



NAUJOJI KARTA SU LMT
2026 metai

STUDENTŲ
MOKSLINIAI
TYRIMAI

KONFERENCIJOS PRANEŠIMŲ
SANTRAUKOS

ĮVADAS

Studentų tyrimai semestrų metu – tai Lietuvos mokslo tarybos programa, skirta suteikti studentams galimybę dar studijų laikotarpiu aktyviai įsitraukti į mokslinę ir (ar) meninę veiklą. Programa orientuota į savarankiško mąstymo ugdymą, gebėjimą kelti klausimus, formuluoti tyrimo problemą, pasirinkti tinkamus metodus ir argumentuoti interpretuoti gautus rezultatus. Baigiamoji konferencija „Naujoji karta su LMT“ žymi šio proceso virsmą į viešą akademinę praktiką. Čia individualūs tyrimai tampa diskusijos dalimi, o skirtingų sričių darbai – bendro pažinimo lauko dalimi. Konferencijoje pristatomos temos atspindi šiuolaikinio mokslo ir meno įvairovę – nuo fundamentalių tyrimų iki taikomųjų sprendimų. Ši erdvė svarbi ne tik rezultatų pristatymui. Ji leidžia išbandyti akademinės komunikacijos principus, įsitraukti į kritinę diskusiją, susidurti su skirtingais požiūriais ir argumentais. Tokia patirtis yra neatsiejama nuo tyrėjo kelio – ji formuoja gebėjimą pagrįsti savo idėjas ir jas plėtoti platesniame kontekste. Studentų darbai atskleidžia ne tik įgytas žinias, bet ir gebėjimą orientuotis sudėtinguose, šiandienos visuomenei bei mokslo raidai svarbiuose klausimuose. Būtent šiame etape išryškėja jų potencialas – dar ne galutinės išvados, o kryptys, galinčios tapti reikšmingų tyrimų pradžia.



LMT

Lietuvos mokslo taryba

VARIKLIS

TAVO IDĖJAI

<u>A. Stankevičiūtė, I. Isokaitė</u> HIBRIDINĖS GRĖSMĖS KRITINEI INFRASTRUKTŪRAI BALTIJOS JŪROJE	13
<u>A. Baltauskaitė, L. Šarlauskienė</u> VIEŠOSIOS KOMUNIKACIJOS APIE INFORMACIJOS PRIEINAMUMĄ SVARBA PRIEINAMUMO PRINCIPŲ ĮGYVENDINIMUI LIETUVOJE	16
<u>A. Lipnickas, L. Novikovienė</u> TVARAUS VARTOJIMO SKATINIMO NAUDOJANT APLINKOSAUGINIUS („ŽALIUOSIUS“) TEIGINIUS IR EKOMANIPULIACIJOS TEISINIS VERTINIMAS	20
<u>A. Gėgžnaitė, L. Zailskaitė-Jakštė</u> DEZINFORMACIJOS POVEIKIS SKAITMENINĖJE ERDVĖJE Z KARTOS ATSTOVAMS	23
<u>A. Garnytė, S. Fernandez Montojo</u> AKUŠERINIS SMURTAS KAIP ŽMOGAUS TEISIŲ PAŽEIDIMAS: TEISINIO REGULIAVIMO GALIMYBĖS NACIONALINĖJE TEISĖJE	26
<u>D. Simonaitytė, dr. Aistė Lastauskaitė</u> THE INTERACTION BETWEEN DIGITALIZATION AND CARBON EMISSIONS IN LARGE MANUFACTURING COMPANIES: DATA ANALYSIS AT COMPANY LEVEL	29
<u>D. Rauckytė, I. Pekarskienė</u> DARBO NAŠUMAS BALTIJOS ŠALYSE: TENDENCIJŲ IR VEIKSNIŲ VERTINIMAS	33 33
<u>D. Matuiza, A. Šapkauskienė</u> CBDC POVEIKIS KOMERCINIŲ BANKŲ VERSLO MODELIO	36
<u>D. Sajenko, J. Valčiukas</u> ŽMOGAUS AUTONOMIJOS PRINCIPAS KAIP PRIELAIDA MINTIES LAISVEI ŠIUOLAIKINIAME PASAULYJE: TEISINĖ PERSPEKTYVA	39
<u>E. Švobaitė, doc. dr. D. Murauskas</u> VALSTYBĖS LYGIO EKSTREMALIOJI SITUACIJA: TARP BŪTINYBĖS IR DISKRECIJOS SANTRAUKA	41
<u>E. Mečkovskis, doc. G. Bartkus</u> STARTUOLIŲ DALYVIŲ PASITRAUKIMO TEISINIAI BARJERAI LIETUVOJE	43
<u>G. Miliūtė, D. Laskienė</u> DIRBANČIŲJŲ SKURDAS EUROPOS SĄJUNGOJE: STRUKTŪRINIAI VEIKSNIAI IR TENDENCIJOS	44
<u>G. Stundžytė, V. Pilinkienė</u> DARBUOTOJŲ SKAITMENINIAI ĮGŪDŽIAI KAIP KONKURENCINIS VEIKSNYS DARBO RINKOJE: ES ŠALIŲ Palyginamasis vertinimas	47
<u>G. Bačiulytė, A. Novikovas</u> STUDENTO KAIP DUOMENŲ SUBJEKTO TEISIŲ APSAUGA AUKŠTOSIOS MOKYKLOS VEIKLOJE	50

<u>I. Grigas, I. Girnienė</u> ŽINIŲ KOMERCIALIZAVIMĄ SKATINANČIOS ORGANIZACINĖS KULTŪROS KŪRIMAS LIETUVOS TECHNOLOGINIUIOSE STARTUOLIUIOSE	52
<u>I. Zalepugaitė, M. Vienažindienė</u> TVARI SMULKIŲ SIUNTŲ PASKUTINĖS MYLIOS LOGISTIKA: TEORINIAI SPRENDIMAI IR LIETUVOS ĮMONIŲ PRAKTIKOS PAVYZDŽIAI	54
<u>J. Juočerytė, R. Susnienė</u> VERSLO SKAITMENIZAVIMO POVEIKIS UŽIMTUMUI IR NEDARBO LYGIUI	57
<u>M. Solovjova, doc. dr. R. Činčikaitė</u> MIGRACIJOS POVEIKIS DARNAUS MIESTO RAIDAI: GYVENIMO KOKYBĖS ANALIZĖ LIETUVOS MIESTUOSE	60
<u>R. Atkočiūnienė, dr. S. Jakštienė</u> IŠSILAVINIMO LYGIO POVEIKIS JAUNIMO UŽIMTUMUI BALTIJOS ŠALYSE EKONOMIKOS CIKLŲ LAIKOTARPIAIS	63
<u>R. Sakalauskaitė, D. Tamulevičienė</u> VALDYMO APSKAITOS VAIDMUO DIEGIANT ŽIEDINĖS EKONOMIKOS PRINCIPUS: ĮMONIŲ PATIRTIES ANALIZĖ	66
<u>S. Ignotaitė, A. Stundžienė</u> DARBUOTOJŲ TRŪKUMO PRIEŽASTYS IR MAŽINIMO GALIMYBĖS	69
<u>S. Švalaitytė, V. Makutėnas</u> EKOSISTEMINIŲ PASLAUGŲ EFEKTAI DARNAUS VYSTYMOSI POŽIŪRIU: ŠIRVINTŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS ATVEJIS	72
<u>V. Kairytė, A. Aleksandravičienė</u> MAKROEKONOMINIŲ VEIKSNIŲ POVEIKIO LAIMEI VERTINIMAS EUROPOS ŠALYSE: GLOBALIŲ SUKRĖTIMŲ ASPEKTAS	75
<u>V. Zaicaitė, R. Subačienė</u> DIRBTINIO INTELEKTO ĮRANKIŲ PRITAIKOMUMO MOKSLINĖS LITERATŪROS PAIEŠKAI IR ANALIZEI VERTINIMAS	77

Humanitariniai mokslai

80

<u>A. Aleknaitė, J. Čiurlionis</u> HARMONIJOS APIBRĖŽIMO PROBLEMA FILOLAJO FRAGMENTUOSE	81
<u>A. Anisimova, I. Bisigirskaitė</u> ŽEMAITĖS REPREZENTACIJŲ KAITA: ANT KO RIŠAME SKARELĘ?	83
<u>E. Navikaitė, N. Černiauskas</u> 1920–1940 M. INDUSTRIŠNIS (PIENINIŲ) PALIKIMAS ŠIANDIENINĖJE LIETUVOJE	84
<u>E. Jokubauskaitė, K. Šliavaitė</u> SAUGIOS ERDVĖS PAIEŠKOS IR SAMPRATOS: LGBTQ+ PERFORMATYVIOJI POGRINDŽIO SUBKULTŪRA „BALLROOM“ LIETUVOJE IR KITOSE BALTIJOS ŠALYSE	86

<u>G. Motiekaitytė, G. Piličiauskienė</u> NAUJI ĮGŪDŽIAI AR NEVIETINIAI ŽMONĖS? JŪRINĖ ŽVEJYBA LIETUVOS PAJŪRYJE VĖLYVAJAME BRONZOS AMŽIUJE	89
<u>G. Mickevičiūtė, K. Minkevičius</u> ŽMOGUS IR APLINKA: KRAŠTOVAIZDŽIO RAIDĄ KERNAVĖJE STABILŲJŲ IZOTOPŲ DUOMENIMIS	92
<u>M. Lipinskaitė, N. Šepetys</u> ŠIRVINTŲ ŠTETLO ŽŪTIS: TARP GYVAVIMO IR (NE)ATMINIMO	95
<u>M. Galeckaitė, doc. dr. Ž. Pabijutaitė</u> NUNC IR INSTANS SĄVOKŲ JONO DUNSO ŠKOTO FILOSOFIJOJE ANALIZĖ: FORMALIOSIOS SEMANTIKOS PRIEIGA	97
<u>V. Valantiejus, M. Jakulis</u> LIETUVOS DIDŽIOSIOS KUNIGAİKŠTYTĖS PILIETYBĖS TEISINIS REGLAMENTAVIMAS: INDIGENATO TEISĖ	99
<u>M. Žukaitė, D. Sinkevičiūtė-Villanueva Svensson</u> NENORMINĖS JAUNIMO KALBOS TENDENCIJOS: KAIP ELGIAMASI SU ANGLŲ ASMENVARDŽIAIS KOMPIUTERINIAME ŽAIDIME „LEAGUE OF LEGENDS“	102

Vaizduojamieji mokslai

105

<u>A. Janušaitė, J. Bagdzevičienė</u> ŠILKO, SUNKINTO METALO DRUSKOMIS, DESTRUKCIJOS TYRIMAS, SIEKIANČI ĮVERTINTI ISTORINĖS TEKSTILĖS OBJEKTŲ IŠSAUGOJIMO IR RESTAURAVIMO GALIMYBES	106
<u>E. Marcinkevič, R. Mickienė</u> ATOKVĖPIS: SUŽAIDYBINTA SAVIPAGALBOS PRIEMONĖ	109
<u>G. Navickaitė, R. Maldutienė</u> MENO PAUZĖ: GARDEROBO PERTVARKA KAIP SAVIVERTĖS STIPRINIMO PRAKTIKA (PRE)MENOPAUZĖS LAIKOTARPIU	111
<u>J. Šiaudvytytė, R. Šipalytė</u> LIETUVIŠKA ISHIHAZE VERSIJA: KERAMIKOS, AKMENS IR STIKLO SĄVEIKŲ TYRIMAS KŪRYBINIUOSE EKSPERIMENTUOSE	113
<u>N. Nurdinova, doc. dr. R. Būtėnaitė</u> PERDIRBTŲ TEKSTILĖS SIŪLŲ TAIKYMAS DIZAINO OBJEKTUOSE: GALIMYBIŲ IR PANAUDOJIMO TYRIMAS KURIANT KILIMĄ	117
<u>N. Mikšionis, M. Puipaitė</u> KVĖPUOJANČIOS STRUKTŪROS – PORĖTOS MEDŽIAGOS MIKROKLIMATO REGULIAVIMUI	122
<u>P. Žilinskas, R. Dovydenas</u> MOLINIŲ 3D SPAUSDINTŲ MAKETŲ SU ORGANINIAIS PRIEDAIS TYRIMAS	123

T. Bičkus, M. Lapas

DIRBTINIS INTELEKTAS – INOVACIJA, GRĖSMĖ AR TECHNOLOGINĖ ENTROPIJA:
PLAGIATO, AUTORIŲ TEISIŲ IR MORALĖS DILEMOS

126

Gamtos mokslai

129

A. Starkauskaitė, B. Grybaitė

NAUJŲ IMIDAZOLO DARINIŲ SU 1-NAFTIL- FRAGMENTU GAVIMO KONCEPCIJOS
SUKŪRIMAS IR PRIEŠVĖŽINIŲ SAVYBIŲ ĮVERTINIMAS

130

A. Bundzaitė, R. Aukštikalnienė

LYMNAEOIDEA GĖLAVANDENIŲ PILVAKOJŲ MOLIUSKŲ ENDOPARAZITŲ
(TREMATODA, DIGENEA) BIOĮVAIROVĖ ŽUVINTE

132

A. Sadlauskaitė, V. Streckis

ELITINIŲ SPORTININKŲ AKIŲ MIKROCIRKULIACIJOS IR AKISPŪDŽIO ĮVERTINIMAS
INTENSYVAUS FIZINIO KRŪVIO METU ESANT SKIRTINGIEMS KVĖPAVIMO METODAMS

135

B. Chosidaitė, R. Stanevičienė

MIELIŲ FORMUOJAMŲ BIOPLĖVELIŲ TYRIMAI LABORATORINĖSE IR REALIOSE
MAISTO SISTEMOSE

138

B. Blaževičiūtė, D. Blaževičius

AZOTO HETEROCIKLINIŲ JUNGINIŲ MOLEKULINĖ INŽINERIJA TREČIOSIOS KARTOS
OLED PRIETAISAMS

140

E. Juočinskytė, S. Žalenkienė

INDŽIO SULFIDO PLONŲ SLUOKSNIŲ NUSODINIMAS ANT POLIAMIDO 6 PAGRINDO
IR SAVYBIŲ TYRIMAS

142

E. Kasparavičiūtė, R. Ivanauskas

STIBIO (III) SELENIDO SLUOKSNIŲ ANT FTO STIKLO SUDARYMAS IR TYRIMAS

145

G. Kuktaite, M. Šimėnas

HIBRIDINIO FORMIATO PEROVSKITO EPR TYRIMAI

146

Y. Lopatina, V. Kaškonienė

CHANGES IN ANTIOXIDANT PROPERTIES AND VOLATILE COMPOUNDS
OF BEE-COLLECTED POLLEN DURING STORAGE

147

I. Paškevičiūtė, M. Malinauskas

GLP-1 POVEIKIS ŽMOGAUS ŽARNYNO LYGIJŲ RAUMENŲ LĄSTELIŲ GYVYBINGUMUI
IR DPP-4 RAIŠKAI METABOLINIO STRESO SĄLYGOMIS

150

I. Vasilevičius, A. Spiridonov

RYTŲ LIETUVOS PILKAPIŲ MORFOMETRINIŲ PARAMETRŲ APSKAIČIAVIMAS
TIKIMYBINIAM PILKAPIŲ APTIKIMUI

154

J. Porchun, J. Skerniškytė, L. Klimkaitė

OMV EFEKTYVUMO PERNEŠANT GENTAMICINĄ Į INFEKCIJOS VIETOJE ESANČIAS
ACINETOBACTER BAUMANNII BAKTERIJAS TYRIMAS

157

<u>V. Ivanovskytė, S. Strakšys</u> HIDROGELIO SINTEZĖ IR TYRIMAS IŠ ŽELATINOS GAUTOS IŠ ŽUVŲ ANTRINIŲ ATLIEKŲ BEI HIDROLIZĖS KINETIKOS TYRIMAS TAIKANT FERMENTUS	159
<u>J. Žuvelis, E. Dudutienė</u> BISMUTO PAGRINDU SUKURTŲ ŠVIESOS ŠALTINIŲ ELEKTROLIUMINESCENCIJOS TYRIMAS	162
<u>K. Račkelytė, D. Umbrasas</u> POLIAMINŲ APYKAITOS REGULIAVIMO MECHANIZMŲ TYRIMAS AKTYVINTOJE	165
<u>K. Milkintaitė, V. Tatarūnas</u> BAKTERIJŲ DNR PAIEŠKA PACIENTŲ, SERGANČIŲ ŠIRDIES IR KRAUJAGYSLIŲ LIGOMIS, KRAUJYJE	168
<u>K. Jasiulionytė, I. Jonuškienė, K. Kantminienė, I. Tumosienė</u> RACIONALIAI SUPLANUOTA N'-(4-PAKEISTŲ BENZILIDEN)HIDRAZONŲ SINTEZĖ IR JŲ BIOLOGINIO AKTYVUMO ĮVERTINIMAS	171
<u>L. Stacevičius, R. Ivaškevičiūtė-Povilauskienė</u> SKLAIDANČIŲ MEDŽIAGŲ ANALIZĖ PASITELKiant SKAITMENINĘ TERAHERCINĘ HOLOGRAFIJĄ IR MI SKLAIDOS METODUS	173
<u>M. Čyvas, L. Marcinauskas</u> ORO IR ORO-AZOTO PLAZMOS EMISIJOS SPEKTRŲ IR AZOTO OKSIDŲ KONCENTRACIJOS TYRIMAI	176
<u>M. Beniulytė, dr. V. Jonušienė</u> ENDOMETRIUMO LĄSTELIŲ ATSAKAS Į γ - SEKRETAZĖS KOMPLEKSO SLOPINIMĄ	178
<u>N. Beniušis, dr. M. Šarpis</u> SUNKIŲJŲ BARIONŲ SKILIMO KANALŲ ATSKYRIMAS TAIKANT ŠIUOLAIKINIUS MAŠININIO MOKYMOSI ALGORITMUS SIMULIUOTIEMS LHCB DUOMENIMS	180
<u>N. Ričkutė, G. Inkrataitė</u> GRANATŲ, LEGIRUOTŲ CERIO IR CHROMO JONAIŠ, SINTEZĖ IR SAVYBIŲ TYRIMAS TAIKYMAI LIUMINESCENCINĖJE TERMOMETRIJOJE	182
<u>N. Žumbakis, D. Puzinová, A. Jekabsone</u> VIRUSINIAIS VEIKSNIAIS STIMULIUOTŲ KVĖPAVIMO TAKŲ UŽLĄSTELINIŲ PŪSLELIŲ POVEIKIS SMEGENŲ KAPILIARŲ ENDOTELIO LĄSTELĖMS	186
<u>P. Alimohammadiardakani, M. Pal</u> SUBSEA PIPELINE CRACK DETECTION: AN IMAGE PROCESSING APPROACH TO IMPROVE CNN PERFORMANCE	187
<u>P. Sabanskytė, M. Landauskas</u> MATRICŲ TAIKYMAI GUOLIŲ LIKUSIOS NAUDINGOS TRUKMĖS VERTINIMUI	191
<u>U. Babianskaitė, V. Kederienė</u> INDOLO PAGRINDĄ TURINČIŲ JUNGINIŲ SINTEZĖ IR BIOLOGINIAI SAVYBIŲ TYRIMAI	194
<u>U. Zubrickaitė, E. Kuncevičienė</u> REMIELINIZACIJOS PROCESE DALYVAUJANČIŲ MIRNR RAIŠKOS TYRIMAI ATSIŽVELGIANT Į IŠSĖTINĖS SKLEROZĖS LIGOS EIGĄ MODIFIKUOJANTĮ GYDYMĄ	195

<u>V. Kurlytė, V. Minelgaitė, S. Jeznienė, Z. Balion</u> BALTYMŲ-POLISACHARIDŲ KONJUGATŲ KAIP NAUJOS KARTOS PREBIOTIKŲ POTENCIALO VERTINIMAS IN VITRO ŽARNYNO MODELyje	197
<u>V. Petraitytė, D. Gečys</u> NEKODUOJANČIŲ RNR MOLEKULIŲ RAIŠKOS TYRIMAS KYLANČIOSIOS AORTOS AUDINYJE: POTENCIALIŲ BIOŽYMENŲ PAIEŠKA	199
<u>V. Kyshchun, J. Gradauskas</u> DETERMINATION OF HOT CARRIER TEMPERATURE IN A SINGLE-JUNCTION SOLAR CELL	201

Žemės ūkio mokslai

204

<u>E. Belovaitė, J. Aksomaitienė</u> ANTIMIKROBINIO ATSPARUMO GENŲ IDENTIFIKAVIMAS PAUKŠČIŲ ŽARNYNO IR APLINKOS MIKROBIOTOJE BEI JŲ SĄSAJOS SU DOMINUOJANČIOMIS BAKTERIJŲ RŪŠIMIS	205
<u>I. Neliubovas, E. P. Žemaitis</u> EGLYNŲ STRUKTŪROS IR RŪŠINĖS SUDĖTIES KAITA REZERVATINIUIOSE MIŠKUOSE	206

Medicijos ir sveikatos mokslai

209

<u>A. Gumbelevičiūtė, A. Ališauskas</u> DEPRESIŠKUMO IR KOGNITYVINIO SUTRIKIMO PAPLITIMAS IR SĄSAJOS SU BLOGESNE LIGOS EIGA DĖL LĖTINIO ŠIRDIES NEPAKANKAMUMO HOSPITALIZUOTŲ PACIENTŲ GRUPĖJE	210
<u>A. Vladičkaitė, R. Žutautienė</u> LIETUVOS GYVENTOJŲ MIRTINGUMAS NUO PAGRINDINIŲ MIRTIES PRIEŽASČIŲ MIESTE IR KAIME: AR DIDĖJA MIRTINGUMAS IR TERITORINIAI NETOLYGUMAI LIETUVOJE?	213
<u>A. Vaišvilaitė, M. Kvietkauskas</u> INDIVIDUALIZUOTŲ 3D MODELIŲ VIZUALIZAVIMAS VIRTUALIOJE REALYBĖJE (VR) PRIEŠOPERACINIAM PLANAVIMUI KEPENŲ CHIRURGIJOJE	216
<u>A. Aleknavičius, E. Stankevičius</u> AUDINIŲ TRANSGLIUTAMINAZĖS INHIBICIJOS POVEIKIS NO SUKELIAMAM KRAUJAGYSLIŲ ATSIPALAIIDAVIMUI	219
<u>A. Jurevičiūtė, D. Vizbaraitė</u> JAUNUOLIŲ FIZINIO PAJĖGUMO RODIKLIŲ, GYVENSENOS IR SVEIKATOS RAŠTINGUMO SĄSAJOS	222
<u>A. Sadauskaitė, I. Matulytė</u> TECHNOLOGINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA KRAMTOMŲ GELINIŲ TABLEČIŲ SU JAUNE PEKTINU MECHANINĖMS SAVYBĖMS IR KOKYBEI	224
<u>A. Pansaitytė, A. Jakavonytė-Akstinienė</u> INOVACIJOS SAVARANKIŠKAM IR AKTYVIAM ASMENŲ SENĖJIMUI UŽTIKRINTI	227

<u>E. Vaičekonienė, L. Valonytė-Burneikienė</u> PAROS LAIKO DARBO ĮTAKA PSICHOMOTORINĖS REAKCIJOS RODIKLIŲ KAITAI IR STRESO LYGIUI SLAUGYTOJOMS, TEIKIANČIOMS PRIEŽIŪRĄ KRITINĖS BŪKLĖS PACIENTAMS	230
<u>E. Motūzaitė, V. J. Česnaitienė</u> TRUMPALAIKIS IR ILGALAIKIS JĖGOS TRENIRUOČIŲ POVEIKIS ASMENŲ, TURINČIŲ DIDELĘ LENGVO PAŽINTINIO SUTRIKIMO IŠSIVYSTYMO RIZIKĄ, KOGNITYVINĖMS FUNKCIJOMS	233
<u>F. Bieliauskaitė, G. Jarienė</u> LĖTINIŲ ŽAIZDŲ GIJIMO DINAMIKOS SĄSAJOS SU MIKROBIOLOGINIŲ ŽAIZDŲ ĮVERTINIMU	236
<u>G. Batavičiūtė, O. Meščeriakova</u> LIETUVOS GYVENTOJŲ SVEIKATOS PRIEŽIŪROS PRIEMONĖMIS IŠVENGIAMO MIRTINGUMO TERITORINIAI NETOLYGUMAI IR JŲ POKYČIAI 1990–2023 METAIS	239
<u>L. Vitunskaitė, L. Navickienė</u> POŽIŪRIS Į KOSMETIKOS VARTOJIMĄ LYTIES IR AMŽIAUS ASPEKTU	242
<u>M. Petrylaitė, R. Šimkūnaitė-Rizgelienė</u> MOTINŲ MITYBOS NEPAKANKAMUMO IR PIRMOSIOS BEI ANTROSIOS PALIKUONIŲ KARTOS INKSTŲ HISTOPATOLOGINIŲ POKYČIŲ SĄSAJOS	245
<u>M. Baranauskaitė, A. Pūrienė</u> OSIFIKUOJANČIO MIOZITO KALCIFIKATŲ IDENTIFIKACIJA PANORAMINĖSE RENTGENOGRAMOSE NAUDOJANTIS DIRBTINIO INTELEKTO SISTEMA	248
<u>R. Vaigauskaitė, R. Mameniškienė</u> EPILEPSIJA SERGANČIŲ ASMENŲ „IEŠKOJIMAI“	251
<u>R. Sinkevičiūtė, S. Sabaliauskas</u> NUO ENTUZIAZMO IKI PERDEGIMO: EMOCINĖ NAŠTA SVEIKATOS PRIEŽIŪROS SRITIES SPECIALISTŲ DARBE	254
<u>S. Viskontaitė, V. Ginevičienė</u> RAUMENŲ NYKIMAS VYRESNIAME AMŽIUIJE: SARKOPENIJOS BIOLOGINIŲ IR GYVENIMO BŪDO VEIKSNIŲ SĄSAJOS ANALIZĖ	257
<u>S. Šestak, L. Nedzinskienė</u> GYVENSENOS MEDICINOS INTEGRACIJA LIETUVOS ASMENS SVEIKATOS PRIEŽIŪROJE: SPECIALISTŲ INFORMUOTUMO IR TAIKymo PRAKTIKOJE VERTINIMAS	260
<u>T. Maksimovas, D. Važnaisienė</u> SU LŪŽIAIS SUSIJUSIŲ INFEKCIJŲ GYDYMO NESĖKMĖS IR RIZIKOS VERTINIMAS. DIAUGIACENTRINIS TYRIMAS IR SIŪLOMAS INFEKCIJŲ VALDYMO ALGORITMAS (FRIMAL PROTOKOLAS)	263
<u>V. Ogaras, M. Kryžauskas</u> POOPERACINIAI ŽARNYNO RIEBALŲ RŪGŠTIS SUJUNGANČIO BALTYMO BEI LIPOPOLISACHARIDUS SUJUNGANČIO BALTYMO RODIKLIŲ POKYČIAI KAIP GALIMI CHIRURGINĖS ŽAIZDOS INFEKCIJOS BIOŽYMENYS PO VIRŠKINAMOJO TRAKTO ONKOLOGINIŲ OPERACIJŲ	267
<u>V. Kryžiūtė, N. Savickienė</u> AUGALINĖS ŽALIAVOS INOVATYVIŲ DEZINFEKCIJOS TECHNOLOGIJŲ TYRIMAS	269

<u>A. Marcinkus, S. Urbaitė</u> ROBOTINĖS RANKOS SKAITMENINIO DVYNIŲ PROJEKTAVIMAS IR FIZINIO PROTOTIPO KŪRIMAS	273
<u>A. Bubnelytė, I. Bružaitė</u> STREPTOCOCCUS MUTANS IR STREPTOCOCCUS SOBRINUS BIOPLĖVELĖS MIKROBIOLOGINIS MODELIS IR RAMANO SPEKTROSKOPIJOS ANALIZĖ	276
<u>D. Karasiovaitė, J. Mikašauskaitė-Tiso</u> INOVATYVŲ BALTYMŲ ŠALTINIAI FUNKCINIO MAISTO GAMYBOJE: SVEIKATAI PALANKIŲ BATONĖLIŲ KŪRIMAS	278
<u>J. Dubikaltis, V. Pakštas</u> AgBiS ₂ PLONŲJŲ DANGŲ SINTEZĖ MAGNETRONINIŲ DULKINIMU IR ĮSIERINIMU	282
<u>G. Čeponytė, I. Kraujutienė</u> ETERINIŲ ALIEJŲ ĮTAKA KREMINIŲ DESERTŲ GALIOJIMO LAIKUI	284
<u>G. Lastauskaitė, J. Domskienė</u> INOVATYVIOS TEKSTILĖS ŽENKLINIMO TECHNOLOGIJOS VYSTYMAS	287
<u>J. Tarvydaitė, D. Milašienė</u> PRAMONINIŲ VILNOS AUDIMO ATLIEKŲ CHEMINIS MODIFIKAVIMAS NAUJOMS FUNKCINĖMS MEDŽIAGOMS	290
<u>K. Kuzborskaja, K. Jančaitienė</u> INOVATYVIŲ TRĄŠŲ KŪRIMAS IR JŲ POVEIKIO AUGALAMS ĮVERTINIMAS	293
<u>M. Sabaitė, V. Gylienė</u> GRYNO TITANO LYDINIO MODIFIKUOTU PAVIRŠIUMI BIOSUDERINAMUMO TYRIMAS	295
<u>N. Krasuckas, V. Jonaitienė</u> PRAMONINĖS SIMBIOZĖS GALIMYBĖS IR IŠŠŪKIAI	298
<u>R. Grabauskaitė, P. Griškevičius</u> SKAITMENINĖS VAIZDŲ KORELIACIJOS SISTEMOS TAIKYMAS MEDŽIAGŲ CHARAKTERIZAVIMUI	300
<u>M. Muningytė, D. Zeleniakienė</u> MAKSENŲ PADENGŲ NATŪRALIŲ PLUOŠTŲ ADHEZIJOS SU BIOLOGINĖS KILMĖS EPOKSIDINE MATRICA TYRIMAS KONSTRUKCINIJOSE KOMPOZITUOSE	303
<u>U. Lukaševičiūtė, T. Tamulevičius</u> FEMTOSEKUNDINIŲ LAZERIŲ PAVEIKTO LYDYTO KVARCO SELEKTYVAUS CHEMINIO ĖSDINIMO SĄLYGŲ OPTIMIZAVIMAS	306



Socialiniai mokslai

HIBRIDINĖS GRĖSMĖS KRITINEI INFRASTRUKTŪRAI BALTIJOS JŪROJE

Šio mokslinio tyrimo objektas – hibridinės grėsmės kritinei infrastruktūrai Baltijos jūroje ir jūros erdvių teisinio režimo bei jo įgyvendinimo atsakant į šias grėsmes problematika. Pastaraisiais metais Baltijos jūroje padažnėjo incidentų, kurių metu su „šešėliniu“ laivynu siejami laivai pažeidžia povandeninius kabelius, vamzdynus ir kitą strateginės reikšmės valstybės infrastruktūrą. Tyrimo tikslas – įvertinti esamo teisinio reguliavimo minėtoje srityje pakankamumą ir tinkamumą bei pasiūlyti galimų efektyvesnio atsako į hibridines grėsmes būdų. Tyrime daugiausia taikyti sisteminės analizės ir lyginamasis mokslinio tyrimo metodai, konsultuotasi su valstybės institucijų atstovais, o konvencijų ir kitų tarptautinių susitarimų nuostatos aiškintos pagal tarptautinių sutarčių aiškinimo taisyklės (įskaitant sutarties tikslą, šalių ketinimus ir poreikį atsižvelgti į esminius reguliavimo aplinkos pokyčius).

Hibridinių grėsmių kritinei infrastruktūrai Baltijos jūroje mastą ir pavojingumą patvirtina vis aktyvesnė valstybių ir tarptautinių organizacijų, ypač Europos Sąjungos (toliau – ES) ir NATO, reakcija, akcentuojant būtinybę stiprinti atsparumą ir koordinuotą atsaką. Tokio pat pobūdžio iššūkiai kilo ir Lietuvai. Hibridinės grėsmės pasireiškia konvencinių, nekonvencinių, fizinių bei kibernetinių veiksmų deriniu, dažniausiai vykdomu „pilkojoje zonoje“ [1]. Tokie incidentai kaip „Nord Stream“ dujotiekių sprogdinimai ar povandeninių interneto ryšio ar elektros kabelių pažeidimai sunkiai priskiriami prie konkrečių nusikalstamų veikų, sabotazo ir vargiai prilygtų karinės jėgos naudojimui. Šiame tyrime pagrindinis dėmesys skiriamas energetikos ir ryšių povandeninei infrastruktūrai Baltijos jūroje – povandeniniams kabeliams ir vamzdynams, kurių apsauga turi esminę reikšmę tiek nacionaliniu, tiek regioniniu lygmeniu, nes jų pažeidimai gali reikšmingai sutrikdyti valstybės ir visuomenės gyvenimą.

Lietuvos, kaip ir kitų pakrantės valstybių teisės ir pareigos skirtingose jūrų erdvėse pirmiausia nustato 1982 m. JT Jūrų teisės konvencija [2] (toliau – Konvencija), nagrinėjamu atveju aktualiausias yra kelių jūros erdvių režimas. Daugiausiai teisių įgyvendinti jurisdikciją pakrantės valstybės turi teritorinėje jūroje, kur valstybė gali imtis kontrolės priemonių, tačiau net ir šioje erdvėje galioja savotišką suvereniteto išimtį sudarantis „takaus plaukimo“ principas. Išskirtinėje ekonominėje zonoje pakrantės valstybių teisės apsiriboja suvereniosiomis teisėmis į išteklių ir infrastruktūros jūroje apsaugą, o pareiga užtikrinti, kad laivas laikosi tarptautinių laivybos reikalavimų iš esmės lieka laivo vėliavos valstybei. Atviroje jūroje baudžiamosios jurisdikcijos taikymas negalimas, o gretutinėje zonoje jos įgyvendinimas labai ribotas, nes ši zona yra dalis išskirtinės ekonominės zonos. Praktikoje tai reiškia, kad net ir esant įtarimui dėl galimai padaryto kritinės infrastruktūros pažeidimo, laivai gali remtis taikaus plaukimo teise, kaip rodo 2023 m. „Balticconnector“ vamzdyno ar 2024 m. pažeisto Lietuvos-Švedijos ryšio kabelio incidentai. Laivo apžiūra ar sulaukymas galimi tik tuomet, kai reaguojama į akivaizdžiai neteisėtus veiksmus, kaip parodė laivo „Bakaray“ atvejis arba tik apibrėžtose srityse, pavyzdžiui, jūrų aplinkos taršos atveju.

Dėl Konvencijos nuostatų suteikiamų ribotų galimybių reaguoti į kabelių ir vamzdynų pažeidimus, kurių apsaugos ji iš esmės nereguliuoja, efektyvaus ir praktinio atsako būdų atsakyti į hibridines grėsmes ieškoma regiono lygmenyje, kuriame ES ir NATO vaidmuo tampa esminis. 2022 m. Direktyvoje (ES) 2022/2557 dėl ypatingos svarbos subjektų atsparumo [3] kritinė infrastruktūra apibrėžta kaip ypatingos svarbos objektai (angl. *critical entities*), o jos apsauga paremta atsparumo didinimu, rizikų valdymu ir tarpvalstybiniu bendradarbiavimu. Tai reiškia, kad valstybės narės yra įpareigosios kurti nacionalines strategijas, užtikrinti nuolatinį jūros erdvių stebėjimą. Kritinės infrastruktūros kibernetinis saugumas

užtikrinamas 2022 m. priimta Direktyva 2022/2555 dėl priemonių aukštam bendram kibernetinio saugumo lygiui visoje Sąjungoje [4], o vamzdinių apsaugai reikšmingas 2017 m. spalio 25 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2017/1938 dėl dujų tiekimo saugumo užtikrinimo priemonių [5]. ES ir NATO strategijos pat orientuotos į bendras pratybas ir kitų pajėgumų stiprinimą, situacijos suvokimo gerinimą, nuolatinį keitimąsi informacija, infrastruktūros apsaugos stiprinimą ir atsparumo tokioms grėsmėms didinimą. Vis dėlto, regioninis veikimas yra daugiausia skirtas bendrai prevencijai bei saugumui Baltijos jūroje užtikrinti, jame nėra nuostatų, kurios leistų nesilaikyti Konvencijos normų, dažnai pirminę arba išimtinę teisę vykdyti jurisdikciją „šešėlinių“ laivų atžvilgiu paliekančių vėliavos valstybei, kuri neretai nenori vykdyti savo pareigų ir atsisako bendradarbiauti.

Lietuvoje nacionaliniu lygmeniu hibridinių incidentų užkardymas vykdomas trimis skirtingais lygmenimis, tačiau reagavimą apsunkina ir įstatyminės spragos. Tai reiškia, kad strateginius planus priima Vyriausybė ir kitos institucijos, operacinį koordinavimą vykdo Nacionalinis Krizių valdymo centras, o praktinį reagavimą užtikrina Valstybės sienos apsaugos tarnyba (teritorinėje jūroje) bei karinės jūrų ir oro pajėgos (išskirtinėje ekonominėje zonoje). Taigi galima teigti, kad tarpinstitucinės funkcijos nėra aiškiai atribojamos. Kita problema yra skirtingiems povandeniniams kabeliams taikomas nevienodas teisinis reguliavimas. Tai reiškia, kad valstybės lygio teisinės apsaugos režimas galioja tik povandeniniams elektros kabeliams, o interneto ryšio kabeliams galioja kitoks teisinis režimas, kadangi jų savininkai yra privačios telekomunikacijų bendrovės. Toks nevienodas reguliavimas yra ydingas, kadangi užtikrinti ryšio ir energijos tiekimą yra iš suvereniteto kylanti valstybės pareiga, net jei tai daroma pasitelkiant privačias įmones.

Teritorinėje jūroje pakrantės valstybės veiksmus reikšmingai apriboja taikaus plaukimo principas. Ribojama ir pakrantės valstybės teisė vykdyti užsienio laivų laivybos kontrolę – atitikties tarptautiniams laivybos standartams vertinimui skirtą uosto valstybės kontrolę ji gali įgyvendinti tik uoste. Toks apribojimas reikšmingas, nes pakrantės valstybė neturi realių galimybių laiku identifikuoti, sustabdyti ar ištirti galimus sabotazo ar kitus neleistinus veiksmus prieš kritinę infrastruktūrą. Tokiais pažeidimais įtariamai laivai plaukioja neišskelę savo valstybės vėliavos, be to, kaip parodo analizuoti praktiniai atvejai, jie gali lengvai pakeisti laivo registracijos vietą, todėl tokių incidentų ištyrimo galimybės yra ribotos. Nors tokia pakrantės valstybės atsako apimtis atitinka ilgalaikę Tarptautinio jūrų teisės tribunolo byloje „M/V Saiga“ suformuotą praktiką, kad bet kokie pakrantės valstybės veiksmai turi griežtai atitikti tarptautinės teisės nustatytas leistinos jurisdikcijos ribas. Vis dėlto byloje „Arctic Sunrise“ byloje tribunolas išaiškino, kad bet kokie priverstiniai veiksmai prieš laivą turi būti teisėti, būtini ir proporcingi bei negali pažeisti navigacijos laisvės principo. Kitaip tariant, toks aiškinimas sudaro prielaidas pakrantės valstybei mažiau formaliai laikantis jurisdikcinių ribojimų veikti ir hibridinių grėsmių kontekste, kai tai yra būtina ir neišvengiama valstybės saugumui. Valstybės kritinės infrastruktūros apsaugos tikslais taip pat gali remtis Konvencijoje nustatytais taisyklėmis atskirose srityse, pavyzdžiui, kai padaroma taršos jūros aplinkai ar apsauginių zonų apie statinius režimo pagrindu, tačiau vertinant sistemiškai, Konvencijoje nustatytas teisinis reguliavimas neatliepia hibridinių grėsmių problematikos.

Kita esminė problema yra ribotos galimybės taikyti baudžiamąją atsakomybę neteisėtus veiksmus kritinės infrastruktūros atžvilgiu atlikusių asmenų atžvilgiu. Kaip minėta, sabotžas, kiti neteisėti veiksmai, kurių metu apgadinama kritinė infrastruktūra, praktiškai beveik niekada nepatenka į aiškiai apibrėžtas tarptautinės baudžiamosios ar tarptautinės humanitarinės teisės kategorijas, todėl tokie kriterijai kaip „efektyvios kontrolės“ testas ar „ginkluoto užpuolimo slenkstis“ yra sunkiai pritaikomi. Kaip parodė „Eagle S“ ar „Vezhen“ atvejai, taikyti nacionalinę baudžiamąją teisę taip pat yra sudėtinga dėl pernelyg siauros jurisdikcijos, taip pat dėl aukštų kaltės ir aiškaus ryšio su valstybe įrodinėjimo standartų. Taigi pradėti baudžiamojo persekiojimo procesai buvo nutraukti pritrūkus įrodymų, kad incidentas buvo nusikalstamos veikos, o ne netinkamo laivo techninio eksploatavimo ar atsitiktinumo padarinys [6].

Šias problemas papildo ir reguliavimo valstybės nacionalinėje teisėje trūkumai. Dėl itin siauros jurisdikcijos apimties teritorijos ir asmenų atžvilgiu Lietuvos Respublikos baudžiamajame kodekse kol

kas nėra įtvirtintos nusikaltimo sudėties, kuri leistų patraukti baudžiamojon atsakomybėn už kritinės infrastruktūros pažeidimus už teritorinės jūros ribų. Nors siūlomais Lietuvos Respublikos baudžiamojo kodekso 118 str. ir 122-1 str. pakeitimais, kuriais būtų įtvirtinta diversijos nusikaltimo sudėtis, siekiama užpildyti šią spragą ir išplėsti jurisdikcijos taikymą [7, 8], jų praktinis veiksmingumas hibridinių grėsmių kontekste kelia abejonių. Ypač problemiškas yra reikalavimas įrodyti tiesioginę tyčią bei tikslą pakenkti valstybės interesams, kuris hibridinių incidentų kontekste dažnai yra sunkiai pagrindžiamas, nes veiksmai maskuojami kaip techniniai pažeidimai ar neatsargumas. Dėl to išlieka rizika, kad dalis pavojingų veikų nebus kvalifikuojamos, o baudžiamojo persekiojimo galimybės išliks ribotos daugeliu atvejų.

Atlikta analizė rodo, kad hibridinės grėsmės kritinei infrastruktūrai Baltijos jūroje atskleidžia esminį atotrūkį tarp jų pobūdžio ir galiojančio teisinio reguliavimo. Atsakas į hibridines grėsmes turi būti kompleksinis ir apimti politines, teisines, karines bei technologines priemones. Praktikoje svarbiausia yra jūros erdvių stebėsena, keitimasis informacija, reagavimo ir kitų pajėgumų koordinavimas ir atsparumo stiprinimas. Šiuolaikinių grėsmių akivaizdoje būtina peržiūrėti ir tobulinti teisinį reguliavimą. Nacionaliniu lygmeniu tikslinga numatyti atsakomybę ir už neatsargius kritinės infrastruktūros pažeidimus bei suvienodinti skirtingų jos rūšių apsaugos režimą. Tarptautiniu lygmeniu svarbu stiprinti bendradarbiavimą su vėliavos valstybėmis ir kurti praktinius reagavimo mechanizmus išskirtinėje ekonominėje zonoje, kaip kad buvo pabrėžta Tarptautinės jūrų organizacijos 2023 m. priimtoje rezoliucijoje A. 1192 (33) dėl „šešėlinio“ laivyno [9]. Šios priemonės turi būti grindžiamos „Arctic Sunrise“ byloje suformuotais teisėtumo, būtinybės ir proporcingumo principais, kartu svarstant saugumo erdvių steigimą ir aiškesnį laivų sulaikymo reglamentavimą.

Siekiant, kad reagavimas nebūtų fragmentiškas, ypatingą reikšmę įgyja tarptautinių organizacijų, ypač Europos Sąjungos ir NATO, vaidmuo stiprinant atsparumą, koordinuojant veiksmus ir užtikrinant nuolatinį bendrą situacijos suvokimą bei parengtį apsaugoti kritinę valstybės infrastruktūrą.

LITERATŪRA:

- [1] OLECH, A. (2025). Hybrid threats to critical infrastructure in the European Union. Selected Hybrid CoE analyses. Terrorism. Special issue, 133-158
- [2] 1982 m. Jungtinių Tautų Jūrų teisės konvencija, Valstybės žinios, 2003, 107-4786
- [3] 2022 m. gruodžio 14 d. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyvoje (ES) 2022/2557 dėl ypatingos svarbos subjektų atsparumo, kuria panaikinama Tarybos direktyva 2008/114/EB
- [4] 2022 m. gruodžio 14 d. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva (ES) 2022/2555 dėl priemonių aukštam bendram kibernetinio saugumo lygiui visoje Sąjungoje užtikrinti, kuria iš dalies keičiamas Reglamentas (ES) Nr. 910/2014 ir Direktyva (ES) 2018/1972 ir panaikinama Direktyva (ES) 2016/1148
- [5] 2017 m. spalio 25 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2017/1938 dėl dujų tiekimo saugumo užtikrinimo priemonių, kuriuo panaikinamas Reglamentas (ES) Nr. 994/2010
- [6] LARRSON, Oscar L. (2024) Sea blindness in grey zone preparations. Defence Studies, 24 (3), 399-420
- [7] Lietuvos Respublikos Baudžiamojo kodekso 118 straipsnio pakeitimo ir Kodekso papildymo 122-1 ir 250-7 straipsniais įstatymo projektas [interaktyvus] <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAP/3bad7323189611f1a9c8d1c199560a47>
- [8] Lietuvos Respublikos Teisingumo ministerija (2026-03). Aiškinamasis raštas dėl Lietuvos Respublikos Baudžiamojo kodekso 118 straipsnio pakeitimo ir Kodekso papildymo 122-1 ir 250-7 straipsniais įstatymo projekto [interaktyvus] <https://lr.lt/media/viesa/saugykla/2026/3/z2nOQdltLRk.pdf>
- [9] International Maritime Organisation (2023-12-06). Resolution A. 1192 (33), adopted on 6 December 2023 Urging Member States and all relevant stakeholders to promote actions to prevent illegal operations in the maritime sector by the „dark fleet“ or „shadow fleet“ [interaktyvus] [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1192\(33\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1192(33).pdf)

VIEŠOSIOS KOMUNIKACIJOS APIE INFORMACIJOS PRIEINAMUMĄ SVARBA PRIEINAMUMO PRINCIPŲ ĮGYVENDINIMUI LIETUVOJE

Informacijos prieinamumas yra apibrėžtas tarptautiniu ir nacionaliniu lygmeniu, nustatant aiškias valstybių, institucijų ir paslaugų teikėjų atsakomybes. Europos Sąjungos ir Lietuvos teisinis reglamentavimas numato, jog informacija turi būti prieinama visiems asmenims, tinkamai parengta ir pateikta įvairiais formatais bei atsižvelgiant į asmenų su negalia poreikius. Esant teisiniam reguliavimui informacijos prieinamumo problematika dabartiniu metu yra itin aktuali realizavimo ir informacijos prieinamumo reikalavimų įgyvendinimo kontekste, o tai iš dalies priklauso ir nuo šios problematikos sklaidos ir komunikacijos visuomenėje. Informacijos prieinamumo komunikacija nebuvo iki šiol analizuota Lietuvoje, tokių tyrimų neaptikta ir užsienio mokslininkų darbuose. Pasirinkta tema yra aktuali ir nauja, nes mokslinėje literatūroje yra analizuojama kaip įgyvendinami prieinamumo aspektai įvairiose srityse, tačiau nenagrinėta viešoji komunikacija šia tema ir jos svarba prieinamumo principų realizavimui visuomenėje. Šio **tyrimo tikslas** – nustatyti viešosios komunikacijos apie informacijos prieinamumą įtaką informacijos prieinamumo principų įgyvendinimui Lietuvoje. **Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros ir dokumentų analizė, žiniasklaidos ir institucijų komunikacijos turinio analizė, ekspertų interviu ir tikslinių grupių anketinė apklausa.

Informacijos prieinamumo samprata mokslinėje literatūroje ir praktikoje nėra vienareikšmiškai suvokiama, nes vieni autoriai labiau akcentuoja techninius ir teisinius aspektus [1], o kiti – informacijos kognityvinį suvokimą, struktūrą ar realią vartotojų patirtį [2, 3]. Informacijos prieinamumas vis dažniau siejamas su universalaus dizaino principais, kad informacija būtų parengta kaip tinkama visoms visuomenės grupėms [4]. Informacijos prieinamumo supratimas ir realizavimas yra susijęs su šios problematikos komunikacija visuomenėje. Komunikacijos aspektas yra svarbus teikiant savalaikę informaciją, ugdant kompetencijas, keičiant visuomenės supratingumą ir įprasminant motyvuotai įgyvendinti teisiškai reglamentuotas veiklas, kurioms reikalingos papildomos pastangos ar ištekliai. Mokslininkai išskiria dvi pagrindines viešosios komunikacijos kryptis – informacijos skleidimą ir sąveiką su visuomene. Informacija dažniausiai skleidžiama per institucijų komunikacijos kanalus (interneto svetaines, socialinius tinklus), oficialius dokumentus, pranešimus ir tradicinę žiniasklaidą [5]. Komunikacijos sėkmė priklauso nuo žinutės aiškumo, šaltinio patikimumo, pasirinkto kanalo bei kaip ją suvokia tikslinė auditorija [6].

Pagal Lietuvos teisinį reglamentavimą pastarieji penkeri metai svarbūs informacijos prieinamumo skatinimui ir reguliavimui šalyje. Nuo 2024 m. įsigaliojo *Rekomendacijos dėl informacijos teikimo asmenims su negalia jų pasirinktais prieinamais bendravimo būdais*, nuo 2025 m. birželio 28 d. *Gaminių ir paslaugų prieinamumo reikalavimų įstatymu* Lietuvoje įsigaliojo nauja teisinė aplinka skaitmeninei informacijai ir technologiniams sprendimams, kurie suteikia prieigą prie informacijos. Įstatymu buvo numatytas pereinamasis laikotarpis pasirengti jo įgyvendinimui praktikoje. Informacijos prieinamumo reglamentavimas sudaro svarbų teisinį pagrindą, tačiau jo vykdymas susijęs su šių nuostatų taikymu praktikoje ir informacijos sklaida viešojoje komunikacijoje.

Viešosios komunikacijos turinio analizė informacijos prieinamumo tema

Siekiant įvertinti, kaip informacijos prieinamumo tema atsispindi Lietuvos viešojoje erdvėje, analizuotas žiniasklaidos (trijų didžiausių Lietuvos naujienų portalų „Delfi“, „15min“ ir „TV3“) turinys per paskutinius 5 metus bei nevyriausybių organizacijų ir valstybės institucijų, kurios savo veikla yra susijusios su informacijos prieinamumo užtikrinimu, interneto svetainių turinys. Žiniasklaidoje buvo rasta 17 publikacijų, kurių daugiausia buvo paskelbta 2025 m. ir trijuose portaluose buvo paskelbtas panašus jų skaičius. Straipsnių analizė parodė, kad vyrauja aiškinamojo pobūdžio publikacijos (9 straipsniai), kuriuose pateikiamas platesnis kontekstas, aptariamos ekspertų įžvalgos bei teisės aktai. Informaciniu formatu (6 straipsniai) pateiktos publikacijos daugiausiai apsiriboja faktinės informacijos pateikimu apie priimtus sprendimus ar dar planuojamas iniciatyvas, o interviu tipo buvo tik 2 straipsniai. Taigi, žiniasklaidoje informacijos prieinamumo tema dažniausiai pristatoma per ekspertinę ir institucinę prizmę, o ne per asmeninius pasakojimus. Kokybinė analizė rodo, kad informacijos prieinamumo tema dažniausiai pateikiama neutraliame arba pozityviame kontekste, pateikiant būsimus pokyčius. Tik interviu tipo straipsniuose, kuriuose pateikiama tiesioginė žmonių su negalia patirtis, atsiskleidžiami probleminiai praktiniai aspektai.

Atlikus nevyriausybių organizacijų ir valstybės institucijų, kurių veikla susijusi su informacijos prieinamumu, internetinių svetainių turinio analizę per tyrimo laikotarpį, buvo rastos 22 naujienos. Dažniausią komunikaciją prieinamumo tema (12 įrašų) vykdė Lietuvos audiosensorinė biblioteka (LAB). Asmens su negalia teisių apsaugos agentūra prie LR Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos (SADM) paskelbė 7 įrašus, o Lietuvos aklujų ir silpnaregių sąjunga – 3 įrašus. Vertinant naujienų tematiką, galima pastebėti, kad dažniausiai yra nagrinėjami skaitmeninio turinio prieinamumo, leidinių pritaikymo, lengvai suprantamos kalbos bei pačios Europos Sąjungos prieinamumo direktyvos įgyvendinimo klausimai. Kokybinė analizė atskleidė, kad komunikacijoje vyrauja edukacinis ir informuojantis turinys, kartais pateikiami praktiniai informacijos prieinamumo klausimai apie lengvai suprantama kalbą, skaitmeninio turinio pritaikymą, renginių organizavimą ir kt. Atlikus LAB svetainės analizę dar reikia pastebėti, kad LAB nuolat vykdo įvairius nacionalinius ir ES projektus bei publikavo 20 leidinių prieinamumo tematika. Ši aktyvi veikla koreliuoja ir su aktyvesne komunikacija.

Kita svarbi komunikacijos turinio analizė buvo atlikta keturioms valstybės priežiūros ir reguliavimo institucijoms, kurioms priskirtas informacijos prieinamumo užtikrinimas Lietuvoje: Valstybinė vartotojų teisių apsaugos tarnyba, Lietuvos transporto saugos administracija, LR ryšių reguliavimo tarnyba, Lietuvos radijo ir televizijos komisija. Šiose institucijose tiriamos temos komunikacija labai ribota. Trijuose institucijose ši tema atskleidžiama pavienėse naujienose, o vienoje institucijoje šia tema komunikacija apskritai nenustatyta. Daugeliu atvejų komunikacija buvo pateikiama reaguojant į teisiųjų reikalavimų įsigaliojimą ar institucijų priežiūros funkcijas, tačiau sistemingos visuomenei skirtos komunikacijos trūksta. Taip pat pastebėta, kad socialiniai tinklai dažniau naudojami jau paskelbtos informacijos platinimui, o ne aktyvesniam temos aktualizavimui ir tobulinimui. Taigi, informacijos prieinamumo tema valstybiniame lygmenyje kol kas komunikuojama nepakankamai, o šios temos viešinimui trūksta didesnio aktyvumo bei nuoseklumo. Žiniasklaidos bei kitų organizacijų, kurioms nėra priskirta šios veiklos priežiūros funkcija, viešoji komunikacija yra aktyvesnė.

Tikslinių grupių ir ekspertų nuomonė apie viešosios komunikacijos svarbą informacijos prieinamumo užtikrinimui

Tikslinių grupių (informacijos rengėjų, leidėjų, informacijos tarpininkų, komunikacijos ir žiniasklaidos atstovų) apklausa vyko 2026 m. balandžio mėn. Anketa buvo tikslingai platinama komunikacijos, leidėjų ir viešosios informacijos rengėjų asociacijoms ar sąjungoms. Iš viso gauta 116 atsakymų. Didžioji dalis respondentų atstovavo savivaldybių įstaigoms (71,4 proc.) ir valstybines institucijas (23 proc.), bei pasirinko informacijos tarpininko vaidmenį (77,5 proc.). 16 proc. respondentų nurodė užimantys vadovaujamas pareigas. Taigi, apklausos rezultatai labiau atspindi informacijos sklaidos pusę nei komunikacijos kūrimo ar strateginio planavimo procesus. Tyrime itin mažai dalyvavo leidėjų ir verslo

atstovų ir tai parodo, kad informacijos tarpininkai (bibliotekininkai ir komunikacijos specialistai) yra labiau suinteresuoti vartotojų poreikiais. Tyrime daugiausiai dalyvavo savo srityje patyrusių specialistų, tačiau išsamiai su informacijos prieinamumo reglamentuojančiais dokumentais yra susipažinęs tik penktadalio, dar pusė respondentų – iš dalies. Teisės aktų aiškumas vertinamas vidutiniškai.

Apie 70 proc. respondentų teigė, kad informacijos prieinamumo principai jų organizacijoms yra svarbūs, taikomi kai kurie informacijos prieinamumo principai ir šią veiklą vertina vidutiniškai dėl nuoseklumo stokos. Tiek pat yra manančių, kad viešosios komunikacijos įtaką informacijos prieinamumo principų įgyvendinimui yra didelė, informacijos prieinamumo tema Lietuvos viešojoje erdvėje yra komunikuojama nepakankamai ir žiniasklaidoje ši tema atskleidžiama paviršutiniškai. Pagrindinės kliūtis, su kuriomis susiduriama užtikrinant informacijos prieinamumą yra žmogiškųjų ir finansinių resursų bei žinių trūkumas. Pateiktuose pasiūlymuose apie šios srities gerinimą dalyviai labiausiai akcentavo kompetencijų stiprinimo poreikį, praktines gaires organizacijoms bei platesnės viešosios komunikacijos galimybes.

Tyrimo temos išsamiam atskleidimui buvo pasitelkti keturių skirtingų organizacijų (Asmens su negalia teisių apsaugos agentūros, LR Lygių galimybių kontrolieriaus tarnybos VDU ir LAB) ekspertai: L. Mikelevičiūtė, O. Važnevičienė, prof. J. Ruškus, I. Davidonienė. Analizuojant ekspertų interviu, galima išskirti keturias aptartas sritis: informacijos prieinamumo sampratos ir esamos situacijos vertinimas, praktiniai įgyvendinimo barjerai, viešosios komunikacijos vaidmuo bei informacijos prieinamumo stiprinimo kryptys. Informacijos prieinamumas vertinamas kaip platesnis komunikacinis procesas, apimantis ne tik technologinius sprendimus, bet ir turinio aiškumą, suprantamumą bei pritaikymą. Vertinant situaciją Lietuvoje, pastebima pažanga, susijusi su teisiniu reglamentavimu, didesniu institucijų dėmesiu ir augančiu prieinamumo temos matomumu. Tačiau praktinis įgyvendinimas išlieka netolygus, o realus prieinamumas dažnai priklauso nuo konkrečių organizacijų požiūrio, kompetencijų ir iniciatyvumo. Ekspertai mano, kad prieinamumas vis dar neretai suvokiamas formaliai, kaip reikalavimų vykdymas, o ne kaip kokybiškos komunikacijos principas. Pastebima, kad pagrindiniai informacijos prieinamumo įgyvendinimo sunkumai labiausiai siejami su kompetencijų trūkumu ir nepakankamu tiksliniu grupių, kurioms skirtos prieinamumo priemonės, įtraukimu. Ekspertų nuomone, viešoji komunikacija atlieka reikšmingą vaidmenį didinant informacijos prieinamumą, nes vien prieinamų sprendimų egzistavimas neužtikrina jų veiksmingumo. Viešoji komunikacija susijusi ne tik su informacijos sklaida, bet ir su sąmoningumo ugdymu, požiūrio kaita bei įtraukties stiprinimu. Galima pastebėti, kad ekspertai komunikaciją vertina kaip priemonę, padedančią mažinti informacinę atskirtį. Taip pat pabrėžiama tinkamų komunikacijos kanalų parinkimo svarba. Kalbėdami apie temos matomumą viešojoje erdvėje, ekspertai pažymi, kad informacijos prieinamumas vis dažniau aptariamas, tačiau šiai temai vis dar trūksta nuoseklesnio dėmesio. Analizuojant ekspertų rekomendacijas, pastebima, kad svarbiausi pokyčiai siejami su sisteminiu ir kokybiniu požiūriu, pabrėžiama ne pavienių priemonių ar jų skaičiaus, o nuoseklaus bendradarbiavimo tarp institucijų, organizacijų ir tikslinių grupių, kurioms tai skirta, svarba. Ekspertai taip pat akcentuoja kompetencijų stiprinimo poreikį, aiškesnes gaires bei didesnį praktinių žinių prieinamumą organizacijoms. Ekspertų įžvalgomis informacijos prieinamumo įgyvendinimas praktikoje matomas kaip kompleksinis procesas, o viešoji komunikacija vertinama kaip esminė sąlyga informacijos prieinamumo gerinimui, prisidedanti prie sąmoningumo didinimo ir geresnio prieinamumo principų taikymo praktikoje.

Tyrimo rezultatų apibendrinimas

Atlikto išsamaus tyrimo rezultatai rodo, jog viešosios komunikacijos apie informacijos prieinamumą svarba informacijos prieinamumo principų įgyvendinimui yra pagrįsta žiniasklaidos ir institucijų komunikacijos turinio, tikslinių grupių apklausos bei ekspertų interviu duomenimis. Galima išskirti sąsajas tarp informacijos prieinamumo sklaidos viešojoje erdvėje trūkumo ir visuomenės informuotumo, kokybiško ir sistemingo požiūrio praktiniam principų įgyvendinimui. Remiantis šio tyrimo rezultatais, galima išskirti pagrindines rekomendacijas institucijoms, susijusioms su informacijos prieinamumo

principų įgyvendinimu praktikoje, vykdyti aktyvias viešosios komunikacijos kampanijas bei diskusijas pasitelkiant ekspertų, žiniasklaidos, kitų suinteresuotų organizacijų ir tikslinių grupių bendradarbiavimą, bei teikti visapusišką praktinę metodinę pagalbą informacijos rengėjams ir tarpininkams.

LITERATŪRA

- [1] Grenon, M. M., Ruel, J., Fougeyrollas, P., Normand, C. L., Moreau, A. C., Romero-Torres, A., & Gravel, S. Conceptualizing access to and understanding of information. *Universal Access in the Information Society*, 2023, 22(1), 83-94.
- [2] Kärpänen, T. A literature review on cognitive accessibility. In *Universal Design 2021: From Special to Mainstream Solutions*, 2021, 259-270.
- [3] Shera, A., Iqbal, M. W., Shahzad, S. K., Gul, M., Mian, N. A., Naqvi, M. R., & Khan, B. A. Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 2021, 30(1), 285-301.
- [4] O'Neill, J. L. Accessibility for all abilities: How universal design, universal design for learning, and inclusive design combat inaccessibility and ableism. *Journal of Open Access to Law*, 2021, 9.
- [5] Yun, L., Yun, S., & Xue, H. Improving citizen-government interactions with generative artificial intelligence: Novel human-computer interaction strategies for policy understanding through large language models. *PloS one*, 2024, 19(12), e0311410.
- [6] Niederdeppe, J., Boyd, A. D., King, A. J., & Rimal, R. N. Strategies for effective public health communication in a complex information environment. *Annual Review of Public Health*, 2025, 46, 411-431.

TVARAUS VARTOJIMO SKATINIMO NAUDOJANT APLINKOSAUGINIUS („ŽALIUOSIUS“) TEIGINIUS IR EKOMANIPULIACIJOS TEISINIS VERTINIMAS

Klimato kaita ir augantis vartotojų aplinkosauginis sąmoningumas skatina įmones taikyti žaliąją rinkodarą, tačiau tuo pat metu dažnėja klaidinanti praktika – *žaliasis smegenų plovimas* (angl. *greenwashing*). Europos Komisijos 2020 m. tyrimo duomenimis, 80 proc. ES interneto svetainių naudoja bent vieną aplinkosauginį teiginį, iš jų 53,3 proc. yra neaiškūs ar klaidinantys, o 40 proc. – nepagrįsti patikrinamais įrodymais [1]. Šis reiškinys kelia rimtą grėsmę vartotojų pasitikėjimui ir tvaraus vartojimo skatinimo pastangoms.

Tyrimo tikslas – įvertinti, kaip aplinkosauginiai („žalieji“) teiginiai naudojami skatinant tvarų vartojimą, identifikuoti ekomanipliacijos rizikas ir išanalizuoti galiojantį teisinį reguliavimą, siekiant nustatyti jo adekvatumą vartotojų apsaugos ir tvarumo tikslų kontekste.

Uždaviniai: (1) išanalizuoti tvaraus vartojimo sampratą ir aplinkosauginių teiginių vaidmenį; (2) apibrėžti „žaliųjų“ teiginių ir ekomanipliacijos sąvokas; (3) įvertinti Lietuvos ir tarptautinių teisės aktų taikymą vartotojų apsaugai; (4) pateikti rekomendacijas.

Metodai – sisteminis norminių teisės aktų analizės, lyginamasis ES valstybių teismų praktikos, mokslinės literatūros analizės ir empirinių duomenų vertinimo metodai.

Žaliojo smegenų plovimo samprata ir poveikis vartotojams

Žaliasis smegenų plovimas apibrėžiamas kaip klaidinanti įmonės komunikacija apie aplinkosauginius veiksmus ar produktų tvarumą [2]. Praktikoje jis pasireiškia keliomis formomis: numanomais teiginiais (gamtos vaizdiniais, žalia spalva) – ~45 % atvejų; bendro pobūdžio terminija („eko“, „žalias“, „tvarus“) be pagrindimo; „nuslėpto kompromiso“ taktika; klaidinančiais klimato neutralumo teiginiais, kurie remiasi tik kompensavimo priemonėmis, o ne realiu taršos mažinimu [1]. Bielinytės (2022) Kauno technologijos universitete atliktas tyrimas (n = 406) atskleidė, kad Lietuvos vartotojai įmonių komunikacijos vientisumą vertina itin žemai (2,25/7), o žaliasis skepticizmas veikia kaip mediatorius – didėjant suvokiamam smegenų plovimui, mažėja ketinimai pirkti net tikrai tvarias prekes [1, 3].

Rodiklis	Reikšmė
Svetainių, naudojančių aplinkosauginį teiginį, dalis	80 proc. ES interneto svetainių
Neaiškių ar klaidinančių teiginių dalis	53,3 proc.
Neįrodytų teiginių dalis	40 proc.
Numanomi teiginiai (vaizdiniai, spalvos)	~45 proc. visų atvejų

1 lentelė. Žaliojo smegenų plovimo paplitimas ES rinkoje [1].

Teisinis reguliavimas Lietuvoje ir Europos Sąjungoje

Šiuo metu pagrindinis instrumentas yra *Nesąžiningos komercinės veiklos direktyva* (2005/29/EB), papildyta *Vartotojų įgalinimo žaliojoje pertvarkoje direktyva* (ES) 2024/825, kuri į „juodąjį sąrašą“ įtraukė bendro pobūdžio aplinkosauginius teiginius be pripažinto veiksmingumo. Lietuvoje ši direktyva perkelta 2024 m. rugsėjo 27 d. įsigaliojusiais *Nesąžiningos komercinės veiklos vartotojams draudimo įstatymo* pakeitimais [4]. 2026 m. vasario 23 d. Valstybinė vartotojų teisių apsaugos tarnyba (toliau – VVTAT) įsakymu Nr. 1-37 patvirtino *Žaliųjų teiginių reklamoje gaires* [5], pagal kurias bendro pobūdžio terminai gali būti naudojami tik turint patikrinamus duomenis – gyvavimo ciklo vertinimą arba trečiųjų šalių sertifikatus. Planuojama *Ekologiškumo teiginių direktyva* įves privalomą išankstinį nepriklausomo akredituoto tikrintojo mechanizmą bei sankcijas iki 4 % metinės apyvartos [6].

VVTAT duomenimis, 58 proc. Lietuvos vartotojų nepasitiki įmonių teikiama informacija apie produktų ekologiškumą, o tik 23 proc. nurodo, kad aplinkos poveikis yra svarbus jų pirkimo sprendimuose, palyginti su 43 proc. ES vidurkiu. Lietuvos vartotojams numatyta penkių pakopų interesų gynimo sistema: skundas pardavėjui, skundas VVTAT, ginčo sprendimas VVTAT, ieškinys teisme pagal Civilinio kodekso 6.363 straipsnį, pagal Direktyvą (ES) 2020/1828 dėl atstovaujamųjų ieškinių vartotojų kolektyviniais interesais ginti.

Europos Sąjungos teismų praktika

ES valstybių teismų praktikoje 2024–2025 m. įvyko reikšmingas posūkis. 2024 m. kovo 20 d. Amsterdamo apygardos teismas byloje *Fossilvrij NL v. KLM* pripažino 15 iš 19 aviakompanijos „Fly Responsibly“ kampanijos teiginių klaidinančiais [7]. 2025 m. spalio 23 d. Paryžiaus teismas byloje *Greenpeace v. TotalEnergies* pirmą kartą pasaulyje pripažino naftos ir dujų milžinę kalta dėl klaidinančios klimato reklamos, skirdamas 10 000 EUR/d. baudą už vėluojantį teiginių pašalinimą ir privalomą sprendimo skelbimą 180 dienų [8]. 2024 m. balandžio 30 d. Europos Komisija ir CPC tinklas pradėjo koordinuotą veiksmą prieš 20 ES aviakompanijų [9]. Vokietijos teismai (*Landgericht Köln*, *Landgericht Düsseldorf*) priėmė panašius sprendimus dėl Eurowings bei TotalEnergies „klimato neutralaus“ kuro reklamos [10].

Išvados ir rekomendacijos

(1) Žaliasis smegenų plovimas yra sisteminė problema – 53,3 proc. ES aplinkosauginių teiginių yra neaiškūs ar klaidinantys [1]. (2) Empiriniai duomenys patvirtina, kad žaliasis pasitikėjimas yra esminis tvaraus vartojimo skatinimo veiksnys, o jo praradimas tiesiogiai mažina tvaraus vartojimo ketinimus [1, 3]. (3) Lietuvos teisinė bazė po 2024 m. rugsėjo pakeitimų yra formaliai pakankama, tačiau efektyvus taikymas reikalauja institucinių gebėjimų stiprinimo. (4) ES teismų praktika rodo, kad galiojanti Direktyva 2005/29/EB jau dabar yra veiksmingas įrankis.

Rekomendacijos: Lietuva turėtų aktyviai rengtis pilnaverčiam Ekologiškumo teiginių direktyvos perkėlimui; stiprinti VVTAT techninę kompetenciją gyvavimo ciklo vertinimo srityje; remti vartotojų asociacijas teikti kolektyvinius ieškinius; verslas turėtų atsisakyti bendrinių apibūdinimų be konkretaus pagrindimo ir investuoti į trečiųjų šalių sertifikavimą.

LITERATŪRA

- [1] Ekologiškumo teiginiai ES. Peržiūros ir patikimumo vertinimo galutinė ataskaita. Europos Komisija. 2020 m. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/2020_Greenclaims_inventory.zip.
- [2] De Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., Soares, G. R. D. L. Concepts and forms of greenwashing: A systematic review. *Environmental Sciences Europe*, 2020, 32(1), 19.
- [3] Bielinytė, L. Žaliojo smegenų plovimo, žaliojo pasitikėjimo ir tvaraus vartojimo elgsenos ketinimų sąsajos. Magistro baigiamasis projektas. Kauno technologijos universitetas. Kaunas. 2022. 21-41; 48-63 p.

- [4] Lietuvos Respublikos nesąžiningos komercinės veiklos vartotojams draudimo įstatymas Nr. X-1409 (red. 2024-09-27), perkeliantis Direktyvą (ES) 2024/825.
- [5] Valstybinė vartotojų teisių apsaugos tarnyba. Dėl Žaliųjų teiginių reklamoje gairių patvirtinimo. Įsakymas Nr. 1-37, 2026 m. vasario 23 d. TAR, Nr. 2939.
- [6] European Commission. Proposal for a Directive on Substantiation and Communication of Explicit Environmental Claims (Green Claims Directive). COM(2023) 166 final. Brussels. 2023.
- [7] District Court of Amsterdam. Judgment of 20 March 2024, Stichting ter bevordering van de Fossielvrij-beweging v. KLM N.V., C/13/719848 / HA ZA 22-524.
- [8] Greenpeace France ir kt. v. TotalEnergies SE ir kt. Tribunal judiciaire de Paris, 34ème chambre. Jugement. 2025 m. spalio 23 d. RG n° 22/02955. [Decision-Total-Greenwashing.pdf](#).
- [9] European Commission. Press release IP/24/2322. Brussels. 30 April 2024. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_2322.
- [10] Deutsche Umwelthilfe v. TotalEnergies Wärme & Kraftstoff Deutschland GmbH. Dūseldorfo apygardos teismas (Landgericht Düsseldorf) 2023 m. kovo 24 d. sprendimas Nr. 38 Ø 92/22 (REWIS RS 2023, 2165).

DEZINFORMACIJOS POVEIKIS SKAITMENINĖJE ERDVĖJE Z KARTOS ATSTOVAMS

Dezinformacijos poveikis, ypač karo kontekste, yra itin aktuali tema Lietuvoje. Tačiau tyrimų, ypač, įvertinančių Z kartos, kuri yra užaugusi su skaitmeninėmis technologijomis, poveikį dezinformacijai Lietuvoje, pasigendama. Naujausi tyrimai rodo, kad Z kartos atstovai yra viena iš labiausiai paveikių dezinformacijai grupių skaitmeninėje erdvėje [6].

Tyrimo tikslas – įvertinti dezinformacijos poveikį Z kartai skaitmeninėje erdvėje ir pateikti rekomendacijas, kurios stiprintų Z kartos atsparumą dezinformacijai. Tyrimo tikslui pasiekti iškelti trys uždaviniai:

1. Konceptualizuoti dezinformacijos sampratą ir jos poveikį, identifikuojant esminius dezinformacijos veiksnius skaitmeninėje erdvėje, darančius poveikį Z kartai.
2. Parengti kiekybinio tyrimo metodologiją ir atlikti empirinį tyrimą, siekiant įvertinti dezinformacijos poveikį Z kartai.
3. Remiantis tyrimo rezultatais, pateikti rekomendacijas, kurios padėtų stiprinti Z kartos atsparumą dezinformacijai skaitmeninėje erdvėje.

Pirmiausia, atliekant tyrimą buvo konceptualizuota dezinformacijos samprata. Lietuvos Respublikos visuomenės informavimo įstatymas apibrėžia, jog „dezinformacija – tyčia viešai paskleista melaginga informacija.“ [1]. Europos parlamento svetainėje akcentuojamos dezinformacijos grėsmės, tokios kaip pavojus demokratijai, iškreipiant viešąsias diskusijas, poliarizuojant visuomenę ir trukdant žmonėms priimti informuotus sprendimus be manipuliacijų ir kišimosi [2]. Dezinformacijos sritį nagrinėję mokslininkai akcentuoja, kad dezinformacija – tyčinis klaidinančios informacijos skleidimas [7]; [8]; [9]. Taip pat akcentuojama, jog tai dalijimasis nepatvirtintais faktais, siekiant apgauti žinutės gavėją, platinant informaciją sąmoningai ir nesąmoningai [14]. *Šiame darbe dezinformacija apibrėžiama kaip sąmoningai ir nesąmoningai skleidžiama klaidinanti informacija, siekiant apgauti informacijos gavėją.*

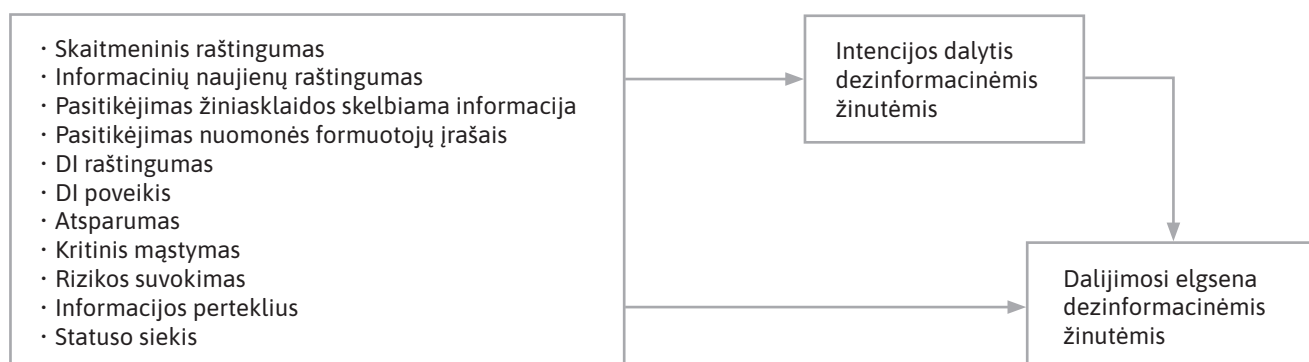
Remiantis mokslinėmis studijomis identifikuoti esminiai antecedentai, darantys poveikį Z kartos intencijoms dalytis informacija ir dalijimosi elgsenai (1 pav.). Išskirti tokie antecedentai: skaitmeninis raštingumas, naujienų raštingumas, dirbtinio intelekto raštingumas, dirbtinio intelekto poveikis, pasitikėjimas žiniasklaidos skelbiama informacija, pasitikėjimas nuomonės formuotojų skelbiamais įrašais, informacijos perteklius, kritinis mąstymas, statuso siekis, rizikos suvokimas, atsparumas.

Darbe taip pat iškeltos 3 hipotezės, kurios patikrintos tyrimo metu.

Parengta kiekybinio tyrimo metodologija ir parengtas tyrimo instrumentas, siekiant įvertinti dezinformacijos poveikį Z kartai.

Tyrimo anketa susideda iš tokių dalių: pirmojoje anketos dalyje pristatomas tyrimas ir nurodoma į ką kreiptis bei pateikiama informuoto sutikimo forma. Antroje respondentai atsako į klausimus apie dezinformacijos poveikį. Šią dalį sudaro 16 klausimų. Skaitmeninis raštingumas matuojamas 4 teiginiais [10], naujienų raštingumas – 4 teiginiais [5], dirbtinio intelekto raštingumas – 3 teiginiais [11], dirbtinio intelekto poveikis – 3 teiginiais [11], pasitikėjimas žiniasklaidos skelbiama informacija – 3 teiginiais [3], pasitikėjimas nuomonės formuotojų skelbiamais įrašais – 6 teiginiais [3], informacijos perteklius – 4 teiginiais [12], kritinis mąstymas – 4 teiginiais [13], statuso siekis – 6 teiginiais [4], rizikos suvokimas – 4 teiginiais [3], atsparumas – 3 teiginiais [12]. Intencijos dalytis dezinformacija sudaryto iš dviejų klausimų: intencijos dalytis dezinformacija internete ir socialinėje žiniasklaidoje.

Tyrimo konstruktai matuoti 5 punktų Likerto skalėje, kur 1 – „visiškai nesutinku“, 5 – „visiškai sutinku“. Trečiojoje dalyje pateikiami 4 klausimai, sietini su demografinėmis charakteristikomis. Iš viso anketą sudaro 20 klausimų.



1 pav. Dezinformacijos poveikio Z kartai vertinimas

2026 m. balandžio 2 d. – 14 d. atliktas kiekybinis tyrimas pasitelkus internetinių apklausų platformą „SurveyMonkey“. Pasirinkta patogioji atranka, tad anketos nuoroda išsiųsta Kauno kolegijos studentams. Apklausos anketą pradėjo pildyti 632 respondentai. Atmetus neužbaigtas pildyti anketas – iš viso dezinformacijos poveikio Z kartos atstovams įvertinimui panaudota 401 anketa. Tyrime dalyvavo jaunuoliai nuo 16 iki 29 m., iš kaimų (iki 2 999 gyventojų), miestelių (3 000–19 999 gyventojų), miestų (20 000–99 999 gyventojų) bei didmiesčių (100 000 ir daugiau gyventojų).

Rezultatų analizė pradėta nuo matavimo skalių patikimumas naudojant Kronbacho alfa koeficientų įvertinimo. Kronbacho alfa koeficiento reikšmės: antecedentai – 0,855, dalijimosi socialinėje žiniasklaidoje intencijos – 0,955, dalijimosi elgsena – 0,939. Kadangi dalijimosi intencijų internete koeficientas buvo žemas – šis faktorius nebuvo įtrauktas į tolimesnę analizę.

Įvertintas imties adekvatumo matas Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), kuris nurodo dispersijos kintamuosiuose proporciją, nulemtą latentinių kintamųjų. Antecedentų KMO – 0,864, patikimumo lygmuo >0,001. Pritaikius faktoriinę analizę, pradiniam sprendime 10 faktorių turėjo nuosavas reikšmes. Pašalinti buvo du kintamieji, kurių svoris buvo mažesnis nei 0,4. Atlikus pakartotinę analizę, išskirti 9 faktoriai. Kintamasis „Pasitikėjimas žiniasklaida“ pašalintas, dėl mažo visų kintamųjų faktorių svorio. Kintamieji DI raštingumas ir DI poveikis – apjungti į vieną faktorių. Dezinformacinių žinučių dalijimosi intencijų KMO – 0,758, patikimumo lygmuo >0,001, dezinformacinių žinučių dalijimosi elgsenos KMO – 0,841, patikimumo lygmuo >0,001.

Veiksnių, lemiančių intencijas dalytis informacija poveikis įvertintas naudojant daugialypę linijinę regresinę analizę. Šis modelis apkleidžia tiesinį ryšį tarp priklausomo kintamojo ir kelių nepriklausomų kintamųjų. ANOVA modelis rodo reikšmingą F statistiką (reikšmingumo lygmuo <0,001). Persono koreliacijos koeficientas $r=0,614$. Modeliu paaiškinama (R Square) $R^2=37,7$ proc. reikšmių apie vidurkį.

Tik trijų nepriklausomų kintamųjų koeficientai yra statistškai reikšmingi, kai $p < 0,05$. Didžiausią įtaką intencijoms dalytis informacija daro statuso siekis (Beta = 0,477), nuomonės formuotojų keliamas turinys (Beta = 0,160). Naujienų raštingumas yra negatyviai susijęs su intencijomis dalintis dezinformacinėmis žinutėmis (Beta = - 0,132).

Veiksnių, lemiančių intencijas dalytis informacija poveikis įvertintas naudojant taip pat daugialypę linijinę regresinę analizę. ANOVA modelis rodo reikšmingą F statistiką (reikšmingumo lygmuo <0,001). Persono koreliacijos koeficientas $r=0,411$. Modeliu paaiškinama (R Square) $R^2=16,8$ proc. reikšmių apie vidurkį. Tik keturių nepriklausomų kintamųjų koeficientai buvo statistškai reikšmingi, kai $p < 0,05$. Didžiausią įtaką dezinformacinių žinučių dalijimosi elgsenai daro statuso siekis (Beta = 0,203), informacijos perteklius (Beta = 0,194), nuomonės formuotojų keliamas turinys (Beta = 0,166). Kritinis mąstymas yra negatyviai susijęs su dalijimosi elgsena (Beta = - 0,166). Įvertintas intencijų dalytis dezin-

formacija poveikis dalijimosi elgsenai pasitelkus linijinę regresiją. ANOVA modelis rodo reikšmingą F statistiką (reikšmingumo lygmuo $<0,001$). Persono koreliacijos koeficientas $r=0,351$. Modeliu paaiškinama (R Square) $R^2=12,3$ proc. reikšmių apie vidurkį. Ryšys tarp intencijų dalytis ir dalijimosi elgsenos yra statistiškai reikšmingas $p <0,05$, Beta $=0,351$.

Apibendrinant tyrimą galima teigti, dezinformacija apibrėžiama kaip sąmoningai ir nesąmoningai skleidžiama klaidinanti informacija, siekiant apgauti informacijos gavėją. Atlikus teorinę analizę, buvo parengtas modelis, apimantis antecedentus, kurie daro poveikį Z kartos intencijoms dalytis informacija ir dalijimosi dezinformacinėmis žinutėmis elgsenai.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad esminiai veiksniai, skatinantys Z kartos dalijimosi intencijas yra statuso siekis bei nuomonės formuotojų keliamas turinys. Tuo tarpu naujienų raštingumas yra negatyviai susijęs su intencijomis dalintis dezinformacinėmis žinutėmis. Tai reiškia, kad kuo aukštesnis naujienų raštingumas, tuo mažesnės intencijos dalytis dezinformacinėmis žinutėmis. Didžiausią įtaką dezinformacinių žinučių dalijimosi elgsenai daro statuso siekis, informacijos perteklius ir nuomonės formuotojų keliamas turinys. Kritinis mąstymas yra negatyviai susijęs su dalijimosi elgsena. Tai reiškia, kad kuo stipresnis kritinis mąstymas, tuo mažesnės tikimybė, kad Z kartos atstovas dalysis informacija. Intencijos dalytis dezinformaciniu turiniu, daro poveikį dalijimosi elgsenai.

Remiantis tyrimo rezultatais tikslinga suprasti esminius veiksnius, kurie lemia Z kartos intencijas dalytis informacija ir dezinformacinių žinučių dalijimosi elgseną. Tikslinga ugdyti jaunosios kartos kritinį mąstymą ir naujienų raštingumą bei užtikrinti informacijos higieną. Informacijos perteklius (nuolatinis išmaniųjų įrenginių naudojimas) skatina dalijimosi dezinformacinėmis žinutėmis elgseną.

Tyrimo tema perskaityti pranešimai lapkričio 11 d. VGTU konferencijoje ir balandžio 28 planuojamas skaityti pranešimas Kauno kolegijos studentų konferencijoje.

LITERATŪRA

- [1] Lietuvos Respublikos visuomenės informavimo įstatymas. e-Seimas.
- [2] Disinformation: 10 steps to protect yourself and others. European Parliament, Brussels. 2025
- [3] Le, M. T. The spread of fake news: Disclosure willingness role. *Heliyon*, 2024, 10(14).
- [4] Thompson, N., Wang, X., Daya, P. Determinants of news sharing behavior on social media. *Journal of Computer Information Systems*, 2020.
- [5] Ashley, S., Maksl, A., Craft, S. Developing a news media literacy scale. *Journalism & Mass Communication Educator*, 2013, 68(1), p. 7–21.
- [6] Kyrychenko, Y., Koo, H. J., Maertens, R., Roozenbeek, J., van der Linden, S., & Götz, F. M. (2025). Profiling misinformation susceptibility. *Personality and Individual Differences*, 241, 113177.
- [7] Lewandowsky, S., & Van Der Linden, S. (2021). Countering misinformation and fake news through inoculation and prebunking. *European review of social psychology*, 32(2), 348–384.
- [8] Bontridder, N., & Pouillet, Y. (2021). The role of artificial intelligence in disinformation. *Data & Policy*, 3, e32.
- [9] Colomina, C., Margalef, H. S., Youngs, R., & Jones, K. (2021). The impact of disinformation on democratic processes and human rights in the world. Brussels: European Parliament, 1-19.
- [10] Wei, L., Gong, J., Xu, J., Abidin, N. E. Z., Apuke, O. D. Do social media literacy skills help in combating fake news spread? Modelling the moderating role of social media literacy skills in the relationship between rational choice factors and fake news sharing behaviour. *Telematics and Informatics*, 2023, 76, p. 101910.
- [11] Abro, A. A., Rafiq, K., Raza, M. The cognitive impact of artificial intelligence on the spread of fake news through social media: public perceptions and democratic resilience. *Journal of Asian Development Studies*, 2025, 14(2), p. 825–835.
- [12] Bermes, A. Information overload and fake news sharing: a transactional stress perspective exploring the mitigating role of consumers' resilience during COVID-19. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2021, 61, p. 102555.
- [13] Facione, P. A. California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI). 1992.
- [14] Guess, A. M., & Lyons, B. A. (2020). Misinformation, disinformation, and online propaganda. *Social media and democracy: The state of the field, prospects for reform*, 10, 10-33.

AKUŠERINIS SMURTAS KAIP ŽMOGAUS TEISIŲ PAŽEIDIMAS: TEISINIO REGULIAVIMO GALIMYBĖS NACIONALINĖJE TEISĖJE

Šio semestro metu atlikto tyrimo tikslas – atskleisti akušerinio smurto sampratą, išanalizuoti šio reiškinių teisinį reglamentavimą ir pasiūlyti galimą akušerinio smurto teisinį reglamentavimą Lietuvos teisėje. Temos aktualumą lemia dalies Lietuvos moterų gimdymo metu patiriamas akušerinio smurto mastas, atsispindintis nevyriausybiinių organizacijų vykdomose apklausose [1] ir žiniasklaidoje [2].

Literatūroje pateikiamos įvairios akušerinio smurto sampratos. Pavyzdžiui, C. Pickles išskiria tris akušerinio smurto sampratas: tyčiniai veiksmai, kuriais sukeliamas žala gimdymo metu; sveikatos priežiūros specialisto piktnaudžiavimas, nepagarba ir netinkamas elgesys su moterimi gimdymo metu; įprasti smurtui veiksmai ir veiksmai, įprastai tuo nelaikomi [3]. Tuo tarpu E. Kukura akušerinį smurtą sieja su netinkamu elgesiu su moterimi gimdymo metu, bei išskiria piktnaudžiavimą, prievartą ir nepagarbą kaip šio reiškinių formas [4]. Galiausiai, buvusi Jungtinių Tautų pranešėja dėl smurto prieš moteris yra sudariusi sąrašą veiksmų, laikytinų akušeriniu smurtu gimdymo metu (pavyzdžiui, fizinis moters suvaržymas, be moters sutikimo atliekamas Cezario pjūvis, nepatyrusio sveikatos priežiūros personalo naudojimas, nuskausminamųjų nesuteikimas ir kt.) ir teikiant kitas reprodukcinės sveikatos paslaugas (pavyzdžiui, priverstinė sterilizacija ir abortas ar pan.) [5]. Taigi mokslinėje literatūroje akušerinis smurtas siejamas su gerai medicinos praktikai priešingais veiksmais, medicinos personalo piktnaudžiavimu, nepagarba ir prievarta. Netinkamas elgesys su gimdyve gali lemti gimdymo traumas, potrauminį streso sutrikimą, pogimdyvinę depresiją, taip pat padidina tikimybę kilti komplikacijoms gimdymo metu, be to, smurtinės patirtys gali pakirsti moterų pasitikėjimą sveikatos priežiūros sistema ir pan. [6].

Tarptautiniuose teisės aktuose akušerinis smurtas tiesiogiai nėra reglamentuojamas. Europos Sąjungos teisėje tiesiogiai akušerinio smurto sąvoką mini Europos Parlamento 2021 m. rezoliucija [7], kurioje valstybės narės yra skatinamos užkirsti kelią šiam reiškiniui. Teisės akte nėra pateikiama konkreti akušerinio smurto sąvoka, o reiškinys yra siejamas su procedūromis, atliktomis be laisvo, informuoto sutikimo, nežmonišku ir orumą žeminančiu elgesiu. ES valstybių narių nacionalinėje teisėje akušerinis smurtas taip pat tiesiogiai dažniausiai nėra reglamentuojamas [8]. Tiesiogiai akušerinis smurtas apibrėžiamas tik 2020 m. Katalonijos įstatyme dėl moterų teisės stabdyti smurtą dėl lyties ir 2025 m. Portugalijos įstatyme, kuris užtikrina nėščiųjų ir gimdyvių teisių apsaugą. Katalonijos įstatyme akušerinis smurtas įvardijamas kaip „veikimas, kuriuo ribojama arba apsunkinama prieiga prie teisingos informacijos, būtinos autonomiškam ir informuotam sprendimų priėmimui“ ir išskiriami konkretūs veiksmai, laikomi akušeriniu smurtu – priverstinė sterilizacija, priverstinis nėštumas, teisėto aborto ribojimas ar trukdymas jį atlikti, kontraceptinių priemonių, lytiškai plintančių infekcijų, ŽIV prevencijos priemonių, pagalbinio apvaisinimo paslaugų ribojimas [9]. Tuo tarpu Portugalijos teisėje akušerinis smurtas apibrėžiamas kaip „sveikatos priežiūros specialistų fizinis ir žodinis smurtas, nukreiptas prieš moterų ar kitų nėščių asmenų kūną bei atliekamas procedūras reprodukcinėje srityje, ir pasireiškintis nežmonišku elgesiu, piktnaudžiavimu medicinos priemonėmis arba natūralių procesų patologizavimu, nepaisant įstatymu [...] numatytos pastojimo, mediciniškai asistuojamo apvaisinimo, nėštumo, gimdymo, naujagimio gimimo ir pogimdyminio laikotarpio apsaugos“ [10].

Akušerinis smurtas Lietuvos teisėje taip pat tiesiogiai nėra reglamentuojamas, tačiau paciento teisių apsaugos garantijos kyla iš bendrųjų Medicinos praktikos įstatyme, Akušerijos ir slaugos įstatyme,

Pacientų teisių ir žalos sveikatai atlyginimo įstatyme įtvirtintų reikalavimų, keliamų medicinos praktikai ir sveikatos priežiūros specialisto veiklai. 2022 m. „Mano gimdymas“ apklausos rezultatai [1] rodo, kad dažniausiai nėščiosios ir gimdyvės skundžiasi dėl netinkamos komunikacijos, pirmojo motinos ir naujagimio kontakto negebėjimo, žindymo pagalbos trūkumo, laisvės pasirinkti pozą ir judėjimo laisvės gimdymo metu. 2019 m. akušerinė metodika normaliam gimdymui apibendrina praktiką, kuria specialistai turi vadovautis [11]. Metodikos 2.3.2. punktas nustato, kad gimdyvė turi gauti atsakymus į jos keliamus klausimus apie gimdymo eigą, kartu su ja turi būti aptarta gimdymo padėtis, priimti sprendimai, o 2.3.1. punktas nustato, kad gimdyvei turi būti suteikta informacija apie vykstančius procesus ir atliekamus tyrimus. Taigi, šiuose punktuose įtvirtinta pareiga efektyviai komunikuoti su gimdyve. Metodikos 2.4.6. punkte numatoma, kad esant normaliam gimdymui, moteris gali pati pasirinkti gimdymo padėtį, o gulima ant nugaros padėtis įvardijama kaip nepalankiausia, o 2.6.3.4. punkte tokia padėtis įvardijama kaip neefektyvi ir žalinga. Metodikos 4.1.3. punktas numato, kad naujagimis, esantis geros būklės, guldomas motinai ant krūtinės, o 4.2.7. p. – kad motinai yra padedama pradėti žindyti naujagimį. Manytina, kad teisinis pagrindas su gimdyve neatlikti veiksmų, kurie pažeistų geriausią praktiką akušerijos srityje ir būtų laikytini nekokybiška sveikatos priežiūra, jau egzistuoja. Atsižvelgiant į tai ir turint omenyje tai, kad akušeriniu smurtu laikoma praktika kol kas nėra išsamiai tiesiogiai reguliuojama tarptautinėje bei ES valstybių teisėje, taip pat įvertinus tai, kad Lietuvos teisėje „akušerinio smurto“ sąvoka gali būti perteklinė, išskirianti ir stigmatizuojanti vienos sveikatos priežiūros srities specialistus bei nenuosekliai išplečianti smurto rūšių sąrašą, randamą kituose teisės aktuose (pvz., smurtas artimoje aplinkoje, fizinis smurtas), rekomenduotina neįtvirtinti akušerinio smurto, kaip atskiros smurto rūšies, sąvokos įstatyminiu lygmeniu. Manytina, kad tiksliausia šiuo metu yra stiprinti gimdymo ir pogimdyvinės priežiūros metu teikiamų paslaugų kokybės kontrolę, kaip numatyta Sveikatos apsaugos ministro 2013 m. rugsėjo 23 d. įsakymu patvirtinto Nėščiųjų, gimdyvių ir naujagimių sveikatos priežiūros tvarkos aprašo [12] 10-13 punktuose bei numatant galimybę nėščiosioms ir gimdyvėms išsamiau susipažinti su savo teisėmis duodant informuotą sutikimą gimdymo ir pogimdyvinės priežiūros metu.

Taip pat rekomenduojama Sveikatos apsaugos ministerijos lygmeniu suformuoti įvairių sričių specialistų darbo grupę, kuri įvertintų teises galimybes ir priemones, kurios leistų stiprinti nėščiųjų ir gimdyvių priežiūros aspektus, susijusius su pacienčių patirčių stebėseną, jų informavimu apie teises gauti tinkamą sveikatos priežiūrą, ypač gimdymo metu, bei stiprinti akušerijos ir ginekologijos specialistų rengimą ir kvalifikacijos kėlimą (pavyzdžiui, įtraukiant daugiau mokymų temų, susijusių su etišku profesiniu elgesiu nėštumo, gimdymo ir pogimdyvinės priežiūros metu, taip pat su moters gimdymo patirties įtaka jos sveikatai, ryšiui su naujagimiu ir šeimos dinamikai).

LITERATŪRA

- [1] „Mano gimdymas“ apklausos rezultatai“, Motinystę globojančių iniciatyvų sąjunga, žiūrėta 2026 m. kovo 12 d., <https://mgis.lt/mano-gimdymas/>.
- [2] Pavyzdžiui, „Akušerinį smurtą patyrusi Goda Raibytė-Aleksa: anesteziologas jo prašė manęs nebekankinti“, LRT.lt, 2025 m. rugsėjo 17 d., <https://www.lrt.lt/naujienos/laisvalaikis/13/2678345/akuserini-smurta-patyrusi-goda-raibyte-aleksa-anesteziologas-jo-prase-manes-nebekankinti>, „Vilniaus gimdymo namuose operacijos laukusi žinoma dizainerė susidūrė su diskriminacija: gydytojui neįtiko tatuiruotas kūnas“, lrytas.lt, 2025 m. rugsėjo 22 d., <https://www.lrytas.lt/zmones/veidai-ir-vardai/2025/09/22/news/vilniaus-gimdymo-namuose-operacijos-laukusi-zinoma-dizainere-susidure-su-diskriminacija-gydytojui-neitiko-tatuiruotas-kunas-39630760>, „Akušerinis smurtas: gimdyvės atveria savo žaizdas“, 15min.lt, 2022 m. balandžio 6 d., <https://www.15min.lt/naujiena/aktualu/lietuva/akuserinis-smurtas-gimdyves-atveria-savo-zaizdas-56-1663054>.
- [3] Pickles C., 'Everything is Obstetric Violence Now': Identifying the Violence in 'Obstetric Violence' to Strengthen Socio-legal Reform Efforts, *Oxford Journal of Legal Studies*, 2024, 44(3): 624-626.
- [4] Kukura E., 'Obstetric Violence', *Georgetown Law Journal*, 2018, 106, (2018): 727-728.
- [5] Simonovic D., *A human rights-based approach to mistreatment and violence against women in reproductive health services with a focus on childbirth and obstetric violence*, p. 8-11.

- [6] International Confederation of Midwives, *Obstetric Violence and Mistreatment and Violence Against Women in Reproductive Health Services*, International Confederation of Midwives, žiūrėta 2026 m. sausio 26 d., <https://internationalmidwives.org/resources/obstetric-violence-and-mistreatm>.
- [7] Rezoliucija „Dėl lytinės ir reprodukcinės sveikatos bei teisių padėties Europos Sąjungoje, kiek tai susiję su moterų sveikata“, Europarl.europa.eu, žiūrėta 2026 m. vasario 16 d., https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0314_LT.html.
- [8] Commission européenne, Direction générale de la justice et des consommateurs, Scientific Analysis and Advice on Gender Equality in the EU (SAAGE) et Fondazione Giacomo Brodolini (FGB), *Obstetric violence in the European Union : situational analysis and policy recommendations*, Office des publications de l'Union européenne, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2838/440301>; Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs Directorate-General for Internal Policies, *Obstetric and gynaecological violence in the EU - Prevalence, legal frameworks and educational guidelines for prevention and elimination* PE 761.478 - April 2024, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/761478/IPOL_STU\(2024\)761478_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/761478/IPOL_STU(2024)761478_EN.pdf).
- [9] „Ley 17/2020, de 22 de diciembre, de modificación de la Ley 5/2008, del derecho de las mujeres a erradicar la violencia machista“, žiūrėta 2026 m. sausio 13 d., <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2021-464>.
- [10] Lei n.º 33/2025 de 31 de março Promove os direitos na gravidez e no parto e altera a Lei n.º 15/2014, de 21 de março, žiūrėta 2026 m. vasario 12 d., <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/33-2025-913048477>.
- [11] „Akušerinė metodika Normalus gimdymas SAM 2019 07 13“, Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministerija, žiūrėta 2026 balandžio 24 d., https://sam.lrv.lt/uploads/sam/documents/files/Akus%CC%8Cerine%CC%87%20metodika_Normalus%20gimdymas_SAM_2019%2007%2013.pdf.
- [12] „Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministro 2013 m. rugsėjo 23 d. Įsakymu Nr. V-900 patvirtintas nėščiųjų, gimdyvių ir naujagimių sveikatos priežiūros tvarkos aprašas“, žiūrėta 2026 balandžio 25 d., <https://www.e-tar.lt/portal/it/legalAct/TAR.B29E76C4B765/pvrhuzYPcp?csrt=5429594473889345497>.

D. Simonaitytė¹ dr. Aistė Lastauskaitė¹

¹ Kauno kolegija, HEI

THE INTERACTION BETWEEN DIGITALIZATION AND CARBON EMISSIONS IN LARGE MANUFACTURING COMPANIES: DATA ANALYSIS AT COMPANY LEVEL

Annotation

As digitalization and sustainability become increasingly important in shaping business strategies, understanding their impact on financial performance remains a key research question. This study examines the interaction between digitalization, carbon emissions, and profitability in large manufacturing companies in the Baltic states over the period 2019–2023. Using firm-level data and econometric analysis, the research evaluates whether digital transformation and environmental performance influence financial outcomes. The results indicate that neither digitalization nor carbon emissions have a statistically significant effect on profitability, suggesting that these relationships may be indirect, delayed, or context-dependent. The findings highlight the importance of data quality and transparency, particularly in the context of evolving EU sustainability regulations.

Key words: digitalization, manufacturing sector, carbon emissions, panel data analysis.

Introduction

Measuring and monitoring company sustainability is crucial in the Baltic region, where manufacturing plays a key role under increasing EU regulatory pressures [1]. The EU's Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), effective from 2024, mandates Scope 1, 2, and 3 emissions disclosure, expanding requirements to a large number of firms and highlighting the need for improved transparency. Evidence from Lithuania, Latvia, and Estonia shows that not all companies currently report sustainability data, indicating challenges in meeting upcoming regulatory requirements [2].

Digitalization plays an important role in improving carbon emission management by enabling real-time monitoring and more accurate data collection, helping firms optimize energy use and reduce emissions [3, 4]. It also enhances environmental reporting quality and supports compliance through improved data transparency [5].

The Baltic states represent a manufacturing-intensive region, where industry accounts for over 20% of GDP, but sustainability reporting still lags behind Western Europe standards stated in Eurostat. Despite growing attention to digital transformation and sustainability, empirical evidence on how digitalization affects carbon emissions at the firm level remains limited, particularly in manufacturing.

Therefore, this study aims to examine the interaction between digitalization and carbon emissions in large manufacturing companies using firm-level data, addressing the question of whether digitalization contributes to CO₂ emission reduction and under what conditions this effect occurs.

Hypothesis & Methodology

The study by Yang et al. [6] shows how digitalization reduces CO₂ emissions, measured using IPCC methods and company environmental reports. The study analyzes how digital transformation affects CO₂ emissions in Chinese listed companies, measuring both direct and indirect emissions from fossil fuels and manufacturing activities. Digitalization is assessed through textual analysis of annual reports, identifying keywords such as artificial intelligence, Internet of Things, and big data. Using fixed-effects regression, the study finds that digital transformation improves energy efficiency and resource control, leading to lower emissions. Overall, the paper shows that digitalization promotes sustainable corpora-

te performance through better management and governance. Dubisz et al. [7] show how digitalization helps measure and manage CO₂ emissions more accurately using Life Cycle Assessment (LCA) and carbon footprint methods.

Overall, prior studies suggest that digitalization can reduce carbon emissions and improve operational efficiency [8, 9] while also being associated with improved firm productivity and competitiveness [10]. However, evidence on how digitalization and environmental performance jointly influence firm-level financial outcomes remains scarce and inconclusive [11].

Based on the reviewed literature, the following hypotheses are formulated:

H1. Digitalization positively affects firm profitability.

H2. Carbon emissions negatively affect firm profitability.

To test the proposed hypotheses, an empirical analysis was conducted using firm-level data. Key indicators were identified and collected for statistical evaluation. The dataset consists of large manufacturing companies observed over a specified time period. The data was processed using STATA, and descriptive statistics and correlations were used to support regression modelling. Following checks for multicollinearity and model suitability, the model equations were estimated, and the results are presented in the following section.

Data

The collected dataset examines a targeted sample of 20 manufacturing companies from the Baltic states (Lithuania, Latvia, Estonia), representing diverse subsectors across the 2019–2023 period. These firms are publicly listed and reflect different industrial players, while operating within a similar regional economic context [12].

Data were compiled from reliable regional sources, including Rekvizitai.lt, NASDAQ Baltic exchange filings, and company annual and sustainability reports. Information gaps, particularly for Scope 1 emissions, were filled by imputing values from comparable firms based on size, sector, and operational similarities, following approaches supported in recent studies [13]. The sample was selected based on data availability and consistency of reporting.

Profitability indicators such as ROA, ROE, net profit, and EBIT were chosen as widely recognized measures of financial performance [14]. Variables such as total assets, equity, employment, and R&D expenditure were included as controls for firm size and structure [15]. In this study, profitability indicators are treated as dependent variables, while digitalization and carbon emissions (Scope 1, 2, and 3) represent the main independent variables.

Digitalization is proxied by changes in intangible assets, reflecting investments in digital technologies and innovation capabilities. Table 1 presents the key indicators, their calculation methods, and measurement units.

Results

The descriptive statistics are based on 20 Baltic companies observed over five years. Profitability measures show that return on assets (ROA) has a mean of 0.056 with considerable variation, while return on equity (ROE) also demonstrates substantial dispersion across firms. Net profit and EBIT indicate variability in operating performance over the 5-year period.

Firm size and financial structure display considerable variation, demonstrating significant scale differences among the firms. Employment levels and R&D expenditure further reflect heterogeneity in firm characteristics. This variation suggests that firm performance is highly heterogeneous, which justifies the use of panel data methods.

Environmental variables show poor data availability. Scope 1 emissions are available for all observations, while Scope 2 and Scope 3 emissions are reported only partially, indicating limited disclosure practices. A key limitation of the dataset is the incomplete reporting of emissions, which may affect the robustness of the results.

Digitalization shows considerable variation across firms over the observed period. Overall, the descriptive statistics indicate substantial differences among companies in terms of profitability, size, and environmental reporting.

Correlation analysis shows that ROA and ROE are strongly and positively correlated, indicating that both variables capture similar aspects of firm profitability. EBIT is also positively associated with both profitability measures. Digitalization shows weak and statistically insignificant correlations with profitability, suggesting no strong direct relationship. However, digitalization is positively related to intangible assets and Scope 1 emissions.

Overall, the correlation results do not suggest serious multicollinearity concerns and provide initial insights into the relationships between variables.

Multicollinearity was assessed and no significant issues were detected. The Hausman test results indicate that the fixed-effects model is the appropriate specification for the analysis.

The fixed-effects regression model was estimated to examine the impact of digitalization on firm profitability while controlling for firm characteristics and time effects.

The regression results indicate that digitalization, measured by changes in intangible assets, has no statistically significant effect on ROA. This suggests that digital investments may not generate immediate financial returns or that their effects materialize over a longer time horizon.

Table 1. Regression analysis results

Var.	Model 1 Coeff. [Std. Error]	Model 2 (OLS) Coeff. [Std. Error]
Digitalization	-6.01×10^{-7} [$6.94 \times 10^{(-7)}$]	1.60×10^{-7} [$5.13 \times 10^{(-7)}$]
Scope1	0.112 [0.071]	0.0046 [0.0061]
Employees	-0.204** [0.093]	-0.0501** [0.0231]
EBIT	0.0045 [0.0064]	0.0134 [0.0081]
LT	—	-0.0149 [0.0359]
LV	—	-0.0828* [0.0483]
2021	0.029 [0.031]	0.0196 [0.0340]
2022	0.0417 [0.033]	-0.0008 [0.0353]
2023	—	0.0213 [0.0356]
Constant	0.246 [0.247]	0.2709 [0.1714]
Model Summary		
Observations	59.0	59.0
R ²	—	0.2209
Adjusted R ²	—	7.78×10^{-2}
F-statistic	—	1.54
Prob > F	—	0.1594
Root MSE	—	0.09311

Note: p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01. Source: Author's calculation based on data.

The regression results further show that carbon emissions do not have a statistically significant impact on firm profitability. Among control variables, only the number of employees is statistically significant, indicating that firm size may negatively affect ROA.

Therefore, H1 is not supported, as digitalization does not have a significant positive effect on profitability. Similarly, H2 is not supported, as carbon emissions are not found to significantly reduce firm performance.

Overall, the findings suggest that firm-level structural factors play a more important role in explaining profitability than digitalization or carbon emissions in this sample.

Conclusions & Discussion

The results do not support H1, as digitalization does not have a statistically significant effect on firm profitability. One possible explanation is that digital investments require time before generating measurable financial returns and may increase costs in the short term.

H2 is also not supported, as carbon emissions do not show a significant relationship with profitability. This may reflect weak reporting practices and limited regulatory pressure during the observed period.

The findings differ from prior studies, such as Yang et al. [6] suggesting that the impact of digitalization may depend on firm characteristics, data availability, and regional context.

The results indicate that firms should not expect immediate financial gains from digitalization or sustainability investments, while structural factors appear to play a more important role in explaining profitability.

The study is limited by a small sample size and incomplete environmental data, which may affect the robustness of the results.

LITERATURE

- [1] Stalmokaitė, Ignė & Saunders, Fred & Johansson, Johanna & Hassler, Björn. (2021). **Sustainability transformations – research in the Baltic and beyond.**
- [2] Jokūbauskas, P. Česlovas and Šalienė, A. (2025) **“Evaluation of Corporate Sustainability Disclosure Practices in Listed Companies of the Baltic States”**, *Buhalterinės apskaitos teorija ir praktika*, 31, pp. 1–25. doi:10.15388/batp.2025.6.
- [3] Niu, B., Xue, X., Sai, Y., & Xu, J. (2025). **Impact of digitalization inputs on CO2 emissions in China’s construction industry under the “Dual Carbon” goal.** *Energy and Buildings*, 344, 116014.
- [4] Ojika, F. U., Owobu, W. O., Abieba, O. A., Esan, O. J., Ubamadu, B. C., & Daraojimba, A. I. (2022). **The role of artificial intelligence in business process automation: A model for reducing operational costs and enhancing efficiency.** *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 3(1), 842-860.
- [5] Sari, R., & Muslim, M. (2024). **Corporate transparency and environmental reporting: Trends and benefits.** *Amkop Management Accounting Review (AMAR)*, 4(1), 1-18.
- [6] Yang et al. (2025) – **Digital Transformation and Corporate Carbon Emissions: The Role of Corporate Governance.** <https://doi.org/10.3390/systems13040217>
- [7] Dubisz et al. (2022) – **Measuring CO₂ Emissions Level for More Sustainable Distribution in a Supply Chain.** DOI: 10.14456/easr.2022.78
- [8] Yao, W., Liu, L., Fujii, H., & Li, L. (2024). **Digitalization and net-zero carbon: The role of industrial robots towards carbon dioxide emission reduction.** *Journal of Cleaner Production*, 450, 141820.
- [9] Zulfiqar, M., Tahir, S. H., Ullah, M. R., & Ghafoor, S. (2023). **Digitalized world and carbon footprints: does digitalization really matter for sustainable environment?** *Environmental Science and Pollution Research*, 30(38), 88789-88802.
- [10] Lastauskaite, A., Vaitiekuniene, R., Kartanaite, I., Staugaitis, A. J., & Krusinskas, R. (2026). **Environmental-Practices, Digitalization and Financial Performance: Evidence from Industrial Firms in Eastern and Western Europe.** *Sustainability*, 18(6), 3127.
- [11] Cery, J., (2026). **Baltic Report: Baltics Enter a Stronger 2026.** Erste Group Bank AG. <https://externalcontent.blob.core.windows.net/pdfs/Erste20250119.pdf>
- [12] Downing, N., (2025) **Missing Value Imputation in Environmental, Social, and Governance Data: An Impact on Emissions Scores.** DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5254446>
- [13] Papadopoulos, G., (2022) **Discrepancies in Corporate GHG Emissions Data and Their Impact on Firm Performance Assessment.** *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.4197950
- [14] Booltink, L.W.A. and Saka-Helmhout, A. (2018). **The effects of R&D intensity and internationalization on the performance of non-high-tech SMEs.** *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, Vol. 36, Issue 1, p. 81–103.
- [15] Khan, M. F. (2023). **Macroeconomic factors and Stock exchange return: A Statistical Analysis.** *International Journal of Economics and Finance*, 15(3), 45-58.

DARBO NAŠUMAS BALTIJOS ŠALYSE: TENDENCIJŲ IR VEIKSNIŲ VERTINIMAS

Darbo našumas laikomas vienu svarbiausiu ilgalaikio ekonomikos augimo, konkurencingumo ir visuomenės gerovės veiksniais, nes jis parodo, kaip efektyviai ekonomikoje panaudojami darbo ištekliai ir kiti gamybos veiksniai [1]. Produktyvumo augimas yra svarbus ne tik makroekonominiu požiūriu, bet ir kaip prielaida darbo užmokesčio didėjimui, gyvenimo lygio kilimui, socialinės gerovės stiprinimui bei didesniai ekonomikos atsparumui išoriniams sukrėtimams [2, 3]. Baltijos šalims ši tema ypač aktuali todėl, kad, nepaisant spartaus ekonominio augimo ir konvergencijos su Europos Sąjunga, Lietuva, Latvija ir Estija vis dar susiduria su produktyvumo atotrūkiu nuo ES vidurkio, o produktyvumo didėjimo tempai pastaraisiais metais išlieka netolygūs [1, 3, 4]. Ši problema dar labiau išryškėja demografinių pokyčių, geopolitinio neapibrėžtumo, investicijų svyravimų, energetinių šokų, skaitmenizacijos ir žaliosios transformacijos kontekste [3, 4]. Būtent todėl darbo našumo analizė Baltijos šalyse reikalauja kompleksinio požiūrio, apimančio tiek tradicinius ekonominius, tiek inovacijų, technologijų ir institucinės aplinkos veiksnius.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti darbo našumo tendencijas Baltijos šalyse ir identifikuoti pagrindinius veiksnius, turinčius įtakos kiekvienos šalies darbo našumui. Tyrime taikyta mokslinės literatūros palyginamoji analizė ir apibendrinimas, statistinių duomenų palyginamoji analizė, koreliacinė analizė ir daugialypė regresija. Empiriniame tyrime naudoti 2014 – 2024 m. laikotarpio „Eurostat“ duomenys, o palyginamumui užtikrinti kiekvienai šaliai sudaryta vienoda 11 metinių stebinių imtis. Tyrime priklausomas kintamasis buvo darbo našumas, o nepriklausomieji kintamieji parinkti teorinėje dalyje identifikuotus veiksnius atspindintys rodikliai: bendrosios materialinės investicijos, vidutinis metinis darbo užmokestis (toliau – VDU) vienam darbuotojui, užimtumo lygis, užimtumas pagal išsilavinimo lygį, bendrosios mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros (toliau – MTEP) išlaidos, verslo sektoriaus išlaidos MTEP veiklai, užimtieji informacinių ir ryšių technologijų (toliau – IRT) specialistai, inovatyvių įmonių dalis ir tiesioginės užsienio investicijos.

Mokslinės literatūros analizė išryškino, kad darbo našumą lemia įvairiapusė tarpusavyje susijusių veiksnių sistema. Pirmoji veiksnių grupė – kapitalo kaupimo ir investicijų veiksniai. Mokslininkai pabrėžia, kad investicijos į materialųjį kapitalą, technologijas, įrenginius ir infrastruktūrą didina kapitalo kiekį vienam darbuotojui, leidžia modernizuoti gamybą ir kurti didesnę pridėtinę vertę [5, 6]. Taip pat akcentuojama tiesioginių užsienio investicijų svarba, nes jos prisideda prie technologijų perdavimo, žinių sklaidos ir efektyvesnio išteklių panaudojimo [3, 7]. Antroji grupė – darbo sąnaudų ir darbo rinkos veiksniai. Tyrimai rodo, kad darbo užmokestis gali būti ne tik produktyvumo rezultatas, bet ir jo paskata, jei atlyginimų augimas skatina įmones investuoti į technologijas, efektyvesnius organizacinius sprendimus ir našesnius veiklos modelius [8, 9]. Trečioji grupė – žmogiškojo kapitalo ir demografiniai veiksniai. Aukštesnis darbuotojų išsilavinimas, geresni profesiniai gebėjimai ir jų atitiktis darbo rinkos poreikiams stiprina produktyvumą, o visuomenės senėjimas ir darbingo amžiaus gyventojų mažėjimas gali silpninti augimo potencialą [2, 10]. Ketvirtoji grupė – inovacijų, technologijų ir skaitmenizacijos veiksniai. MTEP investicijos, skaitmeninės technologijos, automatizacija ir IRT specialistų plėtra vis dažniau laikomi pagrindiniais šiuolaikiniais produktyvumo didėjimo šaltiniais [11, 12]. Penktoji grupė – struktūriniai, instituciniai ir regioniniai veiksniai. Produktyvumui svarbi aukštesnės pridėtinės vertės sektorių plėtra, efektyvus išteklių paskirstymas, verslo aplinkos kokybė, inovacijų politika ir regioniniai aglomeracijos efektai [4]. Darbo

našumas negali būti paaiškintas vienu atskiru veiksnio. Šio rodiklio augimas priklauso nuo investicijų, darbo rinkos, žmogiškojo kapitalo, inovacijų ir institucinės aplinkos sąveikos.

Statistinė analizė parodė, kad nagrinėjamu laikotarpiu darbo našumas augo visose Baltijos šalyse, tačiau augimo tempai ir lygiai buvo nevienodi. Estija visą laikotarpį išliko lydere pagal absoliutų darbo našumo lygį – nuo 33 600 Eur 2014 m. iki 57 700 Eur 2024 m. Lietuva pasižymėjo sparčiausiu darbo našumo augimu – nuo 27 500 Eur iki 52 700 Eur, beveik padvigubindama rodiklį ir reikšmingai sumažindama atotrūkį nuo Estijos. Latvija taip pat demonstravo nuoseklų augimą – nuo 26 000 Eur iki 44 400 Eur, tačiau išliko žemiausio darbo produktyvumo šalimi tarp Baltijos valstybių. Vertinant santykinius rodiklius ES vidurkio atžvilgiu, Estija pirmavo pagal darbo našumą vienai dirbtai valandai ir 2024 m. pasiekė 72,7 proc. ES vidurkio, o Lietuva tapo lydere pagal darbo našumą vienam užimtajam ir pasiekė 82 proc. ES vidurkio. Šie rezultatai rodo, kad Baltijos šalys išlaikė nevienodus produktyvumo rezultatus ir darbo išteklių panaudojimo struktūrą.

Aprašomosios statistikos rezultatai papildomai parodė, kad visose trijose šalyse kartu su darbo našumu didėjo investicijos, darbo užmokestis, inovacijų ir MTEP rodikliai, tačiau jų lygis ir dinamika buvo skirtingi. Estijoje itin ryškus augimas fiksuotas bendrųjų MTEP išlaidų, verslo sektoriaus išlaidų MTEP veiklai, IRT specialistų ir tiesioginių užsienio investicijų srityse. Latvijoje dauguma rodiklių taip pat augo, tačiau lėtesniu tempu. Lietuvoje produktyvumo augimą lydėjo spartus investicijų, darbo užmokesčio, IRT specialistų ir inovacijų rodiklių didėjimas.

Koreliacinė analizė atskleidė, kad Estijoje stipriausias teigiamas ryšys nustatytas tarp darbo našumo ir VDU ($r = 0,994$), bendrųjų MTEP išlaidų ($r = 0,986$). Tai rodo, kad Estijos produktyvumo augimas glaudžiai siejosi su inovacijų finansavimu, tarptautinio kapitalo pritraukimu ir darbo rinkos pajamų augimu. Latvijoje didžiausias ryšys nustatytas tarp darbo našumo ir VDU ($r = 0,991$), tiesioginių užsienio investicijų ($r = 0,989$), todėl Latvijos produktyvumo didėjimas labiau siejasi su investicijomis ir darbo rinkos veiksniais. Lietuvoje stipriausias ryšys nustatytas tarp darbo našumo ir bendrųjų materialinių investicijų ($r = 0,997$), užimtųjų IRT specialistų ($r = 0,989$). Lietuvoje darbo našumo augimą labiausiai skatino investicijos, skaitmenizacija ir inovacijos. Tačiau koreliacinė analizė taip pat atskleidė labai stiprius tarpusavio ryšius tarp pačių nepriklausomųjų kintamųjų, todėl regresiniuose modeliuose išryškėjo daugiakoliniarumo problema.

Dėl šios priežasties daugialypės regresijos modeliai kiekvienai šaliai buvo tikslinami etapais, iš jų nuosekliai šalinant statistškai nereikšmingus ar tarpusavyje pernelyg glaudžiai susijusius kintamuosius. Estijos atveju galutiniame modelyje statistškai reikšmingu kintamuoju liko tik bendrosios MTEP išlaidos. Nustatyta, kad MTEP išlaidoms padidėjus 1 proc., darbo našumas padidėja vidutiniškai 0,53 proc. Latvijos atveju galutiniame modelyje reikšmingiausiu kintamuoju tapo vidutinis darbo užmokestis. VDU padidėjus 1 proc., darbo našumas padidėja 0,87 procentu. Lietuvos atveju galutiniame modelyje statistškai reikšmingiausiu veiksnio tapo užimtieji IRT specialistai. 1 proc. padidėjus IRT specialistų daliai, darbo našumas vidutiniškai padidėja apie 0,69 proc. Tyrimo rezultatai parodė, kad, nors visose trijose Baltijos šalyse darbo našumas auga, tačiau jį skatinantys veiksniai yra skirtingi.

Apibendrinant tyrimo rezultatus galima daryti išvadas: 1) nors Baltijos šalyse darbo našumas didėjo, tačiau gerokai atsilieka nuo ES vidurkio. Tarp Baltijos šalių aukščiausiu darbo našumo lygiu pasižymėjo Estija, Lietuva užėmė vidurinę poziciją, o Latvija išliko žemiausiame lygyje; 2) darbo našumo augimą Baltijos šalyse skatina skirtingi veiksniai. Estijos modelis labiausiai grindžiamas inovacijomis, MTEP ir technologine pažanga, Latvijos – darbo užmokesčio augimu ir darbo rinkos efektyvumu, o Lietuvos – skaitmenizacija, IRT specialistų plėtra ir ekonomikos modernizavimu; 3) produktyvumo politika Baltijos šalyse turėtų būti diferencijuota: Estijai svarbiausia toliau stiprinti inovacijų ekosistemą ir investicijas į MTEP, Latvijai – skatinti našumą grįstą darbo užmokesčio augimą ir aukštesnės pridėtinės vertės veiklų plėtrą, o Lietuvai – toliau plėtoti skaitmeninius gebėjimus ir technologinį žmogiškąjį kapitalą; 4) visoms trims valstybėms išlieka bendri uždaviniai: investicijų skatinimas, žmogiškojo kapitalo stiprinimas, inovacijų plėtra ir regioninių skirtumų mažinimas.

LITERATŪRA

- [1] Eurostat. Productivity trends using key national accounts indicators, 2025.
- [2] Organisation for Economic Co-operation and Development. The productivity-inclusive growth nexus. OECD Publishing, Paris. 2021.
- [3] International Monetary Fund. World economic outlook: Productivity and structural reforms. International Monetary Fund, Washington. 2024.
- [4] European Commission. 2022 European Semester: Country reports – Lithuania, Latvia and Estonia. European Commission, Brussels. 2022.
- [5] Lankauskienė, T. Labour productivity growth determinants in the manufacturing sector in the Baltic states. ConSciens Conference Proceedings, 2021, p. 1–9.
- [6] Pariboni, R., Tridico, P. Structural change, institutions and the dynamics of labor productivity in Europe. The Journal of Evolutionary Economics, 2020, 30, p. 829–856.
- [7] Altun, A., Yanikkaya, H. The impact of global value chain participation on sectoral growth and productivity. Sustainability, 2024, 12(12), p. 4848.
- [8] Stundžienė, A., Baliutė, A. Personnel costs and labour productivity: The case of European manufacturing industry. Economies, 2022, 10(2), p. 31.
- [9] Maestas, N., Mullen, K. J., Powell, D. The effect of population aging on economic growth, the labor force, and productivity. American Economic Journal: Macroeconomics, 2023, 15(2), p. 306–332.
- [10] Zhan, J., Wang, L. R&D expenditure, innovation capability and labour productivity: International panel evidence. Sustainability, 2024, 16(23), p. 10264.
- [11] Lastauskaitė, A., Krusinskas, R. Digitalization and productivity: Evidence from EU manufacturing sector. European Journal of Economics, 2023, 3(1), p. 1–12.
- [12] Mura, P. O., Donath, L. E. Digitalisation and economic growth in the European Union. Electronics, 2023, 12(7), p. 1718.

CBDC POVEIKIS KOMERCINIŲ BANKŲ VERSLO MODELIUI

Įvadas

Centrinių bankų skaitmeninės valiutos (CBDC) keičia pinigų sistemą ir kelia klausimų dėl jų poveikio komerciniams bankams. CBDC gali veikti kaip komercinių bankų indėlių pakaitalas, mažinti jų finansavimo bazę ir keisti jų vaidmenį finansiniame tarpininkavime. Tyrimo problema kyla iš to, kad mokslinėje literatūroje CBDC poveikis bankams dažnai analizuojamas teoriniais modeliais, tačiau mažiau dėmesio skiriama tam, kaip šį poveikį apibrėžia pačios institucijos. Todėl šiame tyrime nagrinėjama oficiali centrinių ir komercinių bankų komunikacija. Tyrimo tikslas – atskleisti, kaip Europos Sąjungos ir Kinijos institucijos apibrėžia CBDC poveikį komercinių bankų verslo modeliui. Jame siekiama ne tik aprašyti institucijų pozicijas, bet ir parodyti, kaip jų komunikacija formuoja CBDC poveikio komerciniams bankams supratimą. Ypatingas dėmesys skiriamas institucijų įvardijamoms rizikoms, jų valdymo priemonėms ir bankų prisitaikymo galimybėms.

Metodologija

Tyrime taikyta mišri (induktyvioji ir deduktyvioji) turinio analizė: tekstuose identifikuoti prasminiai vienetai, jie koduoti ir vėliau sugrupuoti į analitines kategorijas [1]. Dokumentų atranka rėmėsi ankstesniais CBDC tyrimais, kuriuose išskiriami keturi pagrindiniai poveikio kanalai: bankų sektorius, finansinis stabilumas, finansinis tarpininkavimas ir mokėjimų sistema [2, 3, 4, 5].

Tyrime analizuotos Europos Sąjungos ir Kinijos jurisdikcijos. Analizė atlikta lyginamuoju aspektu, siekiant nustatyti skirtumus tarp Europos Sąjungos ir Kinijos institucijų požiūrio. Europoje analizuota Europos Centrinio Banko (ECB) ir euro zonos nacionalinių centrinių bankų komunikacija, o Kinijoje – Kinijos Liaudies banko (PBOC) dokumentai. Į analizę taip pat įtraukta sisteminės svarbos komercinių bankų komunikacija: Europoje nagrinėti Europos bankininkystės institucijos įvardijami globalios sisteminės svarbos bankai (G-SIB), o Kinijoje – PBOC įvardijami vietinės sisteminės svarbos bankai (D-SIB). Duomenų rinkinį sudarė 2020–2025 m. oficialiai publikuoti institucijų dokumentai: centrinių bankų analitinės ir politikos formavimo publikacijos, konsultaciniai dokumentai, tyrimų publikacijos bei komercinių bankų teminės analizės ir informaciniai pranešimai, jei juose CBDC buvo reikšminga analitinė tema. Neįtraukti tekstai, kuriuose CBDC minima tik fragmentiškai, taip pat rinkodaros turinys ir bendro pobūdžio naujienos.

Dokumentų paieška vyko dviem etapais naudojant oficialias centrinių bankų ir komercinių bankų interneto svetaines. Pirmajame, naudojant raktažodžius „central bank digital currency(-ies)“, „CBDC(s)“, „digital euro“, „digital yuan“, „e-CNY“, „digital RMB“ ir kt. [6, 7], identifikuoti 203 su CBDC susiję dokumentai. Antrajame etape vertinta, ar CBDC yra pagrindinė analizuojama tema ir ar dokumente nagrinėjamas bent vienas iš keturių poveikio kanalų. Dokumentai, kuriuose CBDC minima tik epizodiškai arba nėra analizuojamas jos poveikis bankų veiklai, buvo atmesti. Galutinei analizei atrinkti 77 dokumentai, kurie sudarė tyrimo empirinį pagrindą. Kodavimas atliktas MAXQDA aplinkoje: pirmiausia taikytas atviras kodavimas, vėliau temos sugrupuotos į tris apibendrintas rezultatų kategorijas – palankūs poveikiai, rizikos ir padariniai, rizikų valdymo mechanizmai bei strateginis prisitaikymas. Kodavimo schema buvo nuosekliai taikoma visiems analizuotiems dokumentams, siekiant užtikrinti rezultatų palyginamumą.

Rezultatai

1. Palankūs poveikiai

Palankus CBDC poveikis institucijų komunikacijoje suprantamas nevienodai. Europos komerciniai bankai jį sieja su didmenine CBDC (wCBDC) ir tokenizuotų finansų infrastruktūra, suvokdami ją ne kaip indėlių pakaitalą, o kaip atsiskaitymo centrinio banko pinigais sluoksnį, mažinantį operacinę trintį. wCBDC siejama su greitesniu atsiskaitymu, mažesniu tarpininkų skaičiumi, automatizavimu, 24/7 veikimu, efektyvesniu likvidumu ir užstato valdymu bei saugesniu atsiskaitymu. ECB komunikacijoje poveikis siejamas su Europos mokėjimų ekosistemos stiprinimu: skaitmeninis euras pristatomas kaip vieša infrastruktūra, padedanti mokėjimo paslaugų teikėjams (PSP), įskaitant bankus, mažinti priklausomybę nuo kortelių schemų ir mobiliųjų mokėjimų platformų, kurti naujus produktus, išlaikyti klientų sąsają, duomenų kontrolę ir generuoti pajamas. Kinijos komercinių bankų komunikacijoje nauda labiau siejama su praktiniais e-CNY taikymais – viešaisiais mokėjimais, kreditavimu, obligacijų emisijomis, žaliojo finansavimo produktais ir tarpvalstybiniais atsiskaitymais. Taigi, Europoje CBDC labiau siejama su infrastruktūros efektyvinimu, o Kinijoje – su praktiniu taikymu, inovacijų diegimu.

2. Rizikos ir padariniai

Visose institucijų grupėse pagrindinė CBDC rizika siejama su indėlių pakeitimu. Plačiai prieinama ir patraukli CBDC galėtų paskatinti lėšų perkėlimą iš komercinių bankų į centrinio banko pinigus, mažindama jų stabilaus finansavimo šaltinį ir didindama priklausomybę nuo brangesnio finansavimo. Tai neigiamai veiktų bankų pelningumą ir kreditavimą. Europos komerciniai bankai šią riziką aptaria plačiausiai, pabrėždami ne tik indėlių bazės, bet ir mokėjimų pajamų, komisinių srautų bei prieigos prie klientų duomenų mažėjimą. CBDC poveikis Europos institucijų laikomas heterogenišku – labiausiai pažeidžiami bankai, priklausomi nuo mažmeninių indėlių. Visose institucijų grupėse sutariama, kad krizės metu CBDC, kaip saugus skaitmeninis aktyvas, gali paspartinti lėšų pasitraukimą iš bankų, tačiau centriniai bankai šias rizikas dažniausiai vertina kaip valdomas dizaino sprendimais. Apibendrinant, abiejose jurisdikcijose įvardijamos tos pačios rizikos, tačiau Europoje jos labiau analizuojamos, o Kinijoje dažniau laikomos suvaldytomis, rečiau įvardijamos komercinių bankų.

3. Rizikų valdymo mechanizmai ir strateginis prisitaikymas

Dažniausiai minimas rizikų valdymo mechanizmas yra CBDC laikymo limitai, ribojantys vartotojui leidžiamą laikyti CBDC kiekį ir taip kontroliuojantys indėlių nutekėjimą. Su tuo glaudžiai susijęs palūkanų dizainas: CBDC gali būti nepalūkaninė, su nepatraukliomis palūkanomis arba pakopine sistema, neskatinančia didelių sumų kaupimo. Tiek ECB, tiek PBOC komunikacijoje svarbiu saugikliu laikomas dviejų pakopų modelis, kuriame centrinis bankas vykdo emisiją ir kontrolę, o komerciniai bankai teikia paslaugas. Europos modelyje papildomai akcentuojamos sąsajos su banko sąskaita (angl. *waterfall*, *reverse waterfall*), leidžiančios perteklinius likučius automatiškai grąžinti į sąskaitą ar papildyti piniginę mokėjimo metu. ECB, skirtingai nei PBOC, taip pat akcentuoja PSP kompensavimą ir kaštų padengimą, siekdamas užtikrinti bankų paskatas dalyvauti. Taigi, abiejose jurisdikcijose išryškunami panašūs rizikos valdymo mechanizmai, tačiau Europoje daugiau dėmesio skiriama ekonominėms paskatoms bankams.

Išvados

CBDC poveikis komercinių bankų verslo modeliui institucijų komunikacijoje apibūdinamas dviem kryptimis – kaip galimybės ir kaip rizikos. Ta pati technologija gali būti palanki didmeninių mokėjimų, atsiskaitymų infrastruktūros ir tokenizuotų finansų srityse, tačiau kelti iššūkių mažmeninių indėlių ir mokėjimų paslaugas teikiantiems bankams. Pagrindinis rizikos mechanizmas yra indėlių pakeitimas, lemiantis finansavimo, likvidumo, pelningumo, kreditavimo ir krizės metu galimo lėšų nutekėjimo padarinius. Todėl esminis klausimas yra ne CBDC egzistavimas, o jos santykis su komercinių bankų indėliais.

Skirtingose jurisdikcijose CBDC poveikis vertinamas nevienodai: Europos institucijos daugiau dėmesio skiria rizikoms ir jų modeliavimui, o Kinijoje jos dažniau laikomos suvaldytomis ir akcentuojamas

praktinis CBDC pritaikymas. Centriniai bankai šias rizikas sieja su dizaino ir institucinės architektūros sprendimais. Lėšų laikymo limitai, nepalankios ar nulinės palūkanos, sąsajos su bankų sąskaitomis, dviejų pakopų modelis, PSP kompensavimas ir likvidumo parama naudojami siekiant išlaikyti CBDC kaip mokėjimo, o ne taupymo priemonę. ECB, skirtingai nei PBOC, labiau akcentuoja ir galimą naudą komerciniams bankams. Bendrai, CBDC poveikis bankams euro zonos ir Kinijos institucijų suprantamas kaip dizainu valdoma finansų sistemos transformacija, o ne neišvengiamas komercinių bankų vaidmens mažėjimas. Tyrimo rezultatai gali būti naudingi formuojant CBDC dizainą ir vertinant jo poveikį bankų sektoriui.

LITERATŪRA

- [1] Elo, S., Kyngäs, H. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 2008, 62, 107–115.
- [2] Bizama, G. Fast payment systems and central bank digital currencies: Evidence from Pix and the Drex in Brazil. *Latin American Journal of Central Banking*, 2026, 100206.
- [3] Brühl, V. The potential impact of a central bank digital currency (CBDC) on the banking sector: the case of a digital euro. *Eurasian Economic Review*, 2026, 16, 215–240.
- [4] Luu, H. N., Nguyen, C. P., Nasir, M. A. Implications of central bank digital currency for financial stability: Evidence from the global banking sector. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2023, 89, 101864.
- [5] Vollmar, S., Wening, F. The impact of CBDC on a deposit-dependent banking system. *Journal of Financial Stability*, 2024, 73, 101283.
- [6] Kvedaravičiūtė, E., Šapkauskienė, A. Development of central bank digital currencies: a bibliometric analysis. *EuroMed Journal of Business*, 2025, 20, 514–528.
- [7] Mohammed, M. A., De-Pablos-Heredero, C., Botella, J. L. M. Mapping the transformative realm of blockchain-enabled central bank digital currencies: a bibliometric analysis. *Eurasian Economic Review*, 2025, 15, 53–88.

ŽMOGAUS AUTONOMIJOS PRINCIPAS KAIP PRIELAIDA MINTIES LAISVEI ŠIUOLAIKINIAME PASAULYJE: TEISINĖ PERSPEKTYVA

Šiuolaikiniame pasaulyje spartus dirbtinio intelekto, skaitmeninių technologijų vystymasis bei informacinės manipuliacijos kelia naujus iššūkius žmogaus teisėms ir laisvėms. Autoritariniai režimai, pasinaudodami technologinėmis galimybėmis, vykdo nekonvencinius išpuolius prieš Europos demokratijas, pasireiškiančius dezinformacija, kibernetinėmis atakomis ir sabotazo veiksmais. Tai nukreipta ne tik prieš valstybės saugumą, bet ir prieš žmogaus gebėjimą savarankiškai formuoti įsitikinimus, iš laisvo apsisprendimo kylančius autonomiškai priimamus sprendimus. Tokios tendencijos aktualizuoja autonomijos principo reikšmę kaip pamatinę minties laisvės prielaidą ir leidžia kelti klausimą, ar teisė šiandieną yra pajėgi adekvačiai reaguoti į naujausias grėsmes. Su tuo susijęs ir šio tyrimo tikslas – išanalizuoti ir permąstyti minties laisvės sampratą žmogaus autonomijos principo kontekste bei įvertinti galimus teisinius atsakus į šiuolaikines grėsmių formas. Tyrimas grindžiamas tarpdisciplininiu požiūriu, jungiančiu filosofijos ir teisės požiūrio taškus. Pirmiausia, remiantis I. Kanto filosofija, analizuojama autonomijos principo samprata, siekiant iš esmės išanalizuoti minties laisvės sampratos aspektus. Toliau, lyginamosios analizės būdu tyrimo metu siekta įvertinti, kaip teisė į minties laisvę reglamentuojama Europos valstybių konstitucijose. Galiausiai, praktinio atvejo analizės būdu, tyrime nagrinėta (kibernetinio) sabotazo samprata ir jos teisinio reglamentavimo galimybės Lietuvos Respublikos baudžiamajame kodekse.

Teisė į minties laisvę šiuolaikinėje realybėje remiantis I. Kanto autonomijos principu, reiškia, kad asmuo turi pareigą naudotis savo protu be išorinio autoriteto neteisėto įsikišimo. Ši pareiga yra, vienintelės pagal I. Kantą teisės – teisės į laisvę – sąlyga. [1] Šią laisvę žmogus gali pasiekti naudojant racionalius gebėjimus naudotis savo paties protu. Negebėjimą pasinaudoti savo protiniais gebėjimais I. Kantas sieja ne tiek su suvokimo stoka, kiek tinginyse mąstyti savo protu ir drąsos stygiumi kritiškai samprotauti bei veikti nesibaiminant galimų reakcijų ir pan. „Kantiškoji“ autonomija yra grindžiama kategoriniu imperatyvu, pagal kurį žmogus laikomas autonomišku tuomet, kai savo veiksmus grindžia tokiomis valios maksimumais, kurios galėtų būti visuotinai galiojančiu įstatymu. Šis Kanto pasiūlytas imperatyvas susideda iš trijų formulų, tarp kurių aktualiausia šiame tyrime yra trečioji. Pagal kurią žmogaus autonomiška valia yra moralinio dėsno kūrėja sau ir kitiems. Tokiu būdu autonomija kaip laisvė ir yra žmogaus gebėjimas pačiam sau nustatyti racionaliai pagrįstus veikimo principus, kuriais remiantis priimami autonomiški sprendimai. Tokie sprendimai gali atsirasti tik tuomet, jei asmuo yra iš tiesų laisvas formuoti savo mintis bei įsitikinimus. Mintis ir jos laisvė yra asmens vidinė neliečiama sritis, kuri yra esminė asmens laisvo apsisprendimo sąlyga. Taigi, minties laisvė laikytina autonomijos įgyvendinimo sąlyga, jungiančia vidinį apsisprendimą ir išorinį žmogaus veikimą, grindžiamą laisva valia.

Teisė į minties laisvės apsaugą tradiciškai grindžiama jos skirstymu į dvi sritis: *forum internum* ir *forum externum*. *Forum internum* apima asmens vidinį mąstymo procesą, įsitikinimų ir vertybių formavimąsi, todėl šiai sričiai suteikiama absoliuti apsauga, kadangi valstybės intervencija į vidinę žmogaus erdvę paneigtų pačią autonomijos galimybę bei apsisprendimo teisę. Tuo tarpu *forum externum* reiškia minčių išraišką veiksmais ar žodžiais, kuri gali būti ribojama tik įstatymu siekiant apsaugoti visuomenės saugumą, valstybės interesus ir kt. Tokia skirtis atsispindi ir Europos valstybių konstituciniame reguliavime, kuriame teisė į minties laisvę dažniausiai įtvirtinama kartu su sąžinės ir religijos laisvėmis. Šios laisvės ribojimas kai kuriais atvejais, tame tarpe ir Lietuvos, neleidžiamas net nepaprastosios ar karo padėties metu. Teismų praktikoje, tiek nacionaliniu, tiek tarptautiniu, pripažįstama, kad kol mintys nepasireiškia objektyvioje

tikrovėje, jos išlieka absoliučios, o teisiniu vertinimo objektu gali tapti tik jų išorinė išraiška. Dėl riboto praktinio taikymo teisė į minties laisvę doktrinoje neretai vadinama „pamirštąja“ teise [2] ir dažniausiai aiškinama per sąžinės, religijos, orumo ar privataus gyvenimo apsaugą. Vis dėlto skaitmeninių technologijų plėtra kelia klausimą dėl tokio dvinarės struktūros pakankamumo. Mokslo diskurse pradedama plėtoti išplėstinės minties (angl. *extended thought*) samprata. Keliamo hipotezė, kad mąstymo procesas dabar vyksta jau ne tik asmens mintyse, bet ir per išorines priemones tokias, kaip: mobiliuosius įrenginius, duomenų bazes, skaitmeninius įrankius. [3] Todėl kėsintis į tokias priemones, galima teigti, prilygsta intervencijai į asmens vidinę mąstymo ir minčių formavimosi erdvę. Esant tokiam teisiniui neapibrėžtumui pagrįstai kyla klausimas, ar esamas teisinis reguliavimas pakankamas teisei į minties laisvę užtikrinti.

Permąstyta minties laisvės samprata, grindžiama asmens autonomijos principu, skaitmeniniame amžiuje tampa neatsiejama nuo valstybės gebėjimo užtikrinti saugią informacinę ir technologinę terpę. Šios laisvės svarba pabrėžiama Europos Žmogaus Teisių Teismo jurisprudencijoje, kuria remiantis galima daryti išvadą, kad būtent minties laisvė yra vienas iš demokratinės visuomenės pamatų. [4] Šiuolaikinėje hibridinių grėsmių aplinkoje būtent šiai asmens ir valstybės autonomijai didžiausią pavojų kelia naujos nusikalstamos veikos, transformuojančios tradicinį sabotažo suvokimą. Šiandienos sabotažas negali būti tapatinimas vien tik su fiziniu infrastruktūros naikinimu, nes tikrasis jo taikiny – žmogaus mąstymas bei jo vertybinis kompasas. Sistemingas trikdymas lemia įbauginimą, lygiagrečiai kinta asmens gebėjimas savarankiškai priimti sprendimus bei pasitikėti demokratine valstybe. Nepaisant šių tendencijų, Lietuvos baudžiamojoje teisėje sabotažo veikos įvardijamos teroristiniu aktu, o tai nėra visiškai tikslu. Terorizmas kėsina į visuomenės saugumą, tuo tarpu sabotažas į valstybės institucijų sprendimų priėmimą ir strateginius interesus. Šiai spragai užpildyti būtinas terminologinis tikslumas, leidžiantis atriboti sabotažą nuo ideologinės diversijos, priskiriamos psichologinei kategorijai, bei nuo karinės diversijos, pasižyminčios imituojamojo pobūdžio veiksmais ar fiziniu logistikos trikdymu. Siekiant išvengti „Lenkijos pamokos“, kur po 2023 m. Lenkijos BK pataisos (Art. 130) sabotažas buvo paminėtas šnipinėjimo kontekste nepateikiant jo teisinės definicijos, taip sukuriant lingvistinį chaosą bei galimą prieštaravimą *nullum crimen sine lege certa* principui. Lietuvai būtina įtvirtinti savarankišką ir aiškiai apibrėžtą normą. [5]

Atsižvelgiant į tai, šiame tyrime siūloma Lietuvos Respublikos baudžiamojo kodekso XVI skyrių papildyti nauju 122 – 1 straipsniu, kuris kriminalizuotų tiek fizinį, tiek kibernetinį sabotažą, tiesiogiai užkardant pasikėsinimus į strateginę infrastruktūrą bei ypatingos svarbos asmens ir visuomenės duomenų sistemas. Toks teisinis aiškumas taptų ne tik saugumo priemone, bet ir praktiniu teisės į minties laisvę garantu. Valstybėje, kurioje žmogus dėl manipuliacijų ir baimės praranda kognityvinę autonomiją, demokratija praranda savo pamatą. Galiausiai konstatuotina, kad tradicinis minties laisvės skirstymas į *forum internum* ir *forum externum* skaitmeniniame amžiuje nebeatliepia realybės. Todėl šiame tyrime akcentuojama išplėstinės minties (angl. *extended thought*) hipotezė. Ji tampa pagrindu tolimesniems trapdisciplinininiams tyrimams, siekiant nustatyti, kaip baudžiamoji teisė gali efektyviai apginti asmens kognityvinį suverenitetą nuo hibridinio sabotažo keliamų grėsmių.

LITERATŪRA

- [1] Immanuel Kant. *The Metaphysics of Morals*. Edited by Lara Denis. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- [2] Mary Anne Waldron, *Free to Believe: Rethinking Freedom of Conscience and Religion in Canada*. Toronto: University of Toronto Press, 2013
- [3] The Cambridge Handbook of The Right to Freedom of Thought. Edited by Patrick O’Callaghan and Bethany Shiner. Cambridge: Cambridge University Press, 2025.
- [4] European Court of Human Rights, İzzettin Doğan and Others v. Turkey [GC], no. 62649/10, 26 April 2016
- [5] L. Rosicki, R. Rosicki, „Penal Policy as Exemplified by the Criminalisation of the Offences of Espionage-Related Subversion and Sabotage in Poland“ *Środkowoeuropejskie Studia Polityczne* 2025, nr 2.

VALSTYBĖS LYGIO EKSTREMALIOJI SITUACIJA: TARP BŪTINYBĖS IR DISKRECIJOS SANTRAUKA

Šiuolaikinės valstybės vis dažniau susiduria su įvairiais krizės reiškiniais, tokiais kaip pandemijos, gamtinės nelaimės, kibernetiniai išpuoliai ar migracijos srautai, kuriems valdyti būtinos greitos, tačiau kartu ir teisiškai pagrįstos priemonės. Atsižvelgiant į tai, daugelyje šalių įvedami specialūs teisiniai režimai, leidžiantys laikinai riboti tam tikras žmogaus teises, siekiant užtikrinti valstybės saugumą ir viešąją tvarką. Teisės teoretikai pabrėžia, kad nors šie režimai yra laikini, nesant efektyvios kontrolės, žmogaus teisių suvaržymai gali tapti nuolatiniais. Tai kelia rimtą pavojų demokratijai ir konstitucinei santvarkai, nes užsitęsęs ypatingasis režimas gali iš esmės pakeisti valstybės valdymo principus.

Lietuvoje nuo 2020 metų vis dažniau taikomas specialusis teisinis režimas – valstybės lygio ekstremalioji situacija. Tyrimas nagrinėja šio teisinio režimo pagrindus, jo peržiūros mechanizmus ir specifinius žmogaus teisių apribojimus, ypač atsižvelgiant į ekstremalią situaciją, paskelbtą dėl masinio užsieniečių antplūdžio. 2021 metais, paskelbus šią ekstremalią situaciją, buvo apribotos tam tikros teisės, kaip teisė į prieglobstį, sumažinta pažeidžiamų asmenų apsauga, griežtinta teisminė kontrolė ir įvesti laisvės suvaržymai prieglobsčio prašytojams. Taip pat buvo atidėta užsieniečių integracija į darbo rinką. Šie apribojimai buvo nustatyti, siekiant suvaldyti krizę, tačiau kartu iškilo klausimai dėl jų teisinės pagrįstumo ir ilgalaikio poveikio.

Vyriausybė turi tam tikrą diskreiją skelbdama valstybės lygio ekstremalią situaciją, kai Nacionalinis krizių valdymo centras nustato, kad įvykis atitinka ekstremalių įvykių kriterijus. Tačiau po šio sprendimo nėra nustatyta konkrečių mechanizmų ar periodiškumo, kada turi būti vertinamas šios ekstremalios situacijos tęstinumas. Pavyzdžiui, ekstremalioji situacija dėl masinio užsieniečių antplūdžio tęsiasi jau 4,5 metų, tačiau nėra aiškių kriterijų, kada ši situacija skelbiama ir kokia gali būti maksimali šio teisinio režimo trukmė. Pagal įstatymą, žmogaus teisių ribojimai gali būti pratęsiama tik su Seimo pritarimu, tačiau, jei ekstremali situacija kyla dėl priešiškos užsienio valstybės veiklos ar nekonvencinių grėsmių, taikoma išimtis ir Vyriausybė neturi pareigos gauti Seimo pritarimą. Atsižvelgiant į geopolitinę situaciją ir į tai, kad bent dvi iš paskelbtų valstybės lygio ekstremaliųjų situacijų tiesiogiai susijusios su Baltarusijos režimo veiksmais, ši nuostata iš esmės leidžia tęsti fundamentalius žmogaus teisių ribojimus neterminuotai, be Seimo įsitraukimo.

Šio tyrimo metu analizuota ekstremalioji situacija dėl masinio užsieniečių antplūdžio ir jos metu galiojantys žmogaus teisių apribojimai. Europos Sąjungos Teisingumo Teismas (ESTT) 2022 metų birželio 30 dieną išnagrinėjo bylą, kurioje Lietuva buvo kritikuojama dėl apgrėžimų, taikomų Lietuvos ir Baltarusijos pasienyje, nepaaiškinant, koks yra šios priemonės poveikis viešosios tvarkos palaikymui ir nacionalinio saugumo užtikrinimui. ESTT nuosekliai laikosi pozicijos, kad bendros nuorodos į galimą viešosios tvarkos ar nacionalinio saugumo sutrikdymą negali pateisinti nukrypimų nuo ES teisės normų. Reaguodama į šį teismo sprendimą, 2023 metais Lietuvos Seimas priėmė pataisas, kurios grąžino galimybę pateikti prieglobsčio prašymą nepriklausomai nuo atvykimo būdo, tačiau išlaikė griežtą apgrėžimo politiką, kurios įgyvendinimas vis tiek priklauso nuo Vyriausybės sprendimo.

Šiame kontekste pažymėtina, kad Lietuvai ateityje gali tekti atsižvelgti į būsimus ES teisės pokyčius, tokius kaip Migracijos ir prieglobsčio pakto įsigaliojimas 2026 metais, kuris numato naują specialų teisinį režimą ypatingoms migracijos situacijoms. Įgyvendinant paktą, būtina užtikrinti, kad Lietuvoje nebūtų skelbiama toks specialusis teisinis režimas, kurio metu taikytini žmogaus teisių ir laisvių ribojimai būtų nesuderinami su ES teise. Be to, šiuo metu Europos Žmogaus Teisių Teismas

nagrinėja mažiausiai 7 bylas, susijusias su valstybės lygio ekstremalia situacija dėl masinio užsieniečių antplūdžio. Būsimi teismo sprendimai gali turėti didelę įtaką tiek nacionalinei, tiek tarptautinei teisei praktikai valdant situacijas, susijusias su išaugusiais migracijos srautais.

LITERATŪRA

- Vainorienė, A. *Nepaprastosios padėties teisiniai pagrindai, daktaro disertacija (socialiniai mokslai, teisė 01S)*, Vilniaus universitetas, Vilnius, 2018, p. 166.
- Schmitt, C. *Politinė teologija. Politinė teologija II*, iš vokiečių k. vertė Antanas Gailius, Versus aureus, Vilnius, 2014, p. 33
- Agamben, G. *State of Exception*, iš italų k. vertė Kevin Attell, University of Chicago Press, Chicago, 2005, p. 1

TEISĖS AKTAI IR TEISMŲ SPRENDIMAI

- 2021 m. liepos 2 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 517 „Dėl valstybės lygio ekstremaliosios situacijos paskelbimo, valstybės lygio ekstremaliosios situacijos valstybės operacijų vadovo paskyrimo ir Lietuvos Respublikos valstybės sienos apsaugos sustiprinimo“
- 2021 m. rugpjūčio 10 d. Lietuvos Respublikos karinės jėgos naudojimo statuto 13 ir 14 straipsnių pakeitimo įstatymas Nr. XIV-511
- 2021 m. liepos 2 d. Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerijos teikimas Nr. 1D-3835 „Dėl Vyriausybės nutarimo projekto pateikimo“
- Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministro 2021 m. rugpjūčio 2 d. sprendimas Nr. 10V-20 „Dėl masinio užsieniečių antplūdžio pasienio ruožo teritorijose prie Lietuvos Respublikos valstybės sienos su baltarusijos respublika valdymo ir valstybės sienos apsaugos sustiprinimo“
- 2021 m. gruodžio 23 d. Lietuvos Respublikos įstatymo „Dėl užsieniečių teisinės padėties“ Nr. IX-2206 2, 3, 5, 26, 32, 40, 50, 67, 71, 76, 77, 79, 113, 125, 126, 130-1, 136, 138, 139, 140 straipsnių pakeitimo, 69 straipsnio ir IX-1 skyriaus pripažinimo netekusiais galios ir įstatymo papildymo X-2 skyriumi įstatymas Nr. XIV-816
- 2022 m. birželio 30 d. Europos Sąjungos Teisingumo Teismo sprendimas byloje C-72/22 PPU, 73 p.
- 2022 m. gruodžio 29 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 1317 „Dėl Lietuvos Respublikos krizių valdymo ir civilinės saugos įstatymo įgyvendinimo“
- 2023 m. balandžio 25 d. Lietuvos Respublikos valstybės sienos ir jos apsaugos įstatymo Nr. VIII-1666 1, 2, 4, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 23, 26 straipsnių pakeitimo ir įstatymo papildymo 23-1 straipsniu ir nauju IX skyriumi įstatymas Nr. XIV-1891
- 2023 m. balandžio 26 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 301 „Dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2022 m. gruodžio 29 d. nutarimo Nr. 1317 „Dėl Lietuvos Respublikos krizių valdymo ir civilinės saugos įstatymo įgyvendinimo“ pakeitimo“
- 2023 m. gegužės 3 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 315 „Dėl Lietuvos Respublikos valstybės sienos apsaugos esant paskelbtai valstybės lygio ekstremaliajai situacijai“
- 2023 m. birželio 7 d. Konstitucinio Teismo nutarimas Nr. KT53-A-N6/2023 „Dėl Lietuvos Respublikos įstatymo „Dėl užsieniečių teisinės padėties“ nuostatų atitikties Lietuvos Respublikos Konstitucijai“
- 2025 m. kovo 26 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 157 „Dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2022 m. gruodžio 29 d. nutarimo Nr. 1317 „Dėl Lietuvos Respublikos krizių valdymo ir civilinės saugos įstatymo įgyvendinimo“ pakeitimo“
- Lietuvos vyriausiojo administracinio teismo 2025 m. gruodžio 30 d. nutartis administracinėje byloje Nr. eA-820-552/2025

STARTUOLIŲ DALYVIŲ PASITRAUKIMO TEISINIAI BARJERAI LIETUVOJE

Tyrimo objektas – startuolių dalyvių pasitraukimo (angl. *exit*) procesų teisinis reguliavimas Lietuvoje bei su tuo susiję praktiniai iššūkiai. Sparčiai augant startuolių ekosistemai, vis didesnę reikšmę įgauna galimybė efektyviai realizuoti investicijas per įmonių įsigijimus ir susijungimus (toliau – M&A) ar pirminį viešą akcijų siūlymą (toliau – IPO). Tačiau praktikoje šie procesai dažnai susiduria su įvairiais teisiniais barjeriais, tokiais kaip reguliavimo neapibrėžtumas, mokestinės aplinkos sudėtingumas bei procedūriniai reikalavimai, keliantys klausimą, ar Lietuvos teisinė sistema yra pakankamai palanki startuolių pasitraukimo strategijų įgyvendinimui.

Tyrimo tikslas – įvertinti, kaip Lietuvos teisinis reguliavimas veikia startuolių dalyvių pasitraukimo galimybes bei identifikuoti pagrindinius teisinius barjerus. Tyrimas buvo vykdomas taikant kompleksinę metodologiją, apimančią normatyvinę teisės analizę, lyginamąją analizę, empirinius tyrimo metodus ir atvejų analizę. Atliekant galiojančio teisinio reguliavimo analizę buvo nagrinėjami Lietuvos Respublikos akcinių bendrovių, vertybinių popierių bei mokesčių įstatymai, taip pat aktualūs Europos Sąjungos teisės aktai, reglamentuojantys M&A ir IPO procesus. Lyginamojoje dalyje analizuota kitų jurisdikcijų, ypač Estijos ir Nyderlandų, teisinė aplinka siekiant įvertinti Lietuvos konkurencingumą. Empirinis tyrimas buvo orientuotas į kokybinę analizę, siekiant identifikuoti praktinius iššūkius, su kuriais susiduriama įgyvendinant startuolių pasitraukimo sandorius.

Empirinio tyrimo metu buvo atlikti pusiau struktūruoti interviu su teisės praktikais (advokatais) iš pirmaujančių Lietuvos advokatų kontorų bei investuotojais, ypač verslo angelais, investuojančiais į startuolius, siekiant identifikuoti praktinius iššūkius, kylančius įgyvendinant startuolių pasitraukimo sandorius. Taip pat atlikta pasirinktų M&A ir IPO atvejų analizė, leidusi identifikuoti pagrindines praktines problemas.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad Lietuvos teisinė sistema formaliai sudaro prielaidas startuolių pasitraukimo strategijų įgyvendinimui, tačiau praktikoje išlieka reikšmingų trūkumų. Nustatyta, kad M&A sandorių įgyvendinimą dažnai apsunkina reguliavimo fragmentiškumas, procedūrinis sudėtingumas ir ne visada aiškus teisės normų taikymas. Taip pat pažymėtina, kad mokestinės aplinkos neapibrėžtumas daro neigiamą įtaką sandorių struktūravimui ir investuotojų sprendimams. Empirinio tyrimo duomenys patvirtino, kad praktikoje dalyviai susiduria su teisinio aiškumo stoka bei ilgesniais sandorių įgyvendinimo terminais.

Atvejų analizė parodė, kad Lietuvoje IPO kaip pasitraukimo būdas išlieka ribotai išvystytas, o M&A sandoriai dažniau pasirenkami kaip pagrindinė investicijų realizavimo priemonė. Lyginamoji analizė atskleidė, kad tokios valstybės kaip Estija ir Nyderlandai pasižymi lankstesniu ir aiškesniu reguliavimu, ypač M&A srityje, kas didina jų patrauklumą investuotojams.

Apibendrinant galima teigti, kad siekiant pagerinti startuolių pasitraukimo galimybes Lietuvoje, būtina didinti teisinio reguliavimo aiškumą, mažinti procedūrinę naštą bei užtikrinti konkurencingą mokestinę aplinką. Tyrimo rezultatai gali būti naudingi tiek teisėkūros procesams, tiek praktiniams rinkos dalyvių sprendimams, prisidedant prie Lietuvos, kaip inovacijoms palankios valstybės, stiprinimo.

DIRBANČIŲJŲ SKURDAS EUROPOS SĄJUNGOJE: STRUKTŪRINIAI VEIKSNIAI IR TENDENCIJOS

Dirbančiųjų skurdas (angl. *in-work poverty*) yra vienas iš aktualiausių šiuolaikinės Europos Sąjungos socialinių ir ekonominių iššūkių, rodantis, kad užimtumas pats savaime nebėra pakankama sąlyga oriam gyvenimo lygiui užtikrinti. Nepaisant ekonominio augimo ir didėjančio užimtumo lygio, reikšminga dalis dirbančiųjų vis dar susiduria su skurdo rizika, o tai atskleidžia struktūrinius darbo rinkos ir socialinės politikos disbalansus, susijusius su žemu darbo užmokesčiu, nestandartinėmis užimtumo formomis, darbo rinkos segmentacija bei nepakankamai veiksminga pajamų perskirstymo sistema [1; 2]. Mokslinėje literatūroje dirbančiųjų skurdas vis dažniau analizuojamas kaip kompleksinis ir daugialypis reiškiny, kylantis iš darbo rinkos institucijų, socialinės apsaugos sistemų ir platesnio socioekonominio konteksto sąveikos, pabrėžiant, kad vien užimtumo didinimas nėra pakankamas sprendimas, jei darbo vietos pasižymi žemu atlygiu, nestabilumu ar ribotomis socialinėmis garantijomis, o darbo rinkos segmentacija ir nestandartinių užimtumo formų plitimas lemia ilgalaikį žemų pajamų „įstrigimą“ ir struktūrinį skurdo pobūdį [3; 4].

Dirbančiųjų skurdo priežastys gali būti sisteminamos į kelias tarpusavyje susijusias veiksmų grupes, leidžiančias išsamiau paaiškinti šio reiškinio susiformavimo veiksmus. Pirmoji grupė apima pajamų ir darbo užmokesčio veiksmus, kurie laikomi esminiais, nes žemas darbo užmokestis tiesiogiai didina skurdo riziką, tačiau svarbus ne tik atlygio lygis, bet ir pajamų pasiskirstymas, kadangi didėjanti pajamų nelygybė stiprina skurdo tikimybę net tarp dirbančiųjų, ypač žemų pajamų sektoriuose [4]. Antroji grupė – darbo rinkos struktūriniai veiksniai, susiję su užimtumo pobūdžio pokyčiais, kai vis didesnę reikšmę įgyja laikinas darbas, ne visos darbo dienos užimtumas bei priverstinis dalinis darbas, kurie lemia pajamų nestabilumą ir ribotą socialinę apsaugą, o tai ilgainiui formuoja žemų pajamų spąstus ir mažina galimybes pereiti į stabilesnes darbo vietas [2; 7]. Trečioji grupė apima socialinės apsaugos ir pajamų perskirstymo politiką, kurios efektyvumas yra kritiškai svarbus mažinant dirbančiųjų skurdo mastą, nes socialinės išmokos, mokesčių sistema ir pajamų papildymo mechanizmai gali kompensuoti darbo rinkos netolygumus, tačiau jų poveikis priklauso nuo prieinamumo bei administravimo [4; 8]. Ketvirtoji grupė – instituciniai veiksniai, tokie kaip darbo rinkos reguliavimas, kolektyvinės derybos ir minimalaus darbo užmokesčio politika, kurie daro tiesioginę įtaką pajamų struktūrai ir darbo sąlygoms, o nepakankama darbuotojų apsauga bei lankstesni darbo santykiai gali didinti skurdo riziką, ypač pažeidžiamų grupių tarpe [5; 9]. Galiausiai svarbūs ir namų ūkio bei demografiniai veiksniai, įskaitant šeimos sudėtį, užimtumo intensyvumą ir pragyvenimo kaštus, nes net ir dirbant vienam namų ūkio nariui ar esant ribotam darbo laikui, pajamos gali būti nepakankamos, ypač augant būsto, energijos ir maisto kainoms, kurios mažina realiąsias pajamas ir didina finansinį nesaugumą.

Pastaraisiais metais dirbančiųjų skurdo mažinimas tampa vis svarbesne Europos Sąjungos politikos kryptimi. Viena reikšmingiausių priemonių yra 2022 m. priimta Direktyva dėl adekvačių minimalių darbo užmokesčių, kuria siekiama užtikrinti pakankamą minimalų atlyginimą. Vis dėlto tyrimai rodo, kad vien tik minimalaus darbo užmokesčio didinimas nėra pakankamas sprendimas, jei jis nėra derinamas su platesnėmis socialinės politikos priemonėmis, tokiomis kaip pajamų palaikymo priemonės ar socialinės išmokos [3; 8]. Skirtingose Europos Sąjungos valstybėse taikomos priemonės skiriasi: Šiaurės Europos šalys labiau remiasi socialinės apsaugos sistemomis, o Pietų ir Rytų Europos valstybėse dažniau akcentuojamas darbo užmokesčio reguliavimas. Todėl efektyviausias dirbančiųjų skurdo mažinimas grindžiamas kompleksinėmis priemonėmis, apimančiomis darbo užmokestį, socialinę apsaugą ir pajamų perskirstymą.

Tyrime buvo siekiama išanalizuoti dirbančiųjų skurdo tendencijas Europos Sąjungos šalyse ir identifikuoti pagrindinius šį reiškinį lemiančius socioekonominius veiksnius. Tyrime taikyta mokslinės literatūros analizė, statistinių duomenų lyginamoji analizė, koreliacinė analizė ir daugialypė regresinė analizė. Empiriniam vertinimui naudoti 2015 – 2024 m. „Eurostat“ ir EU-SILC duomenys, o analizei pasirinkta vienoda metinių stebinių imtis, leidžianti užtikrinti rezultatų palyginamumą tarp šalių. Priklausomasis kintamasis buvo dirbančiųjų skurdo lygis, o nepriklausomieji kintamieji apėmė minimalų darbo užmokestį, pajamų nelygybę (S80/S20), ne visos darbo dienos užimtumą, priverstinį dalinį darbą, laikinuosius darbuotojus, būsto išlaidų dalį disponuojamose pajamose bei ilgalaikį nedarbą. Tyrimo ribotumai susiję su palyginti nedidele imtimi ir tuo, kad kai kurie instituciniai bei kokybiniai veiksniai gali būti vertinami tik netiesiogiai.

Empirinė analizė parodė, kad dirbančiųjų skurdo lygis Europos Sąjungoje išlieka netolygus tiek laiko, tiek regioniniu požiūriu. Aukštesni skurdo rodikliai būdingi Pietų ir Rytų Europos šalims, kuriose dirbančiųjų skurdas siekia apie 9 – 10 proc., tuo tarpu Šiaurės Europos valstybės pasižymi žemesniu ir stabilesniu lygiu apie 5 – 6 proc., kas rodo skirtingų gerovės režimų ir socialinės apsaugos sistemų veiksmingumo įtaką. Taip pat nustatyta, kad net ir ekonominio augimo laikotarpiais dirbančiųjų skurdas ne visuomet mažėja, o kai kuriais atvejais išlieka stabilus, kas leidžia daryti prielaidą, jog ekonominis augimas savaime neužtikrina socialinės gerovės didėjimo.

Koreliacinė analizė atskleidė, kad ryšiai tarp dirbančiųjų skurdo lygio ir pasirinktų socioekonominių veiksnių nėra vienodi visose Europos Sąjungos šalyse, o jų stiprumas ir kryptis priklauso nuo konkrečios šalies ekonominės bei institucinės aplinkos. Kai kuriose valstybėse nustatyti silpni arba statistiškai nereikšmingi ryšiai leidžia daryti prielaidą, kad dirbančiųjų skurdo lygį jose labiau lemia ne pavieniai ekonominiai rodikliai. Tokie rezultatai rodo, kad stipresnės gerovės valstybės pasižymi didesniu atsparumu socioekonominiams svyravimams. Tuo tarpu kitose šalyse nustatyti statistiškai reikšmingi ryšiai tarp analizuojamų kintamųjų sudarė prielaidas detalesnei regresinei analizei, leidusiai įvertinti ne tik ryšių egzistavimą, bet ir jų stiprumą bei kryptį, taip identifikuojant pagrindinius dirbančiųjų skurdo formavimosi veiksnius.

Daugialypės regresijos modeliai parodė aukštą paaiškinamąją galią – determinacijos koeficientai svyravo nuo $R^2 \approx 0,57$ iki $R^2 \approx 0,94$, kas rodo, kad į modelius įtraukti kintamieji paaiškina didžiąją dalį dirbančiųjų skurdo variacijos. Tai leidžia teigti, kad pasirinkti veiksniai yra reikšmingi ir tinkamai atspindi šio reiškinio atsiradimo ir plėtros priežastis. Nustatyta, kad vienas svarbiausių veiksnių yra pajamų nelygybė, kurios poveikis kai kuriose šalyse siekė apie 0,53 – 0,74, o tai patvirtina jos esminę reikšmę skurdo formavimuisi ir rodo, kad didėjant pajamų diferenciacijai didėja ir dirbančiųjų skurdo rizika. Taip pat reikšmingą įtaką daro darbo rinkos struktūra – priverstinis ar dalinis užimtumas kai kuriais atvejais turėjo stiprų poveikį (iki 0,65), didindamas pajamų nestabilumą ir finansinį nesaugumą. Tai leidžia teigti, kad ne tik pajamų dydis, bet ir jų stabilumas yra esminis veiksnys vertinant skurdo riziką. Tuo tarpu minimalaus darbo užmokesčio poveikis nėra vienareikšmis ir priklauso nuo platesnio ekonominio bei institucinės aplinkos konteksto, todėl negali būti laikomas vienintele efektyvia skurdo mažinimo priemone, ypač jei jis nėra derinamas su kitomis socialinės politikos priemonėmis.

Atsižvelgiant į teorinius ir empirinius rezultatus, galima daryti kelias apibendrinančias išvadas. Pirma, dirbančiųjų skurdo lygis Europos Sąjungoje yra netolygus ir reikšmingai priklauso nuo regioninių bei institucinių skirtumų, o mažesnis skurdo paplitimas siejamas su stipresnėmis socialinės apsaugos sistemomis ir efektyvesniu pajamų perskirstymu. Antra, dirbančiųjų skurdą lemia keli tarpusavyje susiję veiksniai, iš kurių svarbiausi yra pajamų nelygybė ir darbo rinkos struktūra, todėl vien tik darbo užmokesčio didinimas nėra pakankamas sprendimas. Trečia, skirtingose šalyse dirbančiųjų skurdo formavimosi mechanizmai nėra vienodi, o tai rodo, kad universalių politikos sprendimų nėra ir būtina atsižvelgti į nacionalinius ekonominius bei institucinės aplinkos ypatumus. Ketvirta, ilgalaikiam dirbančiųjų skurdo mažinimui būtinas kompleksinis požiūris, apimantis darbo rinkos reguliavimą, socialinės apsaugos stiprinimą ir pajamų perskirstymo gerinimą, nes tik šių priemonių derinimas gali užtikrinti tvarius rezultatus.

LITERATŪRA

- [1] Peña-Casas, R., Ghailani, D. *In-work poverty in Europe: A study of national policies*. Brussels: European Commission / European Trade Union Institute, 2020, p. 1–120.
- [2] Lohmann, H. *Welfare states, labour market institutions and in-work poverty*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2011, p. 1–256.
- [3] European Commission. *In-work poverty and labour market dynamics in the EU*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024, p. 1–80.
- [4] Cantillon, B. *The paradox of the welfare state: How welfare states shape inequality*. Oxford: Oxford University Press, 2022, p. 1–240.
- [5] Clasen, J., Clegg, D. *Regulating labour markets*. Oxford: Oxford University Press, 2022, p. 1–300.
- [6] Mussida, C., Sciulli, D. Low-pay work in Europe: dynamics, evolution and the role of institutional factors. *Economic and Industrial Democracy*, 2025, vol. 46(3), p. 1173–1196.
- [7] Barbieri, P., Cutuli, G., Scherer, S. In-work poverty in Europe: levels and determinants from a longitudinal perspective. *LIW Working Paper Series*, 2022, No. 1, p. 1–24.
- [8] Seo, C. H., Lee, K., Baltes, T. Assessing the effectiveness of state policies in alleviating in-work poverty globally. *Journal of Policy Studies*, 2025, 40(4), p. 103–129.
- [9] Guidi, M., Guardiancich, I. Dismantling labour markets from above: the case of wage policy in the European Union. *Socio-Economic Review*, 2025, Vol. 23, Issue 1, p. 205–228.

DARBUOTOJŲ SKAITMENINIAI ĮGŪDŽIAI KAIP KONKURENCINIS VEIKSNYS DARBO RINKOJE: ES ŠALIŲ PALYGINAMASIS VERTINIMAS

Įvadas

Gyvename jau 5-joje pramonės revoliucijoje, kuriame integruojami robotai ir dirbtinis intelektas (DI), siekiant padidinti produktyvumą ir ekonomikos augimą [1]. 2023 metai žymi skaitmeninių inovacijų, susijusių su generatyviu DI, bangos pradžia, kuri daro didelę įtaką darbo rinkai [2]. **Mokslinė problema:** vis dar trūksta palyginamųjų analizių, vertinančių darbuotojų skaitmeninių įgūdžių įtaką skirtingų šalių darbo rinkoms. Tokių tyrimų stoka apsunkina įrodymais grįstos politikos formavimą, orientuotą į skaitmeninių kompetencijų ugdymą, bei darbo rinkos atsparumo stiprinimą. **Tyrimo objektas** - darbuotojų skaitmeniniai įgūdžiai Europos Sąjungos (ES) šalyse. **Projekto tikslas** – įvertinti darbuotojų skaitmeninių įgūdžių kaip konkurencinio veiksnio poveikį darbo rinkai ES šalyse.

Projekto uždaviniai:

atlikus literatūros analizę, išnagrinėti darbuotojų skaitmeninių įgūdžių kaip konkurencinio veiksnio sąsajas su darbo rinka;

suformuoti tyrimo metodologiją, surinkti duomenis, apžvelgti tendencijas apie darbuotojų skaitmeninius įgūdžius ir darbo rinkos rodiklius ES šalyse;

atlikus empirinį tyrimą, įvertinti darbuotojų skaitmeninių įgūdžių poveikį darbo rinkai konkurenciniu požiūriu, atsižvelgiant į makroekonominis rodiklius.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė ir sisteminimas, statistinių duomenų rinkimas ir analizė, laiko eilučių analizė, koreliacinė ir regresinė analizė, Grangerio priežastingumo metodas.

Skaitmeninių įgūdžių poveikio darbo rinkai teoriniai aspektai

Darbo rinka yra neatsiejama ekonomikos dalis, kuri skatina inovacijas. Šių dienų pasaulinės darbo rinkos tendencijos neatsiejamoms nuo skaitmenizavimo, lankstumo, vis didėjančio minkštųjų įgūdžių vaidmens ir įgūdžių stokos. Žemos kvalifikacijos darbuotojų paklausa darbo rinkoje mažėja, o aukštos kvalifikacijos – didėja [3]. Tikėtina, kad dirbtinis intelektas sukurs naujų darbo vietų kai kuriuose sektoriuose, tačiau sumažins galimybių kituose [4]. Šie darbo vietų ir profesijų pokyčiai lemia svarbius jiems atlikti reikalingų įgūdžių pokyčius [5]. Skaitmeninė kompetencija – tai gebėjimas ne tik prasmingai naudoti skaitmenines technologijas, bet ir kritiškai jas vertinti. Atsižvelgiant į skaitmeninių technologijų įsiskverbimą į kasdienį gyvenimą, skaitmeninis raštingumas suteikia universalių įgūdžių, kurie gali būti naudingi bet kurioje srityje [6]. Šiandieninėje skaitmeninio verslo aplinkoje daugumai darbo vietų reikalingi tam tikri skaitmeniniai įgūdžiai [7]. Darbuotojai, kurie mažai naudojami internetu ir turi menkus skaitmeninius įgūdžius, bijo, kad robotai gali perimti jų darbo vietas. Darbuotojai, turintys atitinkamų informacinių technologijų (IT) įgūdžių, gali turėti pranašumą šioje vis labiau skaitmeninėje ekonomikoje [8]. Skaitmeniniai įgūdžiai padeda prisitaikyti. Nauji įgūdžiai reikalingi ne tik naujiems darbams atlikti, bet ir jau tampa esamų darbo vietų įgūdžių reikalavimu [9]. Dėka nuotolinio darbo, darbdaviai gali samdyti darbuotojus ir iš vietovių, kuriose mažesnis atlyginimas arba didesnis talentų telkinys [10]. Skaitmeniniai įgūdžiai yra svarbus visuomenės socialinio ir ekonominio vystymosi veiksnys [11].

Metodologija

Tiriamos visos 27 ES šalys ir ES bendrai. Tyrimo laikotarpis: 2003-2024 m. Rodikliai: asmenų interneto naudojimas (nepriklausomas kintamasis), priklausomi kintamieji: bendrosios vidaus išlaidos moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai (proc. nuo bendrojo vidaus produkto (BVP)), realusis BVP (RBVP) vienam gyventojui, nominalus darbo produktyvumas (eurais), užimtumo lygis, vidutinis atlyginimas, savarankiškai dirbantys asmenys, išdirbtos darbo valandos (per savaitę). Darbo eiga: patikrinimas stacionarumas, kointegruotumas, duomenys diferencijuojami, atliekamas Grangerio testas, sudaroma koreliacinė matrica, tiesiniai bei netiesiniai regresijos modeliai.

Empirinio tyrimo rezultatai

Laikui bėgant, didėja interneto naudojimas, RBVP vienam gyventojui, išlaidų moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai dalis nuo BVP, produktyvumas, užimtumas, atlyginimai, o mažėja savarankiškai dirbančiųjų ir darbo valandų.

1 lentelė. Gauti patikimi modeliai, rodantys ryšį tarp interneto naudojimo ir kitų rodiklių (priklausomų kintamųjų) ES šalyse

Šalis	Priklausomas kintamasis	Modelis
Austrija	RBVP gyventojui	$y_t = 34521,87 + 83,37 \cdot x_t$
Belgija	RBVP gyventojui	$y_t = 30941,69 + 89,98 \cdot x_t$
Lenkija	Darbo valandos	$y_t = 44,13 - 0,04 \cdot x_t$
Rumunija	Darbo valandos	$y_t = 40,23 + \frac{10,47}{x_t}$
Švedija	Atlyginimas	$y_t = 16023,34 + 317,51 \cdot x_t$
Vokietija	Darbo valandos	$y_t = 46,63 - 0,07 \cdot x_t$

Bendrai paėmus Europos Sąjungą, asmenų interneto naudojimas įtakos daro tik darbo valandoms. Analizuojant pačias ES šalis paaiškėjo, kad interneto naudojimas veikia išlaidų moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai dalį nuo BVP Airijoje, Graikijoje ir Slovėnijoje. Asmenų interneto naudojimas turi įtakos RBVP vienam gyventojui Austrijoje, Belgijoje ir Švedijoje. Darbo valandoms įtakos interneto naudojimas turi Austrijoje, Lenkijoje, Rumunijoje bei Vokietijoje. Užimtumo lygį interneto naudojimas veikia Danijoje ir Italijoje. Produktyvumui šis rodiklis įtakos turi Graikijoje ir Švedijoje. Atlyginimus interneto naudojimas paveikia Maltoje bei Švedijoje. Savarankiškai dirbančiųjų skaičiui interneto naudojimas įtakos turi Vokietijoje. 1 lentelėje parodyti gauti patikimi modeliai, rodantys ryšį tarp interneto naudojimo ir kitų rodiklių (priklausomų kintamųjų) skirtingose ES šalyse. Taigi, bendrai Europos Sąjungoje gauta, kad interneto naudojimas veikia darbo valandas, o žvelgiant į pačias ES šalis pasimatė poveikis ir kitiems nagrinėjamiems rodikliams, tačiau ne su visais pavyko sudaryti patikimus modelius.

Išvados

Didėjimo tendencijas turėjo interneto naudojimas, RBVP gyventojui, išlaidos moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai dalis nuo BVP, produktyvumas, užimtumas, atlyginimai. Mažėjimo tendencijomis pasireiškė savarankiškai dirbančiųjų skaičius ir darbo valandos. Nepaisant to, per tiriamąjį laikotarpį mažiausiai pakito darbo valandos ir išlaidų moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai dalis nuo BVP, o drastiškiausiai pakito interneto naudojimas.

Skirtingose ES šalyse asmenų interneto naudojimas veikia skirtingus rodiklius. Bendrai Europos Sąjungoje interneto naudojimas turi įtakos tik darbo valandoms, tačiau tiriant jau konkrečias ES šalis pasimatė reikšminių ryšių ir su kitais rodikliais (išlaidomis moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai RBVP gyventojui, produktyvumu, užimtumu, atlyginimu, savarankiškai dirbančiais, darbo valandomis). Patikimi modeliai gavosi tik su RBVP vienam gyventojui (Austrijoje ir Belgijoje), darbo valandomis (Lenkijoje, Rumunijoje bei Vokietijoje) ir atlyginimu (Švedijoje), kaip priklausomais kintamaisiais.

LITERATŪRA

- [1] Pelaez-Sanchez, I. C., Glasserman-Morales, L. D., & Rocha-Feregrino, G. *Frontiers in Education*, 2024, 9 – 2024.
- [2] Tarptautinė darbo organizacija [TDO]. *World Employment and Social Outlook*. 2024. 113.
- [3] Andabayeva, G., Movchun, V., Dubovik, M., Kurpebayeva, G., Cai, X. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2024, 13.
- [4] Salari, N., Beiromvand, M., Hosseinian-Far, A., Habibi, J., Babajani, F., Mohammadi, M. *Computers in Human Behavior Reports*, 2025, 18.
- [5] Torrejón Pérez, S., González Vázquez, I. *New Directions in the Future of Work*. Emerald Publishing. 2021.
- [6] Vodă, A. I., Cautisanu, C., Grădinaru, C., Tănăsescu, C., De Moraes, G. H. S. M. *Sustainability*, 2022, 14.
- [7] Đorđević, B., Zbiljić, S. M., Radosavljević, M. *Economies*, 2025, 13.
- [8] Atasoy, H., Banker, R. D., Pavlou, P. A. *Information Systems Research*, 2021, 32, 301-674.
- [9] Colombo, E., Mercurio, F., Mezzanzanica, M. *Information Economics and Policy*, 2019, 47, 27-37.
- [10] Akan, M., Barrero, J. M., Bloom, N., Bowen, T., Buckman, S., Davis, S., Kim, H. *The New Geography of Labor Markets*, 2025.
- [11] Bejaković, P., Mrnjavac, Ž. *Employee Relations*, 2020, 42, 921-932.

STUDENTO KAIP DUOMENŲ SUBJEKTO TEISIŲ APSAUGA AUKŠTOSIOS MOKYKLOS VEIKLOJE

Asmens duomenys – tai informacija, susijusi su identifikuotu arba gyvu fiziniu asmeniu, kurį įmanoma identifikuoti. Bendrasis duomenų apsaugos reglamentas [1] (toliau – BDAR, Reglamentas) nurodo, kad apibrėžiant asmens duomenų subjektą numatomi ir jo identifikavimo būdai: pagal vardą ir pavardę, asmens identifikavimo numerį, buvimo vietos duomenis ir interneto identifikatorių arba pagal vieną ar kelis to fizinio asmens fizinės, fiziologinės, genetinės, psichinės, ekonominės, kultūrinės ar socialinės tapatybės požymius. Duomenų apsaugos subjekto apibrėžimas yra platus, apimantis darbuotojus, klientus bei kitus, bet kokius fizinius asmenis.

Šio tyrimo tikslas – atskleisti studento kaip duomenų subjekto statusą, analizuojant studento kaip duomenų subjekto teises duomenų apsaugos srityje ir aukštosios mokyklos kaip duomenų valdytojo veiklą, tvarkant studento asmens duomenis.

Reglamentas išskiria specialus duomenų subjektus, pavyzdžiui – darbuotojas yra laikomas specialus asmens duomenų subjektas, o darbdavys – specialus asmens duomenų valdytojas. Tarp studento ir darbuotojo sąvokos galime rasti tapatumų. Tiek studentas, tiek darbuotojas su duomenų valdytoju turi sutartinius santykius, teises ir pareigas, laikosi vidinių taisyklių ir pan. Esminis skirtumas tarp studento ir kitų asmens duomenų subjektų tai duomenų tvarkymo tikslas – studento duomenys tvarkomi studijų kontekste, atsižvelgiant į Reglamente išskiriamas normas ir taisykles, atspindinčias pusiausvyrą tarp duomenų valdytojo, šiuo atveju – aukštosios mokyklos teisėto intereso valdyti studentų duomenis ir studento teisės į privatumą bei asmens duomenų apsaugą. „Pabrėžtina, kad teisėtas interesas, kaip asmens duomenų tvarkymo sąlyga, turi būti pagrįstas aiškiai nurodant, kuo šis teisėtas interesas pasireiškia, t. y. neužtenka vien įvardyti teisinį pagrindą „teisėtas interesas“. [2]

„Duomenų valdytojas“ – tai toks fizinis ar juridinis asmuo, valstybės valdžios instituciją, agentūrą ar bet kuris kitas organas, kuris vienas ar drauge su kitais nustato asmens duomenų tvarkymo tikslus ir būdus; jeigu tvarkymo tikslus ir būdus nusako nacionaliniai arba Bendrijos įstatymai bei norminiai aktai, tai duomenų valdytoją arba specifinius kriterijus, pagal kuriuos skiriamas duomenų valdytojas, gali apibrėžti nacionaliniai arba Bendrijos įstatymai.[3] Aukštoji mokykla, studento atžvilgiu, veikia kaip duomenų valdytoja: renka ir tvarko įvairius studento asmens duomenis. Pradedant tapatybės duomenimis, kontaktiniais duomenimis, baigiant studento lankomumu ir egzaminų rezultatais. Tačiau, švietimo įstaiga veikia dvejopai, kaip darbuotojų ir kaip studentų duomenų valdytoja. Visų pirma, aukštoji mokykla, kaip darbdavys renka duomenis apie darbuotojus (dėstytojus, personalo darbuotojus), jų atrankos informaciją, darbuotojų darbo sutartis, darbuotojų kvalifikacijos tobulinimo įrašus. Aukštoji mokykla pasižymi ir išskirtinai su mokymosi tikslais susijusių duomenų rinkimu, kitaip nei kitos įstaigos, renka informaciją apie studentų elgesį ir lankomumą, vertinimo ir egzaminų rezultatus.

Aukštųjų mokyklų veikla asmens duomenų apsaugos srityje pasižymi išskirtiniu kompleksiskumu ir padidinta atsakomybe. Studentas, kaip asmens duomenų subjektas, BDAR kontekste, nors neišskiriamas, bet užima ypatingą vietą. Studento duomenys yra tvarkomi ilgą laiką, įvairiais tikslais ir vis dažniau – skaitmeninėje aplinkoje. ESTT ir EŽTT praktika [4] patvirtina, kad akademiniai dokumentai, egzaminų medžiaga, IP adresai, vaizdo įrašai ar elektroninė komunikacija gali būti laikomi asmens duomenimis, todėl jiems taikomi visi BDAR reikalavimai, o ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas tiek fiziniam, tiek skaitmeniniam studentų stebėjimui. Taigi, Aukštoji mokykla, veikdama kaip asmens duomenų valdytoja, privalo užtikrinti, kad visas studentų duomenų tvarkymas būtų grindžiamas

Taigi, studentas BDAR kontekste atitinka visus specialaus asmens duomenų subjekto požymius ir turėtų būti taip pat aiškiai išskiriamas kaip, pavyzdžiui, darbuotojas. Studentų duomenys tvarkomi ilgą laiką, sistemiškai ir plačiai apimtimi, įvairiais tarpusavyje susijusiais tikslais, apimančiais ne tik akademinius rezultatus, bet ir elgsenos, skaitmeninės veiklos, vaizdo stebėjimo, komunikacijos bei vertinimo duomenis, neretai naudojant skaitmenines ir automatizuotas priemones. Studentas taip pat pasižymi priklausomu santykiu su aukštąja mokykla, ribota realia galimybe laisvai pasirinkti duomenų tvarkymo sąlygas ir padidintu privatumo pažeidimo rizikos lygiu. Dėl šių priežasčių studentas turėtų būti laikomas specialiu BDAR subjektu, kuriam taikytina sustiprinta duomenų apsaugos, skaidrumo ir teisių įgyvendinimo užtikrinimo pareiga.

ŽINIŲ KOMERCIALIZAVIMĄ SKATINANČIOS ORGANIZACINĖS KULTŪROS KŪRIMAS LIETUVOS TECHNOLOGINIUOSE STARTUOLIUOSE

Technologiniai startuoliai yra svarbus ekonomikos augimo variklis skatinantis inovacijas tiek nacionaliniu tiek tarptautiniu mastu [3, 4]. Tačiau spartus technologijų vystymasis ir inovacijų poreikis reikalauja efektyvių žinių komercializavimo mechanizmų [1]. Žinių komercializacija – tai procesas, kurio metu vidinės organizacijos žinios ir patirtys transformuojamos į naujus, rinkoje konkurencingus produktus ir paslaugas [2]. Vienas pagrindinių veiksnių sėkmingai žinių komercializacijai yra palanki organizacinė kultūra [5].

Tyrimo tikslas – sukurti organizacinės kultūros modelį, kuris skatintų žinių komercializavimą Lietuvos technologiniuose startuoliuose. Pasiiekti šį tikslą buvo taikomas mišrus tyrimo metodas, derinant kokybinius ir kiekybinius metodus. Buvo atlikti penki pusiau struktūruoti interviu su Lietuvos technologinių startuolių vadovais ir atlikta tematinė analizė. Kiekybinėje tyrimo dalyje buvo naudojama struktūruota anketa skirta Lietuvos technologinių startuolių darbuotojams, sudaryta iš teiginių vertinamų 5 balų Likerto skalėje. Anketa buvo sudaryta iš keturių organizacinės kultūros dimensijų (žinių dalijimosi normos, orientacija į mokymąsi, atsakomybė be kaltinimų, atvirumas ir saviraiška) ir keturių žinių komercializavimo dimensijų (žinių dalijimasis ir bendradarbiavimas, mokymasis ir prisitaikymas, žinių panaudojimas, dokumentacija). Panaikinus nekokybiškus atsakymus, galutinę imtį sudarė 70 atsakymų. Kiekybinė analizė atlikta naudojant *Python Google Colab* aplinkoje taikant Cronbach alfa koeficientą, Pearson koreliaciją ir daugialypę tiesinę regresiją.

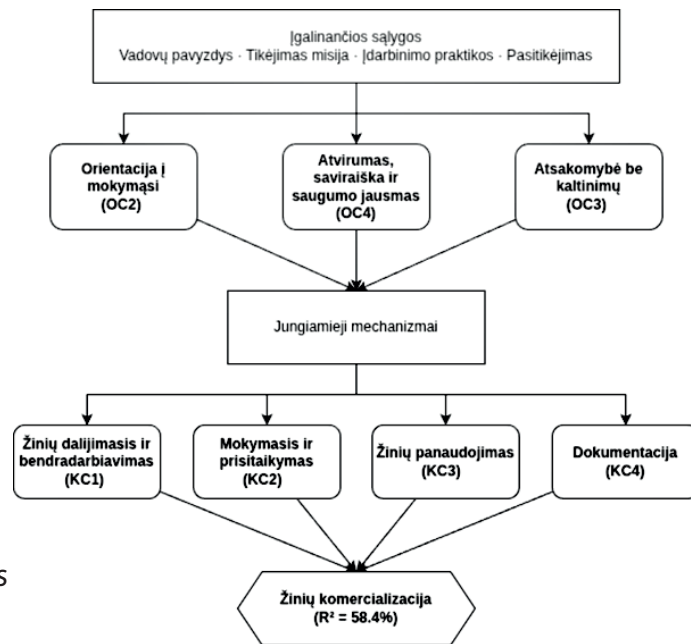
Empirinis tyrimas

Patikimumo analizė patvirtino, kad orientacija į mokymąsi ($\alpha = 0,892$), atsakomybė be kaltinimų ($\alpha = 0,914$) ir atvirumas ir saviraiška ($\alpha = 0,834$) pasižymėjo stipriu patikimumu, tačiau žinių dalijimosi normų reikšmė buvo per žema ($\alpha = 0,450$). Koreliacijos analizė atskleidė, kad visos kultūros dimensijos teigiamai susijusios su žinių komercializavimu. Stipriausias ryšys nustatytas šiems organizacinės kultūros elementams: atvirumas ir saviraiška ($r = 0,699$), orientacija į mokymąsi ($r = 0,678$) ir atsakomybė be kaltinimų ($r = 0,660$), o žinių dalijimosi ryšys buvo silpnesnis ($r = 0,374$). Nustatyta reikšminga koreliacija tarp atsakomybės be kaltinimų ir atvirumo ir saviraiškos ($r = 0,76$). Regresinė analizė paaiškino 58,4 % dispersijos ($R^2 = 0,584$). Orientacija į mokymąsi ($\beta = 0,231$) ir atvirumas ir saviraiška ($\beta = 0,255$) buvo reikšmingi žinių komercializacijos veiksniai. Atskaitomybė be kaltinimų ir žinių dalijimosi normos nebuvo statistiškai reikšmingos dėl multikolinearumo, nepaisant stiprios koreliacijos. Kiekybinėje analizėje nustatyta, kad organizacinė kultūra reikšmingai veikia žinių komercializaciją Lietuvos technologiniuose startuoliuose.

Penkerių giluminių interviu teminė analizė atskleidė tris pagrindines temas: mokymąsi kaip kultūrinį lūkestį, psichologinį saugumą kaip žinių srauto pagrindą ir atsakomybę be kaltinimų kaip struktūrinį katalizatorių. Startuoliuose eksperimentavimo yra tikimasi, o jis pasireiškia per greitą idėjų validaciją ir mokymąsi iš klaidų: „Klaidos yra gal ir netgi sveikintinos [...] pabandom su kuo mažiau resursų [...] ir tada žiūrėt limpa ar ne“. Organizacijoje vyraujantis psichologinis saugumas leidžia atvirai pripažinti klaidas ir remia žinių dalijimosi mechanizmus, o tarpusavio pasitikėjimas yra būtinybė, kuriam suirus, žinių srautas susilpnėja: „kai žmonės pradeda jausti, kad kažkas yra slepiama, tai sugriauna tą pasitikėjimą“.

Organizacinės kultūros modelis skatinantis žinių komercializaciją

Remiantis empirinio tyrimo rezultatais sudarytas organizacinės kultūros modelis iš trijų organizacinių elementų: orientacija į mokymąsi (OC2) yra labiausiai pagrįsta žinių komercializavimo dedamoji ($\beta = 0,231$, $p = 0,013$) ir yra operacionalizuojama per eksperimentavimo normas, retrospektyvas ir validavimą prieš investuojant reikšmingus resursus. Atvirumas ir saviraiška (OC4) pasižymi aukščiausia koreliacija su žinių komercializavimu ($r = 0,699$, $\beta = 0,255$, $p = 0,014$), mažindama žinių dalijimosi kliūtis tarp hierarchijos lygmenų ir funkcijų. Atsakomybė be kaltinimų (OC3), koreliuoja su žinių komercializavimu ($r = 0,660$) ir kartu su OC4 sudaro palankias sąlygas atvirumui ir inovacijoms.



1 pav. Organizacinės kultūros modelis

Išvados ir rekomendacijos

Nustatyta, kad žinių komercializavimą labiausiai skatina kultūra, kurioje tikimasi nuolatinio mokymosi, kur darbuotojai jaučiasi saugūs dalindamiesi idėjomis ir nesėkmėmis ir kur vyrauja atsakomybė ir tarpusavio pasitikėjimas. Tačiau vien žinių dalijimosi nepakanka – veikiau tai yra kitų organizacinės kultūros elementų rezultatas.

Remiantis modeliu, Lietuvos technologiniams startuoliams išskiriamos trys praktinės rekomendacijos. Pirmą, institucionalizuoti mokymąsi per retrospektyvas, vykdant mažus eksperimentus ir skiriant laiko profesiniam tobulėjimui, kad mokymasis taptų norma. Antra, vadovai turėtų įtvirtinti organizacijoje psichologinį saugumą, atvirai teikdami grįžtamąjį ryšį, sudarydami sąlygas dalintis idėjomis ir užtikrindami efektyvų mokymąsi iš klaidų. Trečia, klaidų atveju atsakomybė turėtų būti remiama objektyviais argumentais, o ne kaltinimu.

LITERATŪRA

- [1] Wang, S., & Noe, R. A. (2010). Knowledge sharing: A review and directions for future research. *Human Resource Management Review*, 20(2), 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2009.10.001>
- [2] Andriessen, D. G. (2005). *Value, valuation, and valorisation*. Utrecht University of Applied Sciences. https://www.researchgate.net/publication/251768569_Value_Valuation_and_Vvalorisation
- [3] Chesbrough, H. W. (2020). *Open innovation results: Going beyond the hype and getting down to business*. Oxford University Press.
- [4] Lietuvos inovacijų centras. (2023). *Lietuvos inovacijų ekosistemos ataskaita 2022–2024*. Lietuvos inovacijų centras. Prieiga per internetą: <https://www.inovacijucentras.lt/ataskaitos>
- [5] Cabrera, A., & Cabrera, E. F. (2002). Knowledge-sharing dilemmas. *Organization Studies*, 23(5), 687–710. <https://doi.org/10.1177/0170840602235001>

TVARI SMULKIŲ SIUNTŲ PASKUTINĖS MYLIOS LOGISTIKA: TEORINIAI SPRENDIMAI IR LIETOVOS ĮMONIŲ PRAKTIKOS PAVYZDŽIAI

Paskutinės mylios logistika yra galutinė ir viena kritiškiausių prekių pristatymo grandinės dalių, tiesiogiai veikianti vartotojų pasitenkinimą bei lojalumą [1,2]. Augant e. prekybai, ši grandis tampa pagrindiniu iššūkiu dėl didelių veiklos sąnaudų (sudarančių nuo 13 % iki 75 % visų tiekimo grandinės sąnaudų) bei neigiamo poveikio aplinkai: spūsčių, triukšmo ir CO₂ emisijų [1,3,4,5]. ES „Žalioji kursas“ bei JT Darnaus vystymosi tikslai įpareigoja logistikos sektorių transformuotis, siekiant neutralumo klimatui iki 2030 m. [6]. Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti tvarios smulkių siuntų paskutinės mylios logistikos teorinius sprendimus ir apžvelgti jų taikymą Lietuvos įmonių praktikoje.

Mokslinėje literatūroje paskutinė mylia apibrėžiama ne tik kaip fizinis gabenimas iš sandėlio gavėjui, bet ir kaip sudėtinga duomenimis grindžiama ekosistema [1,4,5,11]. Autoriai [1,4,7,8,9] smulkių siuntų paskutinę mylią analizuoja per kelias perspektyvas: procesų visumą, užsakymo išpildymo stadiją bei tiekimo grandinės pabaigos tašką bei veiklos tvarumą. Šiuolaikinė logistika evoliucionuoja į duomenimis grindžiamą ekosistemą, integruojančią skaitmenizaciją ir robotizaciją [10,12]. Tačiau pagrindinės neefektyvumo priežastys išlieka tos pačios: krovinių srautų fragmentacija, dažni sustojimai, tuščios ridos bei didelis nepavykusių pristatymų skaičius (10 % nesėkmingų pristatymų padidina emisijas 15 %) [3,4,7,8,9,11]. Miestų infrastruktūros ribojimai bei kintantys vartotojų lūkesčiai dėl pristatymo greičio ir skaidrumo ar tvaresnių pristatymo sprendimų dar labiau komplikuoja šį procesą [5,8,10,11]. Atlikus mokslinės literatūros analizę galima išskirti pagrindines tvarios smulkių siuntų paskutinės mylios logistikos priemones. Perėjimas prie elektrinių ir hibridinių transporto priemonių leidžia sumažinti ŠESD emisijas 54–62 % [8,13], o lengvosios elektrinės priemonės, kaip kroviniai dviračiai ir triračiai pasižymi mažesnėmis eksploatacinėmis išlaidomis ir yra ypač tinkamos tankiai apgyvendintiems centrams [3,4]. Paštomatų sistema, koncentruojanti šimtus siuntų viename taške, gali sumažinti kuro sąnaudas 74–87 % ir CO₂ emisijas 54–90 % vienai siuntai, kas ypač aktualu vietovėse su sudėtingomis parkavimo sąlygomis ar dažnu gyventojų nebuvimu namuose [5]. Dronai ir autonominiai pristatymo robotai, kaip nulinės emisijos alternatyva, leidžia išvengti eismo spūsčių, užtikrina 24/7 veiklą ir gali būti integruojami į hibridines sistemas su sunkvežimiais ar viešuoju transportu [1,5,14]. Galiausiai, skaitmeniniai dvyniai, IoT jutikliai ir dirbtinis intelektas sudaro išmanią technologinę ekosistemą, leidžiančią realiuoju laiku optimizuoti maršrutus, prognozuoti paklausą ir stebėti emisijas – prognozuojama, kad skaitmeninių dvynių taikymas gali sumažinti furgonų nuvažiuotus kilometrus 20 %, taip kompleksiškai didinant logistikos tvarumą ir efektyvumą [1,3,10,12,14].

Tvarios paskutinės mylios logistikos sprendimų taikymas priklauso nuo kompleksinės veiksnių visumos, apimančios ekonominius prioritetus, vartotojų elgsenos pokyčius, technologinę pažangą bei griežtėjančią reguliacinę aplinką [3,4, 15].

1 lentelė. Tvarios smulkių siuntų paskutinės mylios logistikos sprendimų taikymą lemiantys veiksniai

Veiksmų grupė	Skatinantys veiksniai	Kliūtys ir iššūkiai
Ekonominiai ir organizaciniai	Galimybė pasiekti masto ekonomiją (naudojant paštomatus). Valstybės subsidijos ir kitos lengvatos netaršiam transportui įsigyti.	Didelės pradinės investicijos į ekologišką transportą ir technologijas.
Vartotojų elgsena ir visuomenė	Augantis ekologinis sąmoningumas ir skaidri CO ₂ informacija skatina tvaresnius pasirinkimus.	Pristatymo kaina ir greitas (24 val.) išlieka pagrindiniais kriterijais rinkoje.
Teisinė ir politinė	Diegiamos mažos taršos zonos LEZ. Tarptautinis sertifikavimas (pvz., ISO 14001; ISO 50001 ir kt.) ir partnerių aplinkosaugos standartai.	Viešieji pirkimai privalo atitikti darnumo kriterijus — reikalauja vidinio prisitaikymo. Dideli sertifikavimo kaštai.
Technologinė pažanga ir fizinė infrastruktūra	Technologijų prieinamumas.	Nepakankama įkrovimo ir mikropaskirstymo infrastruktūra. Dalinė technologijų integracija. Didelių skaičiavimo resursų poreikis.
Bendradarbiavimas ir partnerystės	Viešojo ir privataus sektoriaus partnerystė infrastruktūrai kurti. Dalijimosi ekonomika: krovinių konsolidavimas tarp konkurentų (crowdsourcing).	Būtinas saugus duomenų mainų užtikrinimas tarp skirtingų sistemos dalyvių.

Siekiant išsiaiškinti Lietuvos smulkių siuntų įmonių taikomus tvarumo sprendimus paskutinės mylios logistikoje, buvo taikyta laisvai prieinamų dokumentų ir viešai skelbiamos informacijos sisteminė analizė, apimanti trijų rinkos dalyvių Lietuvos pašto, DPD Lietuva ir DHL viešai skelbiamų tvarumo ataskaitų, strateginių planų ir veiklos duomenų lyginamąją analizę. Empirinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad didžiosios Lietuvos logistikos bendrovės tvarumą laiko strateginiu prioritetu. DHL Group akcentuoja „žaliąją logistiką“ kaip ketvirtąjį verslo pagrindą, o „DPD Lietuva“ iki 2040 m. siekia visiško nulinio emisijų balanso. Be aplinkosauginių priemonių, įmonės skiria dėmesį socialinei atsakomybei: paslaugų prieinamumui žmonėms su negalia bei darbuotojų gerovei. Empiriniai duomenys iš dalies patvirtina mokslinėje literatūroje akcentuojamą transporto elektrifikacijos potencialą ir nurodo, kad elektrinės transporto priemonės gali sumažinti ŠESD emisijas 54–62 % [13]. DHL, elektrifikavęs 41,4 % paskutinės mylios parko, ir DPD Lietuva, kurios elektromobiliai sudarė 12 % parko ir leido išvengti 274 tonų CO₂ per metus, demonstruoja kryptingą judėjimą šia kryptimi, tačiau dar nepasiekia literatūroje nurodyto maksimalaus efektyvumo slenksčio – tam būtinas tolesnis parko elektrifikacijos vystymas. Paštomatų tinklo plėtros srityje empiriniai rezultatai artimesni teoriniam potencialui ir tai gali sumažinti kuro sąnaudas 74–87 % vienai siuntai [5], o Lietuvos pašto valdomi per 1 150 paštomatų Baltijos šalyse kartu su inovatyviais sprendimais – daugkartinėmis pakuotėmis ir „multiparcelis“ paslauga – rodo, kad šios praktikoje įgyvendinamos ir plėtojamos toliau nei aprašyta standartiniuose literatūros modeliuose. Kritinis skirtumas tarp dalyvių pastebimas skaidrumo srityje – DHL „GoGreen Dashboard“ įrankis atitinka [15] rekomendacijas dėl CO₂ duomenų atskleidimo klientams, tuo tarpu Lietuvos pašto kiekybiniai aplinkosauginiai rodikliai lieka mažiau detalizuoti.

Remiantis atlikta analize, įmonėms rekomenduojama: pirma, diegti vienodą emisijų apskaitos metodiką, atskirai fiksuojant absoliučias ir santykinės emisijas vienai siuntai, siekiant užtikrinti palyginamumą ir skaidrumą. Antra, plėtoti „žaliųjų pristatymo langų“ koncepciją – klientams siūlyti konsoliduoto pristatymo parinktis su finansiniais skatinimo instrumentais, taip mažinant maršrutų

fragmentaciją. Trečia, Lietuvos didmiesčiuose kurti mikro-paskirstymo centrus, aptarnaujamus elektriniais kroviniais dviračiais, organiškai integruojantis su mažos taršos zonų (LEZ) reikalavimais.

LITERATŪRA

- [1] Zosu, S., Amaghionyeodiwe, C., Oyetunji, E., & Yussouf, A. Lastmile delivery optimization: Balancing cost efficiency and environmental sustainability. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2024, 12(11), 153-166.
- [2] Plazier, P., Rauws, W., Neef, R., Buijs, P., et al. Towards sustainable lastmile logistics? Investigating the role of cooperation, regulation, and innovation in scenarios for 2035. *Research in Transportation Business & Management*, 2024, 56, 101198.
- [3] Chandratreya, A., Patil, S., Joshi, N., Londhe, S. S., & Anbhule, H. Lastmile delivery optimization for a sustainable environment. *Community Practitioner*, 2024, 21(07), 1184-1205.
- [4] Bosona, T. Urban freight lastmile logistics—Challenges and opportunities to improve sustainability: A literature review. *Sustainability*, 2020, 12(21), 8769.
- [5] Moradi N., Mafakheri F., Wang C. A systematic review of sustainable groundbased lastmile delivery of parcels: Insights from operations research. *Vehicles*, 2025, 7(4), 121.
- [6] Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. (2020, gruodžio 7). *Lietuvos susisiekimo plėtros iki 2050 m. strategija* (Nr. 3-746), 1-180.
- [7] Comi, A., & Hriekova, O. Managing lastmile urban freight transport through emerging information and communication technologies: a systemic literature review. *Transportation Research Procedia*, 2024, 79, 162169.
- [8] Suk Na, Jin Kweon ir Park. Characterization and design for lastmile logistics: A review of the state of the art and future directions. *Applied Sciences*, 2021, 12(1), 118.
- [9] Plazier, P., Rauws, W., Neef, R., Buijs, P. et al. Towards sustainable lastmile logistics? Investigating the role of cooperation, regulation, and innovation in scenarios for 2035. *Research in Transportation Business & Management*, 2024, 56, 101198.
- [10] Moufad, I., Frichi, Y., Jawab, F., & Mkhalfi, J. Towards smart and sustainable lastmile delivery systems: A scoping review and conceptual framework. *Sustainability*, 2025, 17(24), 11270.
- [11] Karosevičienė, K., & Čaplikienė, D. Consumer attitudes towards the application of green logistics principles in the parcel delivery sector. *Taikomieji Tyrimai Studijose Ir Praktikoje - Applied Research in Studies and Practice*, 20(1), 239-245.
- [12] Burinskiene, A., Gružauskas, V., & Byčenkaitė, G. Applying digital technologies to sustainable delivery of goods. *Entrepreneurship and Sustainability Issues, Vsl Entrepreneurship and Sustainability Center*, 2025, vol. 12(3), pages 228-247, March.
- [13] Vass, L. ir Bányai, T. Challenges of logistics processes in urban consolidation centers to enhance efficiency and sustainability. *Advanced Logistic Systems - Theory and Practice*, 2024, 18(4), 17-29.
- [14] Andrei, N., Scarlat, C. & Ioanid, A. Transforming e-commerce logistics: Sustainable practices through autonomous maritime and last-mile transportation solutions. *Logistics*, 2024, 8(3), 71, 1-21.
- [15] Bertolini, M., De Matteis, G., & Nava, A. Sustainable lastmile logistics in economics studies: A systematic literature review. *Sustainability*, 2024, 16(12), 1205, 1-16.

VERSLO SKAITMENIZAVIMO POVEIKIS UŽIMTUMUI IR NEDARBO LYGIUI

Sparčiai vystantis technologijoms, skaitmenizacija tampa vienu iš pagrindinių veiksnių, lemiančių verslo aplinkos ir darbo rinkos pokyčius. Spartus skaitmeninių technologijų vystymasis skatina įmones diegti inovatyvius sprendimus, leidžiančius didinti veiklos efektyvumą ir konkurencingumą. Europos Sąjungoje skaitmenizacija laikoma viena iš pagrindinių priemonių, siekiant didinti ekonomikos konkurencingumą ir skatinti inovacijas [1]. Šis procesas apima skaitmeninių technologijų diegimą įmonėse, įskaitant informacines sistemas, elektroninę prekybą, didžiųjų duomenų analizę, dirbtinį intelektą bei automatizavimo sprendimus.

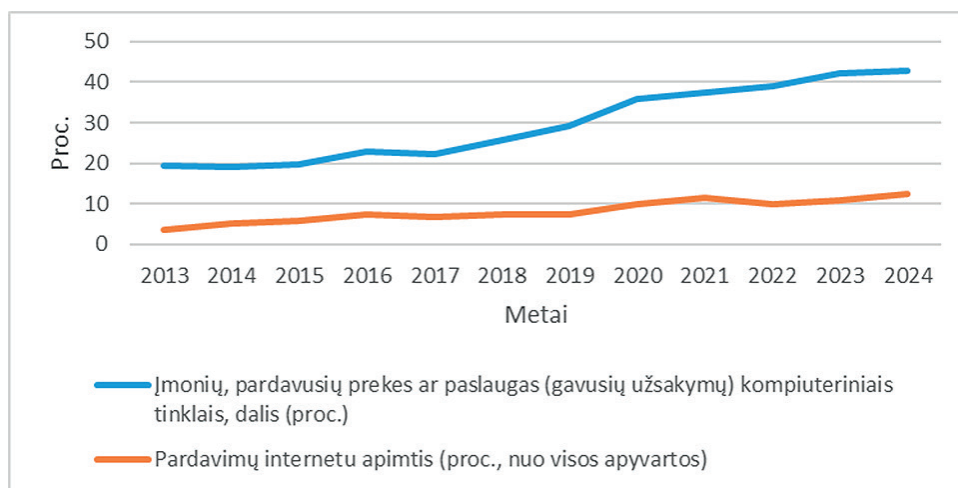
Mokslinėje literatūroje skaitmenizavimas apibrėžiamas kaip kompleksinis sociotechnologinis procesas, keičiantis įmonių veiklos organizavimą ir sprendimų priėmimą [2, 3]. Tyrimai rodo, kad skaitmeninių technologijų diegimas didina darbo našumą, skatina inovacijas ir ekonomikos augimą taip pat daro reikšmingą poveikį ir darbo rinkai [4, 5]. Pasak Wang ir kt. [6], automatizacija ir dirbtinis intelektas mažina rutininių darbų poreikį, ir didina aukštos kvalifikacijos darbuotojų paklausą. Sobczak [7] pabrėžia, kad skaitmenizacija keičia darbo rinkos struktūrą ir reikalaujamų kompetencijų pobūdį.

Žvelgiant organizaciniu aspektu, skaitmeninės technologijos keičia įmonių vidinius procesus ir verslo modelius, paveikdamos verslo operacijų organizavimą, valdymą, gamybą ir rinkodarą. Gao ir kt. [4] pabrėžia, kad dėl šių pokyčių įmonėms būtina nuolat prisitaikyti prie naujų technologijų ir atnaujinti savo veiklos strategijas, kad išlaikytų aukštą konkurencingumą rinkoje.

Skaitmenizacijos poveikis darbo rinkai yra dvilypis: trumpuoju laikotarpiu technologijų diegimas gali lemti darbo vietų mažėjimą dėl automatizacijos, tačiau ilguoju laikotarpiu jis prisideda prie naujų darbo vietų kūrimo ir ekonomikos plėtros [8, 9]. Pažangių technologijų, tokių kaip dirbtinis intelektas ir didieji duomenys, taikymas siejamas su mažėjančiu nedarbo lygiu, nes šios technologijos kuria naujas darbo galimybes ir didina darbo našumą [10]. Taigi, skaitmenizacijos poveikis darbo rinkai yra kompleksiškas ir priklauso nuo technologijų diegimo masto, ekonominės aplinkos bei darbuotojų gebėjimo prisitaikyti prie kintančių darbo sąlygų.

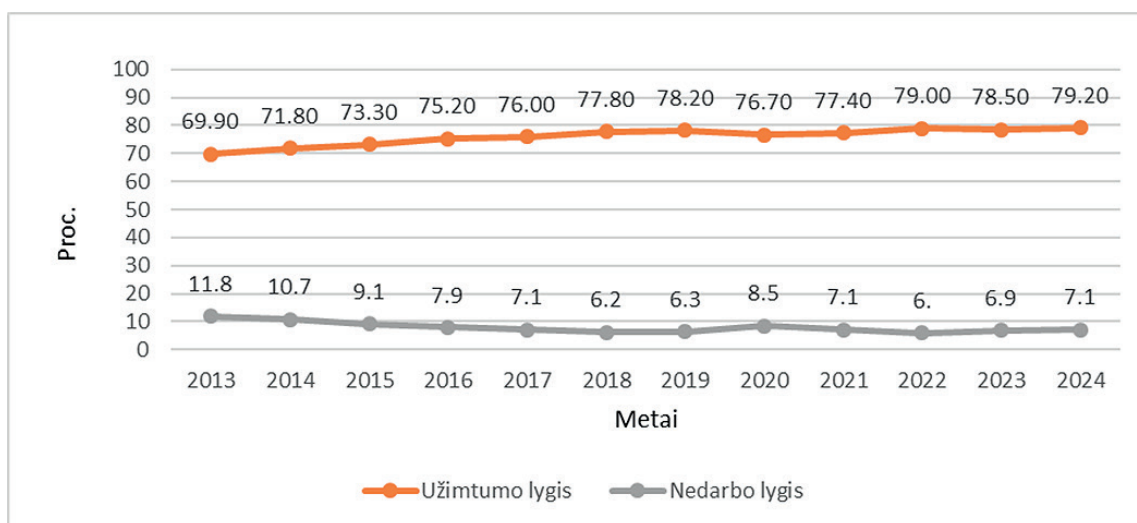
Šio tyrimo tikslas – ištirti verslo skaitmenizavimo poveikį užimtumui ir nedarbo lygiui Lietuvoje. Tyrime naudoti metodai apima mokslinės literatūros analizę, statistinių duomenų analizę, lyginamąją ir grafinę analizę, taip pat koreliacinę ir regresinę analizę. Tyrimas atliktas remiantis patikimais duomenimis iš Eurostat [11] bei Oficialiosios statistikos portalo [12], apimančiais 2013–2024 m. laikotarpį. Tyrime naudoti kintamieji apima užimtumo ir nedarbo lygio rodiklius bei skaitmenizacijos procesą atspindinčius rodiklius, tokius kaip interneto naudojimas, elektroninė prekyba ir kt.

Empirinio tyrimo rezultatai parodė, kad Lietuvoje skaitmenizacijos lygis nuosekliai auga. Interneto naudojimas įmonėse pasiekė itin aukštą lygį ir tapo neatsiejama verslo veiklos dalimi. Pastebimas reikšmingas elektroninės prekybos augimas – didėja tiek įmonių, vykdančių pardavimus kompiuteriniais tinklais, dalis, tiek pardavimų internetu apimtis proc. nuo visos apyvartos (žr. 1 pav.). Šie pokyčiai rodo, kad skaitmeniniai sprendimai vis labiau integruojami į verslo procesus ir tampa svarbiųjų augimo veiksniais.



1 pav. Elektroninės prekybos rodiklių kitimo tendencijos Lietuvoje 2013 – 2024 m. (Sudaryta remiantis Oficialiosios statistikos portalo duomenimis)

Lietuvos darbo rinkos analizė atskleidė, kad 2013–2019 m. laikotarpiu Lietuvoje vyravo teigiamos tendencijos – užimtumo lygis nuosekliai augo, o nedarbo lygis mažėjo (žr. 2 pav.). 2020 m. fiksuotas laikinas nedarbo padidėjimas ir užimtumo sumažėjimas, kurį, tikėtina, lėmė COVID-19 pandemijos poveikis. Vėlesniais metais rodikliai stabilizavosi, tačiau 2023–2024 m. laikotarpiu fiksuojami nedideli svyravimai, kai nedarbo lygis šiek tiek padidėjo, o užimtumo augimas sulėtėjo. Tai rodo, kad nors ilgalaikė darbo rinkos raida yra teigiama, ji nėra tolygi ir yra veikiamą išorinių veiksnių.



2 pav. Užimtumo lygis ir nedarbo lygis Lietuvoje, 2013–2024 m., proc. (Sudaryta remiantis Eurostat duomenimis)

Ekonometrinio tyrimo rezultatai parodė, kad nors analizuojamu laikotarpiu Lietuvoje buvo stebimas užimtumo augimas, skaitmenizacijos rodiklių įtaka šiam procesui nėra didelė. Nors nustatytas tam tikras ryšys tarp skaitmenizacijos ir darbo rinkos pokyčių, jis nėra pakankamas paaiškinti bendrą užimtumo didėjimą. Tai leidžia teigti, kad užimtumo pokyčius labiau lemia kiti veiksniai, tokie kaip ekonomikos augimas, darbo rinkos struktūriniai pokyčiai ir bendra makroekonominė situacija, o skaitmenizacija šiuo atveju veikia kaip papildomas, bet ne pagrindinis veiksnys.

Apibendrinant galima teigti, kad verslo skaitmenizacija Lietuvoje yra nuosekliai augantis procesas, darantis poveikį tiek įmonių veiklai, tiek darbo rinkos pokyčiams. Mokslinės literatūros analizė parodė, kad skaitmenizacijos poveikis yra kompleksinis ir dvilypis, o empirinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad nors skaitmeninių technologijų plėtra siejama su teigiamomis užimtumo tendencijomis, jos įtaka šiuo metu nėra didelė. Tai galima sieti su tuo, kad pažangesnių skaitmeninių technologijų taikymas Lietuvoje vis dar nėra pakankamai išplėtotas ir yra netolygiai pasiskirstęs tarp įmonių. Nustatyta, kad užimtumo augimą ir nedarbo dinamiką labiau lemia platesni ekonominiai ir struktūriniai veiksniai, o skaitmenizacija šiuo metu veikia kaip papildomas, šiuos procesus stiprinantis veiksnys. Tai leidžia daryti išvadą, kad skaitmenizacijos poveikis darbo rinkai ateityje gali didėti, augant technologijų diegimo mastui ir darbuotojų gebėjimui prisitaikyti prie kintančių sąlygų.

LITERATŪRA

- [1] Eurostat. Digitalisation in Europe – 2024 Edition. *Interactive Publications*, 2024. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2024>
- [2] Mihai, L-S., Sitnikov, V. V., Sichigea, M., Vasilescu, L., Băndoi, A., Sitnikov, C., Mănescu, L-G. A Bibliometric Analysis of the Role of Digitalization in Achieving Sustainability-Oriented Innovation. *Sustainability*, 2025. 17(13):5822. <https://doi.org/10.3390/su17135822>
- [3] Kim, S., Choi, B., Lew, Y. K. Where Is the Age of Digitalization Heading? The Meaning, Characteristics, and Implications of Contemporary Digital Transformation. *Sustainability*, 2021. 13(16):8909. <https://doi.org/10.3390/su13168909>
- [4] Gao, J., Li, Z., Nguyen, T., & Zhang, W. Digital transformation and enterprise employment. *International Review of Economics & Finance*, 2025. 99, 104036. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104036>
- [5] Abbasabadi, H. M., & Soleimani, M. Examining the effects of digital technology expansion on Unemployment: A cross-sectional investigation. *Technology in Society*, 2021. 64, 101495. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101495>
- [6] Wang, X., Chen, M., & Chen, N. How artificial intelligence affects the labour force employment structure from the perspective of industrial structure optimisation. *Heliyon*, 2024. 10(5), e26686. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26686>
- [7] Sobczak, E. Digital Transformation of Enterprises and Employment in Technologically Advanced and Knowledge-Intensive Sectors in the European Union Countries. *Sustainability*, 2025. 17(13):5868. <https://doi.org/10.3390/su17135868>
- [8] Qin, M., Wan, Y., Dou, J., & Su, C. Artificial Intelligence: Intensifying or mitigating unemployment? *Technology in Society*, 2024. 79, 102755. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102755>
- [9] Kudoh, N., & Miyamoto, H. Robots, AI, and unemployment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2025. 174, 105069. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2025.105069>
- [10] Guliyev, H. Artificial intelligence and unemployment in high-tech developed countries: New insights from dynamic panel data model. *Research in Globalization*, 2023. 7, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100140>
- [11] Eurostat. Database. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- [12] Valstybės duomenų agentūra. Oficialiosios statistikos portalas. <https://osp.stat.gov.lt/>

MIGRACIJOS POVEIKIS DARNAUS MIESTO RAIDAI: GYVENIMO KOKYBĖS ANALIZĖ LIETUVOS MIESTUOSE

Migracija, ypač pastarųjų metų vykstančių geopolitinių pokyčių kontekste, daro vis didesnę poveikį darniems miestams, kuriuose svarbu užtikrinti stiprią ekonomiką, švarią aplinką ir socialinę gerovę. Remiantis pasaulio migracijos ataskaita 2022m. pasaulyje 3,6 proc. visų pasaulio gyventojų yra migrantai ir šis skaičius vis auga [1]. Didėjantys migracijos srautai daro įtaką populiacijos dalies, gyvenančios urbanizuotose vietovėse augimui t.y. urbanizacijai. Lietuvoje kaip ir visame pasaulyje, miestuose gyvenančių gyventojų skaičius nuolat auga, palyginimui per 4 metus stebimas 3 proc. augimas [1], Europos sąjungoje – 1 proc., Pasaulyje – 1 proc. [2]. Nepaisant augančio susidomėjimo, pasaulio mokslinėje literatūroje migracijos poveikis darnaus miesto raidai, o ypač gyvenimo kokybės pokyčių aspektu, nėra pakankamai išnagrinėtas. Dauguma tyrimų orientuojasi į migracijos priežastis, migrantų integraciją, demografinius pokyčius ar darbo rinkos sąveikas. Tačiau mažiau dėmesio skiriama kaip migrantų srautų dinamiką daro įtaką miestų gyventojų gyvenimo kokybei. Socialiniu aspektu migracija gali turėti tiek teigiamą, tiek neigiamą poveikį visuomenės sanglaudai. Trumpuoju laikotarpiu didėjanti etninė ir kultūrinė įvairovė gali mažinti visuomenės bendruomeniškumą ir socialinį pasitikėjimą. Tačiau ilgalaikėje perspektyvoje, esant sėkmingai integracijai, ši įvairovė gali tapti svarbiu inovacijų, technologinio vystymosi, ekonominio augimo ir socialinės dinamikos veiksniumi, skatinančiu skirtingų visuomenės grupių sąveiką [3]. Tvaraus miesto kontekste svarbu užtikrinti socialinę darną ir skirtingų visuomenės grupių integraciją. Migracijos mastai pasaulyje nuosekliai auga – 2020 m. pasaulyje gyveno apie 281 mln. tarptautinių migrantų [4]. Šios tendencijos skatina analizuoti migracijos poveikį gyvenimo kokybei, kuri apibrėžiama kaip bendras gyventojų gerovės lygis, apimantis tiek objektyvius, tiek subjektyvius veiksnius [5]. Migracija turi reikšmingą poveikį darbo rinkai, žmogiškajam kapitalui ir ekonominiam stabilumui. Atvykstantys darbingo amžiaus migrantai gali kompensuoti senėjančios visuomenės demografinius iššūkius ir prisidėti prie ekonominės veiklos [6]. Tačiau migracijos poveikis priklauso nuo migrantų integracijos lygio – sėkminga integracija stiprina ekonomiką, o jos stoka didina nelygybę ir socialinę atskirtį. Aplinkosauginiu požiūriu migracija yra susijusi su urbanizacijos procesais ir didėjančiu spaudimu gamtinei aplinkai. Tyrimai rodo, kad migracija gali būti susijusi su didesnėmis CO₂ emisijomis ir aplinkos tarša [7, 8]. Todėl svarbu užtikrinti pusiausvyrą tarp urbanistinės plėtros ir aplinkos apsaugos [9].

Tyrimas, kurio tikslas buvo įvertinti gyvenimo kokybės ir migracijos srautų dinamikos sąsają Lietuvos miestuose buvo atliktas 2 etapais:

1. Anketinė apklausa, kurios tikslas – įvertinti migracijos procesų poveikį gyvenimo kokybei Lietuvos miestuose, analizuojant socialinius, ekonominius ir aplinkosauginius aspektus. Tyrimo duomenys buvo renkami iš 387 respondentų. Imties dydis apskaičiuotas pagal imties dydžio nustatymo formulę [10].
2. CRITIC metodas (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation), yra koreliacijos metodas [11, 12].

Duomenų analizei naudojamos programinės priemonės „Microsoft Excel“ ir SPSS (angl. Statistical Package for the Social Sciences), kurios leidžia sistemingai analizuoti didesnės apimties duomenis ir užtikrinti rezultatų patikimumą [13]. Tokia struktūra leidžia kompleksiškai įvertinti migracijos poveikį skirtingoms gyvenimo kokybės dimensijoms.

Tyrimo rezultatai parodė, kad respondentų nuomonė apie migracijos augimo poveikį būsto ir nuomos kainoms skiriasi priklausomai nuo miesto geografinės padėties. Daugiau nei pusė respondentų (apie 52,4 %) pritaria šiam teiginiui, o dar apie 28,2 % laikosi neutralios pozicijos. Vertinant vietos gyventojų atvirumą ir tolerantiškumą migrantams, nustatyta, kad nors bendroje imtyje vyrauja teigiamas požiūris (apie 51,2 %), reikšminga dalis respondentų laikosi neutralios (apie 24,1 %) arba neigiamos pozicijos (apie 22,9 %). Tai rodo, kad visuomenės nuomonė migracijos klausimu yra nevienalytė ir išlieka tam tikra socialinė įtampa. Analizuojant migrantų integracijos iniciatyvas nustatyta, kad bendroje imtyje vyrauja teigiamas vertinimas – apie 57,6 % respondentų pritaria, jog mieste veikia migrantams padedančios organizacijos, tačiau reikšminga dalis (apie 30,0 %) laikosi neutralios pozicijos. Vertinant augančios migracijos keliamus iššūkius viešojo saugumo užtikrinimui nustatyta, kad daugiausia respondentų (apie 31,2 %) laikosi neutralios pozicijos, o nepritariančiųjų dalis (apie 30,0 %) yra mažesnė nei pritariančiųjų (apie 38,8 %). Tai rodo, kad migracijos poveikis saugumui vertinamas nevienareikšmiškai.

Ekonominių rodiklių analizė atskleidė reikšmingus tarpusavio ryšius. Ypač stipri teigiama koreliacija nustatyta tarp migracijos poveikio gyventojų pajamoms ir darbo vietų stabilumui ($r = 0,675$). Didžioji dalis respondentų (apie 71,8 %) pritaria, jog migrantai užpildo mažai apmokamas darbo vietas (19,4%) laikosi neutralios nuomonės, o (apie 16%) nesutinka su teiginiu. Daugiau nei pusė (apie 54,1 %) mano, kad migrantai didina konkurenciją darbo rinkoje. Poveikis gyventojų pajamoms vertinamas atsargiau – daugiausia respondentų (apie 46,5 %) laikosi neutralios pozicijos, o pritariančiųjų dalis (apie 37,6 %) nėra dominuojanti.

Aplinkosauginių požiūriu nustatyta, kad migracijos poveikis vertinamas nevienareikšmiškai – daugiausia respondentų laikosi neutralios pozicijos vertinant transporto apkrovą (apie 30,6 %), oro taršą (apie 30,6 %) ir atliekų tvarkymo iššūkius (apie 34,7 %). Tuo tarpu nepritariančiųjų dalis šiais klausimais taip pat yra reikšminga, kas rodo, jog aiškaus sutarimo dėl migracijos poveikio aplinkai nėra. Vertinant žaliųjų erdvių ir rekreacinių zonų plėtros poreikį, nustatyta, kad didžiausia dalis respondentų taip pat laikosi neutralios pozicijos (apie 38,8 %), o pritariančiųjų dalis nėra dominuojanti. Tai leidžia teigti, kad migracijos poveikis aplinkos kokybei ir tvarumui nėra aiškiai apibrėžtas.

Tyrimo rezultatai, apskaičiuoti taikant CRITIC metodą 2020–2024 m. laikotarpiu, vertinant tris pagrindines dimensijas: ekonominę, socialinę ir aplinkosauginę aplinką, parodė, kad vertinant miestų raidą ir patrauklumą didžiausią vertę turi socialiniai veiksniai, tokie kaip paslaugų prieinamumas, gyvenimo kokybė ar socialinė infrastruktūra. Ekonominės aplinkos svoris yra vidutinio dydžio ir per nagrinėjamą laikotarpį šiek tiek svyruoja, tačiau iš esmės išlieka panašiam lygyje. Tuo tarpu aplinkosauginės aplinkos svoris yra mažiausias visais metais tai gali reikšti, kad aplinkosauginiai aspektai tampa vis reikšmingesni, tačiau jų svarba, lyginant su kitomis aplinkomis yra mažiausia.

Apibendrinant galima teigti, kad migracijos poveikis gyvenimo kokybei Lietuvos miestuose yra daugialypis ir priklauso nuo socialinių, ekonominių bei teritorinių veiksnių. Tyrimo rezultatai rodo, kad migracija dažniausiai siejama su ekonominiais pokyčiais, darbo rinka ir būsto kainomis, tačiau socialinis ir aplinkosauginis jos poveikis vertinamas nevienareikšmiškai. Be to, nustatyta, kad migracijos vertinimas skiriasi priklausomai nuo gyvenamosios vietos, kas leidžia teigti, jog migracijos poveikis skirtinguose miestuose yra suvokiamas skirtingai.

LITERATŪRA

- [1] "Resident population - Oficialiosios statistikos portalas." Accessed: Apr. 27, 2026. [Online]. Available: <https://osp.stat.gov.lt/en/lietuva-skaiciais-2023/nuolatiniai-gyventojai>
- [2] "Urban population (% of total population) | Data." Accessed: Apr. 27, 2026. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- [3] W. N. Adger, S. Fransen, R. S. de Campos, and W. C. Clark, "Migration and sustainable development," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 121, no. 3, 2024, doi: 10.1073/pnas.2206193121.

- [4] United nations, "International Migration 2020 Highlights," *Department of Economic and Social Affairs*, 2020, Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.un.org/en/desa/international-migration-2020-highlights>
- [5] Eurostat, "Urban-rural Europe - quality of life in cities," 2025, Accessed: Oct. 18, 2025. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_quality_of_life_in_cities
- [6] G. Marois, A. Bélanger, and W. Lutz, "Population aging, migration, and productivity in Europe," vol. 117, no. 14, pp. 7690–7695, 2020, doi: 10.1073/pnas.1918988117/-/DCSupplemental.
- [7] S. Liang et al., "CO2Emissions Embodied in International Migration from 1995 to 2015," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 54, no. 19, pp. 12530–12538, Oct. 2020, doi: 10.1021/acs.est.0c04600.
- [8] G. Shi et al., "Air Pollutant Emissions Induced by Population Migration in China," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 54, no. 10, pp. 6308–6318, May 2020, doi: 10.1021/acs.est.0c00726.
- [9] M. M. Yusoff, "Improving the quality of life for sustainable development," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Sep. 2020. doi: 10.1088/1755-1315/561/1/012020.
- [10] S. Bekešienė, "Duomenų analizės spss pagrindu," 2016.
- [11] D. Diakoulaki, G. Mavrotas, and L. Papayannakis, "Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method," *Comput. Oper. Res.*, vol. 22, no. 7, pp. 763–770, 1995, doi: 10.1016/0305-0548(94)00059-H.
- [12] M. Žižović, D. Pamučar, G. Ćirović, M. M. Žižović, and B. D. Miljković, "A Model for Determining Weight Coefficients by Forming a Non-Decreasing Series at Criteria Significance Levels (NDSL)," *Mathematics* 2020, Vol. 8, Page 745, vol. 8, no. 5, p. 745, May 2020, doi: 10.3390/MATH8050745.
- [13] M. Ali Memon, H. Ting, J.-H. Cheah, R. Thurasamy, F. Chuah, and T. Huei Cham, "Journal of Applied Structural Equation Modeling SAMPLE SIZE FOR SURVEY RESEARCH: REVIEW AND RECOMMENDATIONS," 2020.

IŠSILAVINIMO LYGIO POVEIKIS JAUNIMO UŽIMTUMUI BALTIJOS ŠALYSE EKONOMIKOS CIKLŲ LAIKOTARPIAIS

Tema yra aktuali, kadangi užimtumo problema priežasties ir pasekmės ryšiais susijusi su kitais ekonominiais veiksniais. Tyrime analizuojama išsilavinimo lygio jaunimo užimtumo ryšiai tarptautiniame kontekste, kurie apima Baltijos šalis bei šių veiksmų santykį skirtingais ekonomikos ciklų laikotarpiais, analizę pradedant nuo 2009-2010 m. pasaulio ekonominės krizės, 2020-2021 m. pasaulinės sveikatos krizės COVID-19 pandemijos, 2022-2023 m. ekonomikos atsigavimo su infliacijos ir geopolitinės įtampos iššūkiais bei kitus ekonomikos atsigavimo ir augimo laikotarpius. Tokio pobūdžio tyrimai yra vertingi ir plačiai analizuojami mokslininkų ir tyrėjų iš įvairių perspektyvų. Pavyzdžiui, vieni tyrėjai analizavo darbo rinkos pokyčius 2008-2016 metais [1], taip pat atliko pažeidžiamų gyventojų grupių nedarbo situacijos Baltijos šalių darbo rinkoje įvertinimą [2], kiti – pristatė jaunimo užimtumo Lietuvoje iššūkius [3]. Užsienio tyrėjai taip pat aktyviai sprendžia su jaunimo užimtumu ir išsilavinimu susijusias problemas pasauliniu lygiu, pavyzdžiui, vieni analizavo COVID-19 pandemijos poveikį jaunimo nedarbui Europos Sąjungoje [4], kiti atliko tyrimą apie besikeičiančią jaunimo situaciją Europoje [5].

Mokslinė problema. Įvertinant analizuotų tyrimų aktualumą ir svarbą, sprendžiant su išsilavinimo poveikiu jaunimo užimtumui problemas nacionaliniame bei tarptautiniame kontekste ir įvertinus bendras įžvalgas apie išsilavinimo svarbą darbo rinkoje, galima teigti, kad pasigendama tyrimų tarp skirtingų šalių, kurie įvertintų statistinį ryšį tarp kintamųjų, t.y. kaip kintant ekonominei situacijai koreliuoja išsilavinimo lygio ir jaunimo užimtumo rodikliai skirtingose šalyse, ar aukštasis išsilavinimas sumažina jaunimo nedarbo riziką ekonominio nuosmukio metu, kokie skirtumai ir panašumai Baltijos šalyse. Mokslinę darbo problemą galima suformuluoti iškeliant probleminį klausimą: *koks išsilavinimo lygio poveikis jaunimo užimtumui Baltijos šalyse skirtingais ekonomikos ciklų laikotarpiais?*

Darbo objektas

Išsilavinimo lygio poveikis jaunimo užimtumui Baltijos šalyse skirtingais ekonomikos ciklų laikotarpiais.

Darbo tikslas

Atlikti išsilavinimo lygio poveikio jaunimo užimtumui Baltijos šalyse skirtingais ekonomikos ciklų laikotarpiais analizę.

Tikslui pasiekti keliama šie uždaviniai:

1. Atlikti išsilavinimo lygio poveikio jaunimo užimtumui Baltijos šalyse teorinę analizę.
2. Atlikti išsilavinimo lygio ir jaunimo užimtumo lygio Baltijos šalyse situacijos analizę.
3. Išanalizuoti išsilavinimo lygio poveikį jaunimo užimtumui Baltijos šalyse 2009-2024 m.

Tyrimo metodai

Mokslinės literatūros analizė, statistinių duomenų analizė, koreliacinė ir regresinė analizė.

Empirinio tyrimo pagrindas. Tyrimo rezultatai leido įvertinti jaunimo išsilavinimo lygio poveikį jaunimo užimtumui Baltijos šalyse ekonomikos ciklų laikotarpiais.

Empirinio tyrimo tikslas – išanalizuoti išsilavinimo lygio poveikį jaunimo užimtumui Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje 2009-2024 metų laikotarpiu.

Tyrime naudojami duomenys. Jaunimo užimtumo lygio rodikliai Baltijos šalyse, (tūkst.); išsilavinimo lygio rodikliai Baltijos šalyse: žemesnis nei pradinis, pradinis ir pagrindinis (0-2 lygiai), (tūkst.); vidurinis ir aukštasis, nesuteikiantis aukštojo mokslo (3-4 lygiai), (tūkst.); aukštasis (5-8 lygiai), (tūkst.).

Tyrimo duomenų rinkimo metodas. Tyrime taikytas statistinių duomenų analizės metodas, procentinių pokyčių apskaičiavimas, koreliacinė ir regresinė analizė.

Tyrimo duomenų apdorojimas. Tyrimo rezultatai apdorojami, taikant Microsoft Office Excel 2010 programą.

Tyrimo rezultatai

Siekiant nustatyti statistinę priklausomybę tarp išsilavinimo lygio ir jaunimo užimtumo Baltijos šalyse skirtingais ekonomikos ciklo laikotarpiais, toliau pristatomi pagrindiniai empirinio tyrimo rezultatai (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Jaunimo užimtumo y ir išsilavinimo lygio x sąsajos Baltijos šalyse 2008-2024 m. laikotarpiu

Šalis	Koreliacijos koeficientas, r	Statistinis ryšys	Determinacijos koeficientas, r^2	Tiesinės regresijos lygtis
Žemesnis nei pradinis, pradinis ir pagrindinis išsilavinimas (0-2 lygiai)				
Lietuva	-0,52	Vidutinis	0,27	$y = 1593,52 - 8,75 \cdot x$
Latvija	-0,54	Vidutinis	0,29	$y = 964,66 - 3,21 \cdot x$
Estija	0,54	Vidutinis	0,29	$y = 391,52 + 6,13 \cdot x$
Vidurinio ir aukštojo mokslo nesuteikiančio aukštojo mokslo (3-4 lygiai)				
Lietuva	-0,83	Labai stiprus	0,69	$y = 1527,88 - 0,999 \cdot x$
Latvija	0,24	Labai silpnas	0,06	$y = 830,54 + 0,129 \cdot x$
Estija	-0,88	Labai stiprus	0,78	$y = 770,86 - 1,52 \cdot x$
Aukštojo išsilavinimo (5-8 lygiai)				
Lietuva	-0,72	Stiprus	0,52	$y = 1595,73 - 2,57 \cdot x$
Latvija	0,40	Vidutinis	0,16	$y = 806,99 + 0,67 \cdot x$
Estija	-0,85	Labai stiprus	0,73	$y = 791,58 - 4,12 \cdot x$

Atlikta analizė atskleidė, kad žemiausio išsilavinimo grupėje (0–2 lygiai) Lietuvoje ir Latvijoje nustatytas vidutinio stiprumo neigiamas koreliacinis ryšys (atitinkamai $r = -0,52$ ir $r = -0,54$). Tai rodo, kad ekonominių nuosmukių laikotarpiais, ypač po 2008–2009 m. finansų krizės ir pandemijos metu, žemesnio išsilavinimo jaunimas buvo viena labiausiai pažeidžiamų darbo rinkos grupių. Tokiu laikotarpiu darbo rinkoje dažniausiai mažėja žemos kvalifikacijos darbo vietų, todėl šios grupės jaunimo užimtumas linkęs mažėti. Tuo tarpu Estijoje nustatytas vidutinio stiprumo teigiamas ryšys ($r = 0,54$), kuris gali rodyti lankstesnę darbo rinkos struktūrą arba didesnes galimybes žemesnio išsilavinimo jaunimui įsidarbinti tam tikruose ekonomikos sektoriuose.

Vidurinio išsilavinimo ir aukštojo mokslo nesuteikiančio aukštojo išsilavinimo grupėje (3–4 lygiai) Lietuvoje ir Estijoje nustatytas labai stiprus neigiamas ryšys (atitinkamai $r = -0,83$ ir $r = -0,88$). Aukšti determinacijos koeficientai (0,69 ir 0,78) rodo, kad šis veiksnys paaiškina didelę jaunimo užimtumo svyravimų dalį. Tai gali būti susiję su tuo, kad ekonominių nuosmukių laikotarpiais įmonės dažnai mažina darbo vietas vidutinės kvalifikacijos darbuotojams arba atideda naujų darbuotojų priėmimą. Latvijoje šioje grupėje nustatytas labai silpnas ryšys ($r = 0,24$), todėl galima daryti prielaidą, kad ekonominių ciklų poveikis šios šalies jaunimo užimtumui yra mažiau tiesiogiai susijęs su šiuo išsilavinimo lygiu.

Aukštojo išsilavinimo grupėje (5–8 lygiai) Lietuvoje ir Estijoje taip pat nustatytas stiprus arba labai stiprus neigiamas ryšys (atitinkamai $r = -0,72$ ir $r = -0,85$). Tai gali būti susiję su tuo, kad ekonominių nuosmukių laikotarpiais aukštąjį išsilavinimą įgijęs jaunimas dažnai ilgiau išlieka švietimo sistemoje arba atideda įėjimą į darbo rinką, siekdamas papildomos kvalifikacijos. Be to, aukštos kvalifikacijos darbo vietų kūrimas dažnai yra glaudžiai susijęs su ekonomikos augimo faze, todėl jų pasiūla gali mažėti ekonominių sunkumų laikotarpiais. Latvijoje šioje grupėje nustatytas vidutinio stiprumo teigiamas ryšys ($r = 0,40$), rodantis, kad aukštasis išsilavinimas šioje šalyje labiau siejamas su didesnėmis jaunimo įsidarbinimo galimybėmis net ekonominių svyravimų sąlygomis.

LITERATŪRA

- [1] Tomaševičienė, O., Staroselskaja, J. *Lietuvos darbo rinkos pokyčiai 2008–2016 metais*, 2018. <https://byt.lt/MmFlm>.
- [2] Okunevičiūtė-Neveauskienė, L., Pocius, A., Krutulienė, S. *Pažeidžiamų gyventojų grupių nedarbo situacijos Baltijos šalių darbo rinkoje įvertinimas*, 2021. <https://byt.lt/Wu7U1>.
- [3] Gruževskis, L., Okunevičiūtė-Neveauskienė, L. *Jaunimo integracijos į darbo rinką problemos*, 2020. <https://byt.lt/mQ5LL>.
- [4] Lambovska, M., Sardinha, B., Belas Jr., J. *Impact of the COVID-19 pandemic on youth unemployment in the European Union*, 2021. <https://byt.lt/zwFdU>.

VALDYMO APSKAITOS VAIDMUO DIEGIANT ŽIEDINĖS EKONOMIKOS PRINCIPUS: ĮMONIŲ PATIRTIES ANALIZĖ

Tyrimo tema ir problema. Šiandieniniame pasaulyje, kuriame vis didesnę dėmesį pelno siekiančios organizacijos skiria aplinkosauginiam, socialiniam ir ekonominiam atsakingumui, tvarumo valdymas tampa neatsiejama verslo strategijos dalimi. Viena iš veiksmingiausių tvarumo įgyvendinimo būdų – žiedinės ekonomikos modelio taikymas, kuris leidžia mažinti atliekas, taupyti išteklius ir kurti pridėtinę vertę tvariu būdu. Jau ne vieną dešimtmetį mokslininkai analizuoja žiedinės ekonomikos diegimo galimybes įmonėse, tačiau praktikoje jos susiduria su įvairiomis kliūtimis – organizacinėmis, kompetencijų ar finansinėmis. Todėl atsiranda patikimos informacijos poreikis sprendimams priimti. Šiuo požiūriu svarbų vaidmenį atlieka valdymo apskaita, kuri, analizuodama finansinius ir nefinansinius duomenis, padeda įvertinti tvarumo priemonių išlaidas ir kuriamą vertę organizacijai, visuomenei bei aplinkai. Valdymo apskaitos integravimas į žiedinės ekonomikos modelius leidžia efektyviau naudoti išteklius, mažinti atliekas ir didinti tvarumą. Tam pasitelkiami įvairūs išlaidų valdymo metodai, tvarumo rodiklių rinkiniai bei specializuotos apskaitos sistemos, tokios kaip aplinkosauginė ar anglies apskaita. Nors šios priemonės taikomos ir linijinės ekonomikos kontekste, vis dažniau ieškoma specifinių sprendimų, pritaikytų būtent žiedinės ekonomikos įmonėms. Todėl šiuo tyrimu siekiama išsiaiškinti, koks yra Lietuvos įmonių pasirengimo diegti žiedinės ekonomikos principus lygis, kokius žiedinės ekonomikos sprendimus taiko, su kokiais iššūkiais susiduria diegimo ir (ar) įgyvendinimo procese, ir kaip į šį procesą integruoja valdymo apskaitos informaciją.

Tyrimo tikslas: atskleisti, kaip Lietuvos įmonėse taikoma valdymo apskaita prisideda prie žiedinės ekonomikos principų diegimo.

Tyrimo uždaviniai: 1) atskleisti žiedinės ekonomikos sampratą, jos taikymo sritis bei reikšmę verslo įmonėms; 2) išanalizuoti valdymo apskaitos priemones ir rodiklius, galinčius teikti informaciją žiedinės ekonomikos principus įgyvendinančioms įmonėms; 3) atlikti Lietuvos įmonių apklausą, siekiant nustatyti jų pasirengimo diegti žiedinės ekonomikos principus lygį bei įvertinti, kaip valdymo apskaitos informacija prisideda prie efektyvesnio žiedinės ekonomikos diegimo ir įgyvendinimo.

Tyrimo rezultatai.

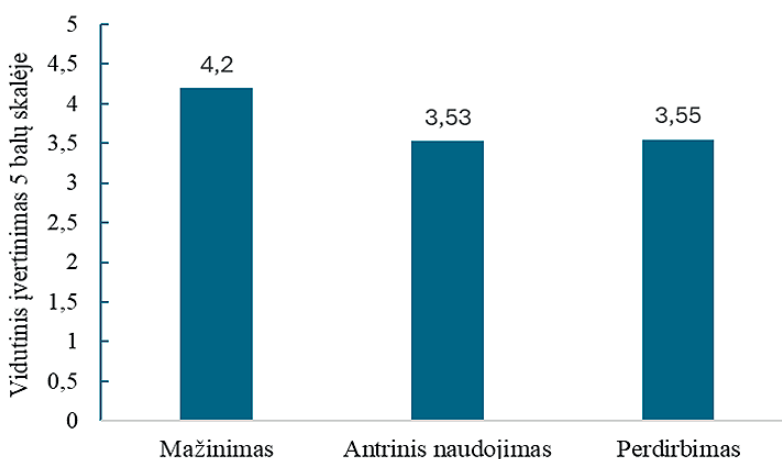
Nors mokslinėje literatūroje nėra vieningo sutarimo, kas yra žiedinė ekonomika, tačiau dažniausiai ji siejama su uždais medžiagų srautais ir geresniu žaliavų bei energijos vartojimo efektyvumu [1] lyginant su linijine ekonomika, kuriai būdingas trumpas produktų gyvavimo ciklas bei didelis atliekų kaupimasis ir tarša. Žiedinė ekonomika remiasi trimis pagrindiniais R principais – mažinimas, antrinis naudojimas, perdirbimas (angl. *Reduce, Reuse, Recycle*). Tokiu būdu produktų vertė yra išsaugoma pakartotiniam naudojimui [2]. Pasak Jungtinių Tautų, 2050 m. gyventojų skaičius pasieks beveik 10 mlrd. [3], o pagal dabartinę situaciją žmonija naudoja gamtos išteklius 1,7 karto greičiau nei mūsų planeta spėja juos atkurti [4]. Todėl populiacijai didėjant, suvaldyti situaciją dėl resursų trūkumo darosi vis sunkiau. Kylančiai problemai spręsti vienas iš pagrindinių Europos Sąjungos tikslų yra padėti įmonėms iki 2050 m. palaipsniui pereiti prie žiedinės ekonomikos, tokiu būdu atskiriant ekonomikos augimą nuo išteklių naudojimo [5].

Vienas iš esminių veiksmų, leidžiantis įmonėms sėkmingai integruoti žiedinės ekonomikos principus savo veikloje, yra sistemingas tinkamų valdymo apskaitos instrumentų taikymas bei finansinių ir nefinansinių rodiklių, matuojančių žiedinės ekonomikos taikymo pažangą, parinkimas. Atlikus valdymo apskaitos priemonių, galinčių teikti informaciją žiedinės ekonomikos principus įgyvendinan-

čioms įmonėms, analizę, atskleista, kad dalis priemonių siejama su aplinkosauginiais matavimais ir apskaita (medžiagų srautų išlaidų apskaita; gyvavimo ciklo išlaidų apskaita; išmetamųjų dujų valdymo apskaita; energijos apskaita, vandentvarkos apskaita). Kita dalis priemonių skirta planuoti veiklą ir priimti išlaidų sprendimus, integruojant aplinkosauginius aspektus (veikla grįsta apskaita; aplinkosauginių išlaidų planavimas ir biudžetavimas; tvarumo ir žiedinės ekonomikos rodiklių sistema; investicijų vertinimas, įtraukiant aplinkosaugines išlaidas; vidaus anglies dioksido kainos nustatymas). Taip pat valdymo apskaita siūlo įvairius finansinius (medžiagų sąnaudos, bendrosios energijos sąnaudos, vandens sąnaudos ir kt.) ir nefinansinius (perdirbtų arba pakartotinai panaudotų medžiagų dalis, susidariusių atliekų kiekis per metus, sunaudotos energijos kiekis per metus ir kt.) rodiklius, skirtus matuoti žiedinės ekonomikos taikymo lygį ir pažangą.

Siekiant nustatyti Lietuvos įmonių pasirengimo diegti žiedinės ekonomikos principus lygį bei įvertinti, kaip valdymo apskaitos informacija prisideda prie efektyvesnio žiedinės ekonomikos diegimo ir įgyvendinimo, buvo atlikta įmonių anketinė apklausa. Anketą sudarė 13 klausimų, kuriuose buvo prašoma įvertinti tokius aspektus kaip: 1) žiedinės ekonomikos reikšmės bei 3R principų integravimo į veiklą lygį; 2) valdymo apskaitos instrumentų, integruojančių žiedinės ekonomikos principus, taikymo patirtį; 3) finansinių ir nefinansinių rodiklių, teikiančių informaciją apie žiedinės ekonomikos principus, taikymo patirtį; 4) reikšmingų priežasčių, galinčių trukdyti taikyti žiedinės ekonomikos principus, bei veiksmų, galinčių paskatinti plėsti žiedinės ekonomikos principų taikymą, atskleidimą. Duomenys buvo surinkti iš 30 įmonių, kurių didžioji dalis dirba gamybos ir paslaugų srityse, taip pat įmonių, kurios užsiima mišria veikla, nuotekų ir atliekų tvarkymu ar energetika. Anketinės apklausos duomenys buvo apdoroti Excel programa ir importuoti į SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) programą. Duomenų analizei buvo naudoti aprašomosios statistikos bei koreliacinės analizės metodai (ryšiams tarp kintamųjų vertinti taikyta Spearman koreliacijos analizė, atsižvelgiant į mažą imties dydį ir duomenų pasiskirstymo ypatumus). Kad būtų lengviau įvertinti kintamųjų tarpusavio ryšius, duomenys buvo sugrupuoti į kelias kategorijas: valdymo apskaitos instrumentų taikymo, finansinių ir nefinansinių rodiklių taikymo bei žiedinės ekonomikos principų taikymo patirties vertinimas. Anketos klausimų vidinis suderinamumas buvo įvertintas taikant Cronbach alfa koeficientą. Šis koeficientas visuose klausimuose viršijo 0,7, o daugumoje buvo virš 0,8. Todėl galima teigti, kad klausimų pasirinkimo variantai yra suderinami tarpusavyje bei tinkami matuoti tolimesniuose skaičiavimuose.

Anketinės apklausos rezultatai atskleidė, kad 40 % įmonių žiedinės ekonomikos reikšmę įvertino, kaip *labai svarbų* jų veiklos aspektą. Dar 36,7 % respondentų pažymėjo, kad šis aspektas yra *svarbus*. Žiedinės ekonomikos taikymu labiausiai suinteresuos gamybinės įmonės. Respondentų paklausus, ar jų nuomone, valdymo apskaita padeda priimti sprendimus dėl žiedinės ekonomikos principų taikymo ir diegimo, 40 % nurodė, jog *labai padeda*, o 30 %, jog *padeda*. Respondentų vertinimas, kokia apimtimi 3R žiedinės ekonomikos principai yra taikomi jų įmonės veikloje, pateiktas 1 paveiksle.



1 pav. 3R principų taikymo įmonėse vidutinis įvertinimas

Atlikus Spearman koreliacijos analizę tarp valdymo apskaitos instrumentų taikymo bei rodiklių, matuojančių žiedinės ekonomikos taikymo lygį, buvo nustatytas stiprus ryšys ($r = 0,836$; $p < 0,001$). Taigi galima daryti prielaidą, kad įmonėse, kuriose valdymo apskaitos instrumentai yra taikomi intensyviai, aktyviau matuojami ir šie rodikliai. Taip pat nustatytas vidutinio stiprumo ryšys tarp valdymo apskaitos instrumentų taikymo bei žiedinės ekonomikos principų integravimo veikloje ($r = 0,583$; $p < 0,001$), kas leidžia teigti, kad valdymo apskaitos priemonių taikymas skatina šių principų integraciją į įmonių veiklą.

Analizuojant, kokios galėtų būti reikšmingos priežastys, galinčios trukdyti taikyti žiedinės ekonomikos principus, atskleista, kad respondentai, kaip didžiausią sunkumą, išskyrė neaiškiai apibrėžtą reguliacinę aplinką (vidurkis 4,43 iš 5), taip pat dideles pradines investicijas (4,18) bei sunkiai nuspėjamą atsiperkamumą (4,10). Kaip mažiausią įtaką darantį veiksni, respondentai išskyrė darbuotojų kompetencijos trūkumą (3,76). Vertinant veiksnius, kurie skatintų įmones diegti žaliosios ekonomikos principus, svarbiausiais buvo išskirti ekonominio ir finansinio skatinimo veiksniai, kaip antai mokestinės lengvatos ar subsidijos (4,47) bei galimybė gauti finansinę paramą iš valstybės ar ES (4,34).

Tyrimo ribotumas: dėl nedidelio respondentų skaičiaus rezultatai atspindi tik tam tikras tendencijas ir negali būti apibendrinami visų įmonių mastu.

LITERATŪRA

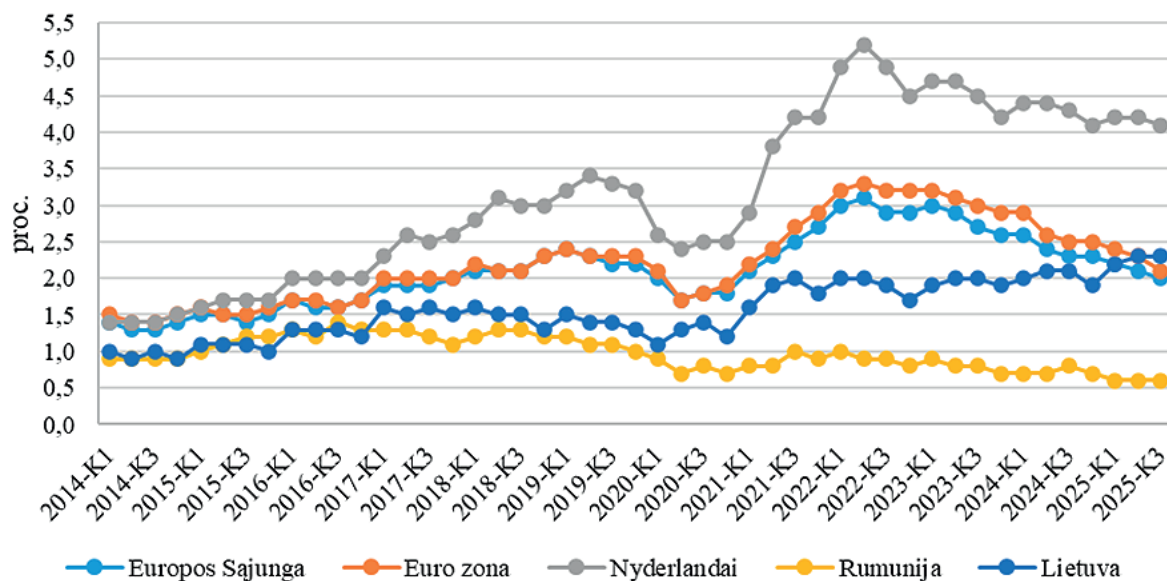
- [1] Trapnaskas, A., Tvaronavičienė, M. *Žiedinės ekonomikos vystymosi kryptys*. Vilnius: Vilnius Tech, 2022.
- [2] Chung, D. K., Le, N. Linear or Circular Economy: A Review of Theories, Practices, and Policy Recommendations for Vietnam. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 2023, 6(3), 1832–1845.
- [3] United Nations. *World Population Prospects 2022*. 2022.
- [4] Global Footprint Network. *How many Earths? How many countries?* Earth Overshoot Day.
- [5] European Parliament. *Circular economy: definition, importance and benefits*. 2023.
- [6] Taipaleenmäki, J., Ikäheimo, S. On the convergence of management accounting and financial accounting: The role of information technology in accounting change. *International Journal of Accounting Information Systems*, 2013, 14(4), 321–348.
- [7] Lieder, M., Rashid, A. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 115, 36–51.

DARBUOTOJŲ TRŪKUMO PRIEŽASTYS IR MAŽINIMO GALIMYBĖS

Darbuotojų trūkumas pastaraisiais metais tapo viena reikšmingiausių Europos Sąjungos (ES) darbo rinkos problemų, turinčių tiesioginį poveikį ekonomikos augimui, įmonių konkurencingumui ir socialiniam stabilumui. Mokslinėje literatūroje darbuotojų trūkumas dažniausiai apibrėžiamas kaip situacija, kai darbo jėgos paklausa viršija pasiūlą tiek kiekybine, tiek kokybine prasme [1]. Didėjantis laisvų darbo vietų skaičius signalizuoja apie struktūrinius darbo rinkos disbalansus, susijusius su ilgalaikėmis demografinėmis, ekonominėmis, socialinėmis ir technologinėmis tendencijomis [2, 3]. Šiuos disbalansus lemia gyventojų senėjimas ir mažėjantis gimstamumas, mažinantys darbingo amžiaus gyventojų dalį, migracijos procesai, kurie tik iš dalies kompensuoja darbo jėgos trūkumą ir dažnai sukuria netolygų jos pasiskirstymą tarp regionų, bei kvalifikacijos neatitikimas, kylantis dėl sparčios technologinės pažangos. Skaitmenizacija ir automatizacija transformuoja darbo pobūdį, didindamos aukštos kvalifikacijos specialistų paklausą ir mažindamos žemos kvalifikacijos darbo vietų poreikį, o tai dar labiau gilina darbo rinkos struktūrinius iššūkius [3, 4].

Šio tyrimo tikslas – įvertinti darbuotojų trūkumo priežastis ir nustatyti pagrindinius veiksnius, darančius įtaką laisvų darbo vietų lygiui ES šalyse. Darbe analizuoti ekonominiai, darbo rinkos, demografiniai, socialiniai bei technologiniai veiksniai. Tyrime taikyta mokslinės literatūros analizė, statistinių duomenų analizė bei ekonometrinis modeliavimas, t.y. stacionarumo ir normalumo vertinimas, koreliacinė ir regresinė analizė. Analizei naudoti 2008–2024 m. laikotarpio Eurostat duomenys.

2014–2019 m. laikotarpiu laisvų darbo vietų lygis nuosekliai augo, atspindėdamas ekonomikos atsigavimą po finansų krizės. 2020 m. šis rodiklis smarkiai sumažėjo dėl COVID-19 pandemijos poveikio, kuris sukėlė ekonominį neapibrėžtumą ir sumažino darbo jėgos paklausą. Tačiau jau 2021–2022 m. laikotarpiu



1 pav. Laisvų darbo vietų lygio kitimo dinamika ES šalyse 2014–2025 m. (Šaltinis: sudaryta autorės remianti Eurostat duomenimis)

stebėtas spartus augimas, rodantis ekonomikos atsigavimą ir padidėjusią darbuotojų paklausą. 2023 m. pastebimas tam tikras stabilizavimasis, kuris gali būti siejamas su ekonomikos lėtėjimu ir geopolitiniu neapibrėžtumu. 1 pav. atvaizduota ES, euro zonos, Nyderlandų kuriems būdingas aukščiausias laisvų darbo vietų lygis, Rumunijos, turinčios žemiausią laisvų darbo vietų lygį, ir Lietuvos analizuojamo rodiklio dinamika rodo vis labiau išsiskiriančią tarp šalių darbo rinkos situaciją. Tad laisvų darbo vietų lygio dinamika priklauso nuo šalies ekonominio išsivystymo lygio, darbo rinkos struktūrinių ypatybių bei kitų veiksnių.

Ekonometrinio tyrimo, atlikto Belgijos, Latvijos, Lietuvos, Nyderlandų, Lenkijos ir Rumunijos atveju, rezultatai parodė, kad ryšys tarp laisvų darbo vietų lygio ir ekonominių, darbo rinkos, demografinių, socialinių bei technologinių veiksnių tarp šalių skiriasi. 1 lentelėje pateikiami tie rodikliai, kurių poveikis buvo statistiškai reikšmingas.

1 lentelė. Laisvų darbo vietų lygį lemiančių veiksnių poveikio kryptis

Rodiklių grupė	Rodiklis	Belgija	Latvija	Nyderlandai	Lenkija
Darbo rinkos	Užimtumo lygis			+	
	Nedarbo lygis			–	–
Demografiniai	Gimstamumas	–			
	Imigracija			+	
	Senatvės priklausomybė		–		

Sudaryto daugialypės regresijos modelio rezultatai parodė, kad mažėjantis nedarbo lygis Nyderlanduose ir Lenkijoje buvo susijęs su laisvų darbo vietų lygio didėjimu, o tai rodo augančią darbo rinkos įtampą ir reikiamos kvalifikacijos darbuotojų trūkumą šiose šalyse. Nyderlanduose didėjantis užimtumo lygis bei imigracija taip pat turėjo teigiamą poveikį priklausomam kintamajam, atspindėdamas aktyvesnę darbo rinką ir didesnę darbuotojų paklausą. Belgijoje mažėjantis gimstamumas ilgainiui mažina darbingo amžiaus gyventojų skaičių ir prisideda prie laisvų darbo vietų augimo, o Latvijoje didėjantis senatvės priklausomybės rodiklis yra taip pat susijęs su didesniu laisvų darbo vietų lygiu. Tuo tarpu kitų analizuotų rodiklių, tokių kaip minimalus atlyginimas, emigracija, aukštasis išsilavinimas, švietimo dalyvavimas ir interneto naudojimas, reikšmingas tiesinis ryšys su laisvų darbo vietų lygiu nenustatytas visose tirtose šalyse. Taigi, tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad darbuotojų trūkumas yra struktūrinė ir daugialypė problema, kurios negalima paaiškinti vieno veiksnio poveikiu.

Remiantis atlikta analize, darbuotojų trūkumo mažinimo priemonės turėtų būti siejamos su 1 lentelėje nustatytais statistiškai reikšmingais ryšiais. Lenkijoje ir Nyderlanduose svarbios priemonės, nukreiptos į darbo rinkos poreikius. Pastarojoje taip pat turėtų būti vykdoma atsakinga migracijos politika. Belgijoje aktualios gimstamumo mažėjimo padarinius švelninančios šeimos politikos priemonės, o Latvijoje svarbu mažinti visuomenės senėjimo poveikį, didinant vyresnio amžiaus gyventojų užimtumą. Literatūroje, siekiant spręsti darbuotojų trūkumo problemą, be minėtųjų akcentuojamos švietimo sistemos stiprinimo, darbo sąlygų gerinimo, technologinės plėtros priemonės [1, 2, 4].

Apibendrinant galima teigti, kad darbuotojų trūkumo formavimąsi lemia specifiniai kiekvienos šalies darbo rinkos ir demografiniai veiksniai. Todėl darbuotojų trūkumo mažinimo priemonės turėtų būti parenkamos individualiai, atsižvelgiant į šalies ekonominę situaciją, darbo rinkos struktūrą ir demografinės tendencijas.

LITERATŪRA

- [1] Barnow, B. S., Trutko, J., Piatak, J. S. *Occupational Labor Shortage: Concepts, Causes, Consequences, and Cures*. W.E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo. 2013. 227 p.
- [2] Ernst, E., Feist, L. *Intereconomics*, 2024, 59(3), 125–131.
- [3] Handel, M. J. *Intereconomics*, 2024, 59(3), 136–142.
- [4] Autor, D. H., Salomons, A. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018, 1, 1–87.

EKOSISTEMINIŲ PASLAUGŲ EFEKTAI DARNAUS VYSTYMOSI POŽIŪRIU: ŠIRVINTŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS ATVEJIS

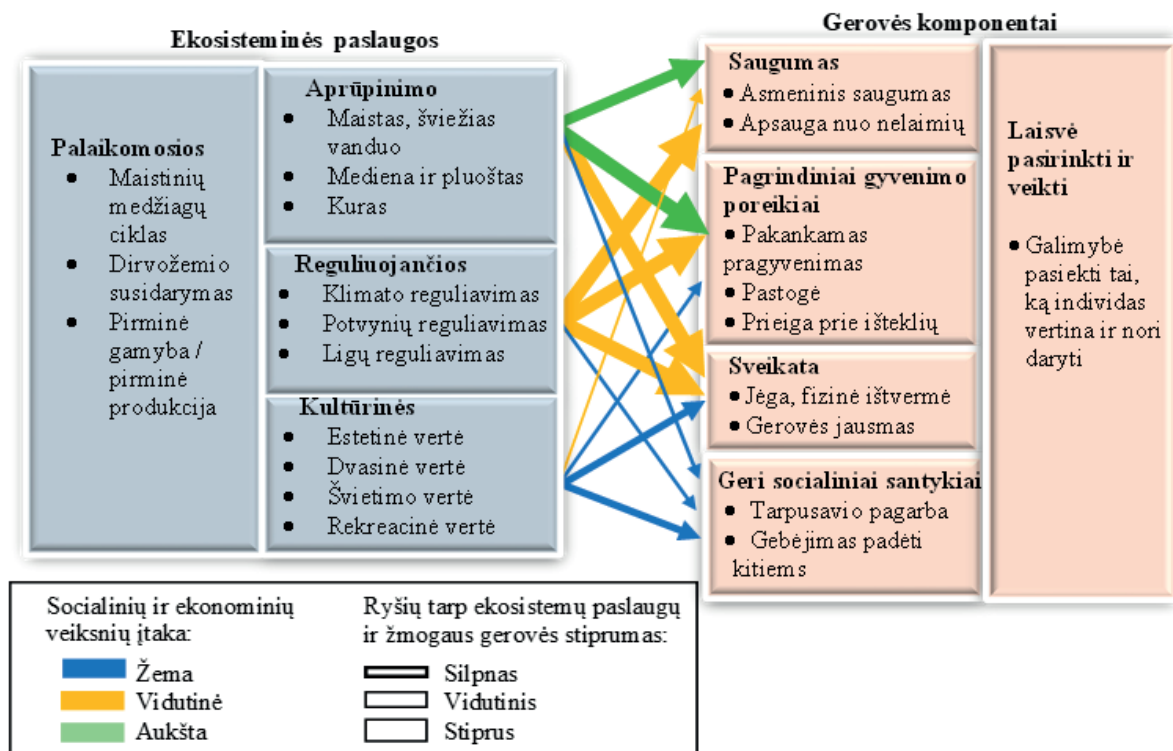
Temos aktualumas. Sparčiai keičiantis aplinkos kokybei ir didėjant klimato kaitos poveikiui, vis didesnę svarbą įgauna ekosisteminių paslaugų samprata ir jos pritaikymas. 2017 m. Eurobarometro tyrimo duomenimis, daugiau nei 90 proc. Lietuvos gyventojų aplinkos apsaugą vertina kaip svarbų aspektą, kas rodo aukštą Lietuvos gyventojų ekologinį sąmoningumą ir pabrėžia visuomenės požiūrio svarbą formuojant tvarias regionines aplinkosaugos bei plėtros strategijas, ypatingai integruojant ekosistemines paslaugas darnaus vystymosi kontekste [6].

Tikslas. Išanalizuoti ekosisteminių paslaugų poveikį darniam vystymuisi Širvintų rajone.

Ekosisteminių paslaugų – tai gamtos teikiama nauda žmonėms, prisidedanti prie gyvenimo kokybės, sveikatos ir ekonominės veiklos. Jos skirstomos į keturias pagrindines kategorijas: aprūpinimo, reguliavimo, palaikymo ir kultūrinės [1]. Aprūpinimo paslaugos apima materialius išteklius, tokius kaip maistas ar vanduo, reguliavimo paslaugos susijusios su aplinkos procesų reguliavimu (pvz., klimato ar vandens kokybės), palaikymo paslaugos užtikrina ekosistemų funkcionavimą, o kultūrinės paslaugos tenkina įvairius kultūrinius, socialinius ir emocinius žmonių poreikius. Rekreacija, įkvėpimas randamas gamtoje, estetiškas, dvasinis pasitenkinimas, tradicijos, ryšys su vieta – daugeliui žmonių tai yra pačios svarbiausios ir lengviausiai suprantamos gamtos teikiamos vertybės [3].

Gyvenimo kokybė ir ekonominė veikla labai priklauso nuo ekosistemų ir jų teikiamos naudos bei paslaugų. Ekosisteminių paslaugų vertinimas gali būti atliekamas taikant biofizinius, socialinius ir ekonominius metodus, kurie leidžia nustatyti tiek ekologinę, tiek visuomeninę šių paslaugų vertę [7]. Vertinimo metodai apima išvengiamų nuostolių, pakeitimo kaštų, kelionės išlaidų ir sąlyginės vertės metodus, kurie padeda išreikšti gamtos naudą pinigine ar socialine forma [8]. Ekosisteminių paslaugų tiesiogiai veikia gyvenimo kokybę, įtakodamos tokias žmonių gerovės sritis kaip saugumas, sveikata, prieiga prie išteklių, socialiniai santykiai ir galimybė priimti savarankiškus sprendimus. Be ekosisteminių paslaugų poveikio, žmonių gerovei dar daro įtaką kiti veiksniai – aplinkos, ekonominiai, socialiniai, technologiniai ir kultūriniai aspektai – o ekosistemos savo ruožtu yra paveikiamos žmonių gerovės pokyčių. Millennium Ecosystem Assessment (MEA) sukurta ekosisteminių paslaugų ir žmonių gerovės ryšių iliustracija atskleidžia tiesioginį ryšį tarp ekosisteminių paslaugų kategorijų ir žmonių gerovės. Paveiksle vaizduojama, kaip skirtingos ekosisteminių paslaugų kategorijos susijusios su žmonių gerovės komponentais, ir pateikiama informacija apie tai, kiek socioekonominiai veiksniai gali tarpininkauti šiame ryšyje (žr. 1.1 pav.).

Siekiant įvertinti ekosisteminių paslaugų reikšmę praktikoje, buvo pasirinkta Širvintų rajono savivaldybė. Tyrimas atliktas taikant anketinę apklausą bei interviu su savivaldybės atstove. Išsiaiškinta, kad Širvintų rajono savivaldybėje didžiausias dėmesys yra skiriamas reguliavimo ir kultūrinėms ekosistemų paslaugoms, ypatingai aplinkos kokybės gerinimui ir viešųjų erdvių plėtrai. Įgyvendinti projektai apima kraštovaizdžio tvarkymą, vandens ir nuotekų sistemų modernizavimą, atliekų tvarkymo infrastruktūros plėtrą bei atsinaujinančios energijos diegimą. Kriterijai, kuriuos taiko Širvintų rajono savivaldybė rengiant erdves, vietą poilsio zonai, pėsčiųjų takui ar viešajai erdvei yra Prieinamumas, pritaikomumas įvairioms amžiaus grupėms, funkcionalumas. Todėl viešose erdvėse įrengiamos ir zonos su vaikų žaidimų aikštelėmis, skirtomis vaikams, šeimoms, įrengiami lauko treniruokliai aktyvesnį laisvalaikį mėgstantiems asmenims bei suoliukai vyresnio mažiau žmonių tiesiog prisėsti ir pabūti viešojoje erdvėje. Taip pat be abejo užtikrinamas atitikimas statybos techniniams reglamentams, ku-



1.1 pav. Ryšiai tarp ekosistemų paslaugų ir žmogaus gerovės (sudaryta autorės remiantis MEA, 2026)

rie nustato poilsio zonų, tų techninius rodiklius, taikomi universalūs dizaino principai ir pritaikymas negalią turintiems asmenims.

Širvintų rajono savivaldybėje jau įgyvendinti ir šiuo metu vykdomi projektai, kurie prisideda prie gamtos apsaugos ir gyventojų gerovės, yra „Buvusios naftos bazės teritorijos Širvintų r. sav., Jauniūnų sen., Medžiukų k., sutvarkymas“, „Kraštovaizdžio sutvarkymas Širvintų mieste“, „Saulės fotovoltinės jėgainės diegimas Širvintų rajono savivaldybės administracijos pastate“, „Komunalinių atliekų tvarkymo infrastruktūros plėtra Širvintų rajone“, „Geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo sistemų renovavimas ir plėtra Širvintų rajone (Musninkuose ir Gelvonuose)“, „Širvintų rajono Akmenių ir Motiejūnų kadastrinių vietovių melioracijos statinių rekonstrukcija“, „Viešosios erdvės sutvarkymas prie Kiauklių ežero“, taip pat šiuo metu vykdomi projektai „Širvintos upės ir kultūros objektų Širvintų mieste pritaikymas lankyti“ ir „Kernavės miestelio kultūros ir gamtos objektų pritaikymas lankyti“. Šių projektų įgyvendinimui buvo pasitelktos Europos Sąjungos, valstybės, Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondo programos, Lietuvos kaimo plėtros programos, vietos veiklos grupės strategijos bei Širvintų rajono savivaldybės biudžeto lėšos [13]

Brangiausias šiuo metu vykdomas projektas yra „Širvintos upės ir kultūros objektų Širvintų mieste pritaikymas lankyti“, kuris įgyvendinamas nuo 2025 m. rugsėjo 30 d. iki 2027 m. spalio 31 d. Projekto vertė siekia 7 074 678,64 Eur, todėl jis yra vienas didžiausių šiuo metu savivaldybėje vykdomų projektų. Projekto tikslas – sudaryti sąlygas turizmo plėtrai Širvintų mieste. Projekto įgyvendinimo metu bus vykdomas Širvintos upės ir aplink ją esančių gamtos bei kultūros objektų pritaikymas lankyti. Visi paminėti projektai prisideda prie taršos mažinimo, gyventojų gerovės didinimo ir teritorijos patrauklumo augimo.

Išanalizavus Širvintų rajono savivaldybės gyventojų atsakymus į anketinės apklausos klausimus, respondentų pasiskirstymas buvo gana proporcingas. Apklausoje daugiausia dalyvavo jauniausios amžiaus grupės respondentai (18–24 m.) – jie sudarė 37 proc. visų apklaustųjų. 22 proc. respondentų buvo 35–44 metų amžiaus, o 20 proc. sudarė 25–34 m. amžiaus grupė ir 17 proc. 45–54 m. amžiaus grupės.

Mažiausią dalį sudarė 55–64 metų respondentai (5 proc.), o vyresnių nei 65 metų apklausoje nedalyvavo. Pagal užimtumo statusą, didžioji dalis apklaustųjų buvo dirbantys asmenys (69 proc.), 26 proc. sudarė studentai, o nedirbantys ir kitą veiklą nurodę respondentai – po 3 proc. Pensinio amžiaus asmenų apklausoje nebuvo. Vertinant gyvenamąją vietą, dauguma respondentų gyvena Širvintų mieste (82 proc.), o likusieji – Širvintų rajone (18 proc.).

Tyrimo rezultatai parodė, kad 66 proc. respondentų nėra girdėję ekosisteminių paslaugų sąvokos, tačiau jų atsakymai rodo, kad jie supranta gamtos svarbą kasdieniame gyvenime. Dauguma respondentų gamtinėmis teritorijomis naudojasi retai arba kelis kartus per mėnesį, o pagrindiniai lankymosi tikslai yra poilsis ir fizinis aktyvumas.

Širvintų rajono respondentai svarbiausiais gamtos ištekliais laiko geriamąjį vandenį ir vietinius maisto produktus, o medienos ir kuro svarba vertinama mažiau. Net 87 proc. apklaustųjų mano, kad aplinkos kokybė per pastaruosius penkerius metus pagerėjo, o 74 proc. teigia, kad gamtinė aplinka ir viešosios erdvės didina rajono patrauklumą gyventi ir dirbti. Tačiau išskiriamos ir problemos – infrastruktūros trūkumas, šiukšlinimas bei vandens telkinių tarša.

Apklaustųjų teigimu, aplinkos kokybė per pastaruosius 5 metus Širvintų rajone yra pagerėjusi, o gamtinė aplinka ir viešosios erdvės iš tiesų didina rajono patrauklumą gyventi ir dirbti. Taip pat nustatyta, kad gyventojai pastebi tiek teigiamus pokyčius, tokius kaip sutvarkytos viešosios erdvės, tiek ir problemas – infrastruktūros trūkumą, šiukšlinimą bei vandens telkinių taršą.

LITERATŪRA

- [1] Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. 2005.
- [2] Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. *Ekosistemų paslaugų integravimo į sprendimų priėmimą ES gairių santrauka*. 2019.
- [3] Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. *Ekosisteminių paslaugų vertinimas ir integravimas į sprendimų priėmimo procesus: teorijos ir gerosios užsienio praktikos apžvalga*. 2017.
- [4] Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. *Bendra informacija apie ekosistemines paslaugas*. 2023.
- [5] Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. *Nacionalinis ekosisteminių paslaugų vertinimas ir vertinimo integravimas į sprendimų priėmimą*. 2023.
- [6] European Commission. *Attitudes of European citizens towards the environment (Eurobarometer survey)*. European Union. 2017.
- [7] Viva Grass. *Valuation of ecosystem services*. (n.d)
- [8] S. Davis. Dogwood Alliance. *Ecosystem services explained*. 2021.
- [9] Natural Capital Project. *ARIES*. (n.d)
- [10] Natural Capital Project / Stanford University. *InVEST software*. (n.d)
- [11] U.S. Geological Survey. *Social values for ecosystem services*. 2018.
- [12] Neugarten, R. A., Langhammer, P. F., Osipova, E. ir kt. *Tools for measuring, modelling and valuing ecosystem services*. 2018.
- [13] Širvintų rajono savivaldybė. *Projektai*. (n.d)

MAKROEKONOMINIŲ VEIKSNIŲ POVEIKIO LAIMEI VERTINIMAS EUROPOS ŠALYSE: GLOBALIŲ SUKRĖTIMŲ ASPEKTAS

Laimė šiame tyrime suprantama kaip subjektyvi gerovė, apimanti teigiamas emocijas ir pasitenkinimą gyvenimu. Nors ilgą laiką ekonominiuose tyrimuose buvo analizuojami objektyvūs gerovės rodikliai, tokie kaip pajamos, išsilavinimas ar sveikata, vis dažniau pabrėžiama, kad ekonomikos augimas ne visada padidina pasitenkinimą gyvenimu. Mokslinėje literatūroje teigiama, kad laimę veikia įvairūs socialiniai ir makroekonominiai veiksniai, tačiau jų poveikis nėra vienareikšmis [1, 2, 3, 4, 5]. Dauguma tyrimų rodo neigiamą nedarbo ir infliacijos poveikį laimei, o ekonomikos augimas dažniau siejamas su teigiamu poveikiu [1, 3, 4, 6]. Vis dėlto literatūroje trūksta tyrimų, kuriuose pagrindiniai makroekonominiai veiksniai būtų analizuojami kompleksiskai, ypač apimant globalius sukrėtimus [7, 8].

Šio tyrimo tikslas – nustatyti makroekonominių veiksnių poveikį laimei Europos šalyse globalių sukrėtimų kontekste. Tyrimo objektas – makroekonominių veiksnių poveikis laimei. Tyrimas yra kiekybinis ir atliktas naudojant antrinius statistinius duomenis. Laimės duomenys paimti iš „World Happiness Report“, o makroekonominiai rodikliai – iš Eurostat ir Pasaulio banko duomenų bazių. Tyrimo imtį sudaro 11 Europos šalių, analizuojamas laikotarpis – 2012–2024 m. Tyrime vertinami šie makroekonominiai rodikliai: bendrasis vidaus produktas vienam gyventojui, nedarbo lygis, infliacijos lygis ir valdžios sektoriaus išlaidos. Taip pat į tyrimą įtraukiamas globalių sukrėtimų veiksnys.

Makroekonominių veiksnių poveikiui laimei įvertinti taikomas dinaminis panelinių duomenų modelis, vertinamas apibendrintu momentų metodu (GMM). Papildomai taikyti fiksuotų efektų (FE) ir apjungtų duomenų mažiausių kvadratų metodai (OLS), siekiant patikrinti rezultatų stabilumą. Modelių rezultatai vertinami pagal koeficientų ženklus, jų dydį ir statistinį reikšmingumą.

Empirinio tyrimo rezultatai parodė, kad nuosekliausią ryšį su gyventojų laimės lygiu turi nedarbas ir valdžios sektoriaus išlaidos. Nustatyta, kad didesnis nedarbas yra statistiškai reikšmingai susijęs su mažesniu gyventojų laimės lygiu, o valdžios sektoriaus išlaidos yra statistiškai reikšmingai ir teigiamai susijusios su laime. Tuo tarpu infliacija ir globalių sukrėtimų kintamasis neparodė statistiškai reikšmingo ryšio su laime. Bendrasis vidaus produktas vienam gyventojui, įvertinus modelį su GMM, buvo statistiškai reikšmingas tik esant 10 proc. stat. reikšmingumo lygiui ($p < 0,1$), tačiau pasižymėjo neigiama ryšio kryptimi, kuri neatitinka teorinių prielaidų. Kituose modeliuose šio kintamojo rezultatai nebuvo nuoseklūs, todėl galima teigti, kad jo įtaka laimės lygiui nėra vienareikšmė. Papildomai taikytų metodų rezultatai parodė, kad kai kurių kintamųjų stat. reikšmingumas ir ryšio kryptis priklauso nuo pasirinkto vertinimo metodo.

Taigi tyrimas parodė, kad ne visi makroekonominiai rodikliai turi vienodą reikšmę gyventojų laimės lygiui, o svarbiausi veiksniai, veikiantys laimę, šiame tyrime buvo nedarbas ir valdžios sektoriaus išlaidos. Tyrimo rezultatai turėtų būti vertinami atsižvelgiant į tam tikrus apribojimus, tokius kaip santykinai trumpas laikotarpis, ribota šalių imtis ir kt.

Remiantis gautais rezultatais, rekomenduotina didesnę dėmesį skirti darbo rinkos stabilumui bei vertinti gyventojų laimę ne vien pagal ekonominius rodiklius, bet ir pagal subjektyvius aspektus. Toliau tyrimuose siūloma plėsti analizuojamų šalių imtį ir įtraukti papildomus socialinius bei institucinius veiksniai.

LITERATŪRA

- [1] Di Tella, R., MacCulloch, R. J., Oswald, A. J. *Review of Economics and Statistics*, 2003, 85, 809–827.
- [2] Dziechciarz, M. *Sustainability*, 2024, 16, 2124.
- [3] Mandikiana, B. W. *Research Square*, 2024, 1–44.
- [4] Marton, B., Mojsejová, A. *Statistika*, 2022, 102, 369–381.
- [5] Matusiewicz, M. *American Journal of Economics and Sociology*, 2025, 84, 683–694.
- [6] Degutis, M., Urbonavičius, S., Gaižutis, A. *Ekonomika*, 2010, 89, 9–21.
- [7] Clark, A. E., Lepinteur, A. *Review of Income and Wealth*, 2022, 68, 393–408.
- [8] Neugebauer, M., Patzina, A., Dietrich, H., Sandner, M. *European Sociological Review*, 2024, 40, 872–886.

DIRBTINIO INTELEKTO ĮRANKIŲ PRITAIKOMUMO MOKSLINĖS LITERATŪROS PAIEŠKAI IR ANALIZEI VERTINIMAS

Šiuolaikiniame pasaulyje mokslinės informacijos kiekis sparčiai didėja, todėl tradicinis metodas tyrėjams sukelia daug papildomų sąnaudų, susijusių su literatūros paieška bei analize. Tradiciniai paieškos bei analizės būdai tampa vis mažiau patrauklesni dėl didelio publikacijų skaičiaus bei laiko sąnaudų. Tačiau pasaulyje vis populiarėjantis ir tobulėjantis dirbtinis intelektas (DI) siūlo naujas galimybes automatizuoti mokslinių straipsnių paiešką, atranką ir analizę. Tyrimo aktualumą grindžia spartėjanti DI integracija į mokslinę veiklą. Mokslinėje literatūroje pabrėžiama, kad DI įrankiai gali reikšmingai prisidėti prie tyrimų efektyvumo didinimo, mažinant žmogiškas klaidas bei įvairių tyrimo etapų automatizavimo [1]. Taip pat vis daugiau dėmesio skiriama dirbtinio intelekto taikymui literatūros apžvalgų rengime, analizuojant skirtingus įrankius ir jų panaudojimo galimybes [2]. Tačiau, nepaisant augančio susidomėjimo DI panaudojimo tema, vis dar trūksta tyrimų, kuriuose būtų praktiškai lyginami tradiciniai ir DI pagrindu atliekami mokslinių straipsnių paieškos ir analizės metodai, o ir technologijų vystymasis atliktas analizės daro nebeaktualiomis.

Tyrimo problema siejama su klausimu, kaip ir kokie DI įrankiai gali būti pritaikyti mokslinių straipsnių paieškos ir analizės procesuose bei kokie yra jų taikymo ribotumai. Tyrimo tikslas – įvertinti DI įrankių pritaikomumą mokslinės literatūros paieškai ir analizei, pasirinkus nefinansinių įmonės veiklos efektyvumo rodiklių temą 2020 m. – 2025 m. laikotarpiu.

Tyrime taikoma mišri metodologija, apjungianti mokslinės literatūros analizę, bibliometrinę analizę bei sisteminę lyginamąją analizę. Pirmiausia buvo analizuojami moksliniai straipsniai, susiję su tyrimo tema. Vėliau atliktas praktinis tyrimas: mokslinės literatūros paieška nefinansinių veiklos rodiklių tema tradiciniu būdu naudojant „Web of Science“ duomenų bazę ir vėliau šia tema atlikta analizė naudojant pasirinktus DI įrankius. Bibliometriniais duomenimis vizualizuoti ir klasterių ryšiams nustatyti naudota „VOS viewer“ programa.

Pirmajame tyrimo etape, atliekant DI taikymo mokslinės literatūros apžvalgoje bibliometrinę analizę „VOS viewer“ programa, nustatyta, kad mokslinės sritys ir raktažodžiai sudaro glaudžius ryšius, o jų klasteriai atspindi tarpdisciplininius ryšius. Analizuojant raktažodį „AI tools for literature review“, nustatyta, jog visus siejantis raktažodis yra kompiuterių mokslas, kuris jungia šešis klasterius, kurių bendras ryšių stiprumas yra 9885. Taigi ši tinklaveika leidžia teigti, kad kompiuterių mokslas yra pagrindinis centras, aplink kurį formuojasi šeši klasteriai, apimantys verslo, gamtos mokslų, teisės, technologijų, matematikos ir humanitarinių sričių sąsajas. Ši struktūra parodo, kad technologijos yra persipynusios su verslu, medicina, filosofija, inžinerija ir kitomis sritimis, sukurdamos stiprų tarpdisciplininių ryšių bei reikšmingą aktualumą šiose srityse.

Kadangi atlikus pirmąją mokslinių straipsnių paiešką buvo rasta mažai straipsnių, tai mokslinių straipsnių paieška buvo papildyta antru etapu. Antrajame etape analizuojant raktažodį „AI tools for literature search and analysis“, nustatytas itin stiprus ryšys tarp kompiuterių mokslo ir medicinos sričių, kurių ryšių stiprumas siekia 24535. Ši sistema jungia technologijas su medicina, biologija, psichologija, teise, filosofija ir kt., parodydama, kaip technologiniai sprendimai tampa neatsiejama šiuolaikinės sveikatos priežiūros bei kitų mokslo sričių dalimi.

Remiantis DI taikymo mokslinės literatūros apžvalgos etapu, kuriame buvo detalčiai analizuojami vienuolika straipsnių, buvo nustatyta, jog DI įrankiai gali būti naudojami įvairiuose literatūros analizės etapuose. Dažniausiai mokslinėje literatūroje minimas DI įrankis yra „ChatGPT“, kuris naudojamas

straipsnių atrankos, duomenų išskyrimo, sintezės ir analizės, tekstų kūrimo, vertimo ir citatų valdymo procesuose. Straipsnių detalios analizės apibendrinti rezultatai pateikti 1 lentelėje, atspindinčioje DI įrankius bei jų pritaikymą skirtinguose mokslinės literatūros paieškos ir analizės etapuose. Literatūros analizė rodo, kad DI įrankiai gali būti pritaikyti mokslinės literatūros paieškai ir analizei, tačiau tyrėjas turi atidžiai įvertinti pateikiamus duomenis.

Literatūros analizės etapai	DI įrankiai
Literatūros paieška, atranka	Chat GPT, Semantic Scholar, ASReview, Litbaskets, Covidence, RevMan, Microsoft Bing AI, MySLR, RobotReviewer
Detali atrinktos literatūros analizė	ChatGPT, Code Interpreter, Petal, Elicit, Graph2Data
Literatūros bibliometrinių duomenų vizualizavimas	Litmaps, Scite, Code Interpreter
Literatūros sintezė	ChatGPT, Scholarcy, MySLR, Covidence, RevMan
Straipsnių santraukų ir su literatūra susijusio teksto kūrimas	ChatGPT, GPT-3, GPT-4, Scholarcy, Scite, RevMan
Teksto vertimas	ChatGPT

1 lentelė. Mokslinės literatūros paieškos ir analizės etapai ir DI įrankiai

Atliekant praktinį tyrimą tema nefinansiniai įmonės veiklos rodikliai, „Web of Science“ duomenų bazėje rasta 1614 mokslinių straipsnių. Bibliometrinė analizė naudojant „VOS viewer“ programą parodė, kad mokslinės sritys ir raktažodžiai sudaro glaudžius ryšius. Analizuojant raktažodį „companies key performance indicators“, nustatytas itin stiprus raktažodžio verslas ryšys, kuris sieja 6 klasterius, kurių bendras ryšių stiprumas siekia 109849. Gauti duomenys rodo, kad verslas yra jungiamoji ašis tarp technologijų, socialinių mokslų ir gamtosaugos. Tai reiškia, kad modernus verslas operuoja ne tik finansais, bet vis didesnę reikšmę įgauna gamybos procesus, technologijas, gamtosaugą bei politiką išreiškiantys rodikliai ir kita forma atskleidžiama informacija.

Tyrimas parodė, kad nefinansiniai rodikliai yra strategiškai reikšmingi įmonės konkurenciniam pranašumui, veiklos rezultatams bei bankroto rizikos mažinimui. Tyrimuose atskleidžiami su tvarumu, aplinkosauga, darbuotojais, inovacijomis, valdymo bei vidinių procesų efektyvumu susiję nefinansiniai rodikliai. Vertinant straipsnių rezultatus, dažniausiai išskiriami darbuotojų ir aplinkosaugos rodikliai, kaip turintys didžiausią įtaką įmonės veiklai.

Atliekant praktinį tyrimą naudojant DI įrankius, buvo testuota 17 DI įrankių, kurie buvo įvertinti pagal tokius kriterijus: kokybę ir išsamumą, funkcionalumą, pritaikomumą ir patogumą naudoti, reikalingą įsitraukimą bei laiko sąnaudas. Atlikus tyrimą paaiškėjo, jog DI įrankių taikymas mokslinėje veikloje turi tiek privalumų, tiek ribotumų. Pagrindinis privalumas yra laiko sąnaudų mažinimas, taip pat didesnis su tema susijusių straipsnių kiekis, galimybė vizualizuoti sudėtingus ryšius. Tačiau pagrindiniai ribotumai siejami su rizika, kad DI pateiks netinkamus temai straipsnius, netikslius analizės rezultatus, taip pat ribota prieiga prie nemokamų versijų DI įrankių funkcijų. Taigi gauti rezultatai leidžia teigti, kad DI įrankiai pagreitina literatūros paieškos, atrankos ir analizės procesus, leisdami sistemingai apdoroti didelius duomenų kiekius, kurių žmogus rankiniu būdu nepajėgtų apžvelgti per trumpą laiką.

Išvados rodo, kad DI įrankiai turi didelį potencialą pagreitinti literatūros apžvalgos procesą, tačiau jiems vis dar trūksta tradiciniams metodams būdingo tikslumo. Todėl rekomenduojama taikyti hibridinį modelį, kur DI įrankiai naudojami pirminiam filtravimui ir sisteminimui, o galutinis vertinimas atliekamas žmogaus, taip išlaikant balansą tarp tyrimo kokybės ir laiko sąnaudų efektyvumo. Ateities tyrimuose būtų prasminga išsamiau nagrinėti skirtingus DI įrankius, jų taikymo galimybes skirtingose

mokslo srityse bei įvertinti jų poveikį mokslinių tyrimų kokybei. Taip pat būtų naudinga atlikti tyrimus, apimančius didesnius duomenų kiekius bei daugiau skirtingų DI įrankių.

LITERATŪRA

- [1] Burger, B., Kanbach, D. K., Kraus, S., Breier, M. ir Corvello, V. *European Journal of Innovation Management*, 2023, 26, 233–241.
- [2] Mozelius, P. ir Humble, N. *European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies*, 2024, 23, 161-168.



Humanitariniai
mokslai

HARMONIJS APIBRĖŽIMO PROBLEMA FILOLAJO FRAGMENTUOSE

Šiame tyrime nagrinėjama harmonijos sąvoka V a. pr. Kr. filosofo ikisokratiko ir pitagoriečio [3, xiv] Filolajo Krotoniečio išlikusiuose tekstuose. Remiantis autentiškais [2, 218-238] D44 B6 ir B6a fragmentais, Filolajo harmonija analizuojama ir kaip svarbiausias filosofo kosmologijos principas, ir kaip savita muzikinė-matematinė struktūra.

B6 fragmentas visų pirma apibrėžia Filolajo epistemologinę poziciją. Filosofui svarbu daryti skirtumą tarp dieviškojo ir žmogiškojo žinojimo. Dievams priskiriamos būtent žinios apie pačią prigimtį (αὐτὰ ἃ φύσις), dalykų esybę (ἐστὼν), Filolajo apibrėžiamą kaip amžiną, αἰδῖος. Tačiau ir žmogaus galimybės pažinti, domėtis pasauliu fragmente nėra kategoriškai atmetamos [3, 126]. Pagal Filolają, turi egzistuoti kokie nors dēmenys, kurie padaro pasaulio pažinimą įmanomą, ir šis epistemologinis argumentas leidžia jam pristatyti savo žinias apie kosmą. Filosofas padalija visų dalykų esatis (ἐόντα) į ribojančiąsias (περαίνοντα) ir neribotąsias (ἄπειρα) [2, 253]. Beribiškumo (ἄπειρον) ir ribos (πέρας) klausimas buvo svarbus ikisokratikams mąstant apie kosmologiją, o pitagoriečiai iš šių priešingybių kildino savo kosmą. Kalbėdamas apie ribojančiuosius ir neribotuosius dalykus B6 fragmente, Filolajas yra atsargus, pasakydamas tik tiek, kad šių esatys yra visiškai priešingos. Tam, kad tokie priešingi dalykai galėtų išlikti kosmo sandaroje, jie turi būti sujungti tam tikro vienijančio veiksnio – Filolajo harmonijos.

Detalesnė harmonijos sąvoka randama Filolajo B6a fragmente, kuris, manoma, sekė pastarąjį B6 tekstą [3, 159]. Iš pat pradžių fragmente apibrėžiamas harmonijos dydis – ją sudaro *syllaba* ir *di' oxeian* intervalai, pagrindiniai senovės graikų muzikos konsonansai. Šiame tyrime pasirinkta išlaikyti antikinį šių intervalų pavadinimą: diatesaronas ir diapentė. Daugiausiai interpretacinių sunkumų kelia pats fragmento harmonijos terminas. Nikomachas, I-II a. neopitagoriečių mokslininkas, aiškindamas Filolajo sąvokas, harmoniją supranta kaip oktavos pavadinimą, daugelis modernių vertimų ją perteikia kaip dermę (*scale*). Barker aiškina harmoniją kaip „derinimą, apimantį oktavą“, interpretuodamas, kad Filolajui rūpėjo ne oktavos intervalas, o oktava kaip instrumento suderinimo sistema [1, 37 n. 32]. Tačiau pagrindinis B6a fragmento teiginys nurodo tik harmonijos didumą ir nepateikia daugiau informacijos apie jos struktūriškumą, todėl šis tyrimas gilinasi į tai, kaip harmonija fragmente apibrėžiama per muzikines ir matematines fragmento apimtis.

Senovės graikų muzikinė sistema buvo pagrįsta tetrachordais – keturių natų sekomis. Tetrachordą ribojančios natos buvo laikomos nejudinamomis, jos sudarė diatesarono epitritinį (4:3) intervalą. Kartu sudedami tetrachordai ir tarpiniai tonai sudarydavo Didesnę sistemą (*Greater Perfect System*), apimančią dvi oktavas [1, 11-13]. B6a fragmente Filolajas, užuot naudojęs tetrachordus kaip struktūrinius elementus, akcentuoja diatesarono ir diapentės intervalus, kuriuos apibrėžia nurodydamas juos ribojančias natas. Dauguma šių natų sutampa su Didesnės sistemos nejudinamosiomis natomis. Visgi, svarbesnis Filolajo sumanymas – priskirti intervalams skaitinius santykius (*ratio*): diatesaronui minėtąjį epitritinį (4:3), diapentei hemiolinį (3:2). Vieno tono intervalas fragmente įvedamas kaip diapentės ir diatesarono skirtumas (9:8). Visas oktavos intervalas apibrėžiamas kaip 2:1 santykis, kuris yra diatesarono ir diapentės sudėtis. Atrodo, kad kurdamas harmoniją, Filolajas siekia apibrėžti oktavą per tarpusavyje susijusiais intervalų santykius, sukurdamas tikslesnį jos vaizdą, negu kad tiesiog apibrėžtą per tonų ir mažesniųjų pustonių (*diesis*) kiekį intervale. Kalbant apie pačius skaitinius santykius, Filolajo intervalus išreiškiantys santykiai yra arba dauginiai ($n:1$), arba epimoriniai ($(n+1):n$). Tokius santykius

kaip konsonansinius nurodo ir Euklidui priskiriamas muzikinis ir matematinis veikalas *Sectio canonis*. Veikalas epimorinius ir dauginius santykius išskiria kaip esančius „vieno vardo“ (ἐνὶ ὀνόματι), galinčius iš dviejų sukurti vieną darnų darinį [1, 192-193]. Šių santykių ypatybės turėjo rūpėti ir Filolajui, ypač turint omeny jo kosmo struktūrą. Galiausiai, Filolajo intervalai atspindi ir vėlesnių antikos mokslininkų darbuose. Atrodo, jog senovės graikų muzikoje ir matematikoje randamas aiškus siekis išreikšti oktavą skaitiniais santykiais, kurie atspindėtų intervalus ir būtų tarpusavyje susiję.

Raktiniai žodžiai: Filolajas, harmonija, muzikiniai intervalai, matematiniai santykiai.

LITERATŪRA

- [1] Barker, A. *Greek Musical Writings: Volume 2: Harmonic and Acoustic Theory*. Cambridge University Press, Cambridge. 1989.
- [2] Burkert, W. *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism* (E. L. Minar, Jr., Trans.). Harvard University Press, Cambridge. 1972.
- [3] Huffman, C.A. *Philolaus of Croton: Pythagorean and Presocratic: A Commentary on the Fragments and Testimonia with Interpretative Essays*. Cambridge University Press, Cambridge. 1993.

A. Anisimova,¹ I. Bisigirskaitė¹

¹ Vilniaus universitetas

ŽEMAITĖS REPREZENTACIJŲ KAITA: ANT KO RIŠAME SKARELĘ?

Žemaitė (Julija Beniuševičiūtė-Žymantienė, 1845–1921) Lietuvos kultūroje įsitvirtinusi kaip viena iš ryškiausių simbolinių asmenybių. Tradiciškai pastarosios įvaizdis siejamas su kaimo moters, klasikės ir bobutės su skarele figūromis. Verta atkreipti dėmesį, kad, vis dėlto, šiuolaikinėje kultūroje pastarasis vaizdas įgauna platesnių reikšmių, taigi yra vis dažniau papildomas ir interpretuojamas. Žemaitė matoma ne tik kaip svarbi literatūros istorijos figūra, bet ir kaip feministinės laikysenos, socialinio protesto, gyvybingos ir jaunatviškos energijos, maišto bei alternatyvaus moteriškumo simbolis.

Šiame darbe siekiama apžvelgti, kaip skirtinguose šiuolaikiniuose kontekstuose keičiasi Žemaitės reprezentacijos. Nors didesnis dėmesys koncentruojamas į literatūrinį lauką, t. y. akademinio teksto, biografinio romano ir populiariosios literatūros diskursų aptarimą, Žemaitės įvaizdžiai reflektuojami ir teatro, vizualinės kultūros, reklamos, aktyvizmo kontekstuose. Išryškėja Žemaitės kaip intelektualios skaitančios bei rašančios moters, mylinčios moters, energija pasižyminčios asmenybės, feministės, maištininkės, socialinės kritikės ir simbolinės tautos motinos reprezentacijos.

Darbe keliama hipotezė, kad šiuolaikinės Žemaitės reprezentacijos ne tik papildo tradicinį jos portretą, bet ir keičia šiuolaikinio žmogaus santykį su svarbia kultūros asmenybe. Žemaitės skarelė tampa ne tik atpažįstamu istoriniu ženklu, bet ir priskiriamų naujų reikšmių simboliu. Tyrime siekiama atskleisti, kokias reikšmes šiuolaikiniame kontekste įgauna skarelės turėtoja bei kaip tai leidžia kalbėti apie moters padėtį, socialinį jautrumą, kritišką santykį su valdžia ir kintantį požiūrį į kultūros asmenybes.

1920–1940 M. INDUSTRIŠNIS (PIENINIŲ) PALIKIMAS ŠIANDIENINĖJE LIETUVOJE

Tarpukario Lietuvoje pieninių tinklas buvo vienas ryškiausių žemės ūkio modernizacijos ir kooperacijos materialųjų ženklų. 1920–1940 m. pieno perdirbimo infrastruktūra keitė Lietuvos provincijos ekonominį ir architektūrinį vaizdą: pieninės telkė ūkininkus į kooperatinę sistemą, skatino technologijų diegimą, standartizuotą gamybą ir produkcijos orientaciją į eksportą. Daugelyje miestelių ir kaimų šie pastatai tapo vienais pirmųjų modernios industrinės architektūros objektų, todėl jų reikšmė peržengia siaurą žemės ūkio istorijos lauką. Pieninės liudija ne tik pieno pramonės augimą, bet ir platesnį valstybės modernėjimo procesą, kuriame regionai buvo įtraukiami į nacionalinę ekonominę sistemą [4, 5]. Nepaisant šios reikšmės, pieninių paveldas iki šiol išlieka menkai atpažintas ir tik fragmentiškai saugomas.

Tyrimo tikslas buvo įvertinti 1920–1940 m. Lietuvos pienines kaip industrinio paveldo objektus ir parodyti jų istorinę reikšmę modernios Lietuvos regionų raidai. Daugiausia dėmesio skirta trimis klausimams: kokio masto buvo tarpukario pieninių tinklas, kiek šio tinklo objektų atpažįstama šiandieninėje Lietuvos teritorijoje ir kokią dalį šio paveldo apima oficiali paveldo apsauga. Šie klausimai svarbūs todėl, kad pieninės leidžia tirti ne tik atskirų pastatų istoriją, bet ir kooperacijos, technologinės pažangos, regioninės ekonomikos bei modernios architektūros sąveiką.

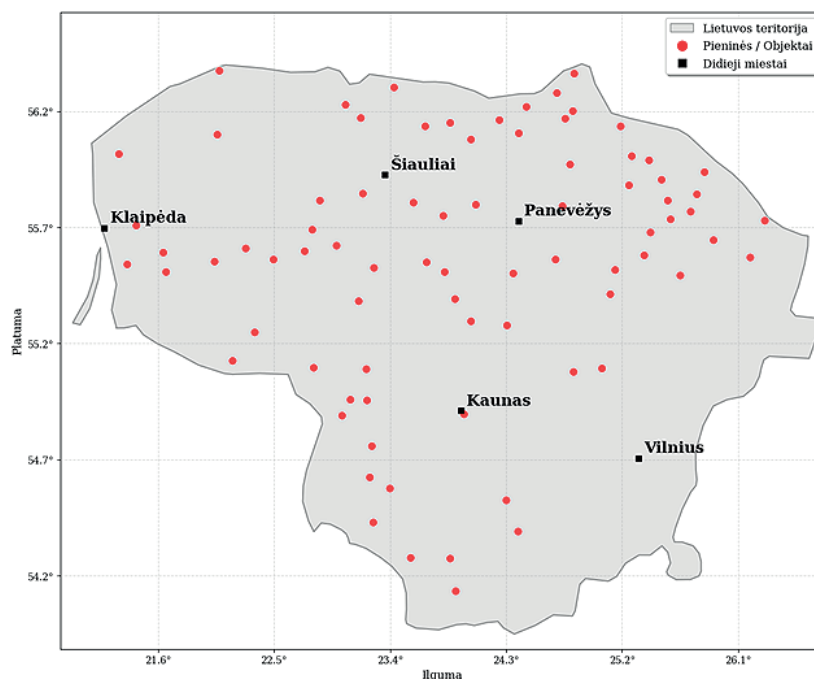
Tyrimui naudoti archyviniai, kartografiniai, periodikos ir lauko tyrimo duomenys. Lietuvos centriname valstybės archyve nagrinėtas Centralinės pieno perdirbimo bendrovių sąjungos „Pienocentras“ fondas (f. 1675) ir Lietuvos TSR mėsos ir pieno pramonės įmonių nuotraukų albumas, sudarytas 1953 m. (f. 16895, Antanas Sniečkus) [1, 2]. Šios bylos buvo ypač svarbios, nes leido nustatyti tarpukario pieninių skaičių, geografines vietas, projektų įregistravimo duomenis ir naudotą techninę įrangą. Archyvinius duomenis papildė tarpukario periodinė spauda: „Pieno ir gyvulių ūkis“ (1930–1940), „Žemės ūkis“ (1925–1940), „Talka“ (1919–1940), „Sietynas“ (1919–1922), „Lietuvos dirva“ (1923–1925), „Ekonomika“ (1935–1940), „Žemės ūkis ir kooperacija“ (1923–1928), taip pat istoriografija apie Lietuvos modernizaciją, pieno pramonę ir kooperacijos raidą [3–6]. Lauko tyrimo metu skirtinguose Lietuvos regionuose aplankyti pieninių objektai, atlikta jų fotofiksacija, įvertinta dabartinė būklė, paskirtis ir architektūrinis atpažintumas.

Gauti rezultatai rodo, kad tarpukario pieninių tinklas buvo gerokai platesnis, negu leidžia manyti dabartinis jo matomumas viešojoje atmintyje ir paveldo apsaugos sistemoje. 1940 m. pradžioje „Pienocentrai“ priklausė 183 pieninės. Iki 1939 m. buvo pastatyti 87 nauji mūriniai garinių pieninių pastatai, o 1939 m. iškilo dar bent 7 naujos pieninės – Šėtos, Medeikių, Debeikių, Svėdasų, Pašvitinio, Bagaslaviškio ir Šakių. Taigi naujos statybos mūrinių pieninių skaičius tarpukariu siekė apie 94. Tai rodo, kad pieninės nebuvo atsitiktiniai pavieniai objektai, bet nuosekliai plėtotas modernios gamybos ir kooperacijos tinklas. Šie pastatai atitiko „Pienocentro“ nustatytus architektūrinius tipus pagal našumą: mažesnės pieninės buvo pritaikytos 1 000–1 500 l/val., vidutinės – apie 2 000 l/val., o stambesnės – apie 3 000 l/val. našumui. Tokia tipologija atskleidžia standartizuotą technologinę programą ir valstybės mastu reikšmingą ekonominę infrastruktūrą.

Šiandieninėje Lietuvos teritorijoje tiksliai nustatytos 82 mūrinių pieninių geografinės vietos, o per praktikos laikotarpį užfiksuota ir sudokumentuota 64 objektų vizualinė būklė bei dabartinės funkcijos (1 pav.). Geografinis tinklas atitinka buvusį pieninių suskirstymą į aštuonis regionus – Biržų, Kauno, Marijampolės, Raseinių, Panevėžio, Utenos, Šiaulių ir Telšių. Tankiausias mūrinių pieninių tinklas nustatytas Panevėžio, vėliau Biržų regionuose, o Lietuvos šiaurės vakaruose naujos statybos objektų buvo mažiau,

nes pieninės dažniau kūrėsi buvusių dvarų ūkiniuose pastatuose. Fotofiksacija parodė, kad 56 % mūrinių pieninių yra išlikusios ir atlieka tam tikrą funkciją; dauguma jų naudojamos kaip ūkininkų sandėliai, dirbtuvės ar smulkūs autoservisai, 5 % atlieka gyvenamojo namo funkciją, o 9 % iki šiol veikia arba yra glaudžiai susijusios su pieno perdirbimo veikla, pavyzdžiui, fasavimu ar sandėliavimu. Kartu 25 % šio industrinio paveldo yra avarinės būklės, apleista ir nyksta, o 19 % pieno perdirbimo bendrovių pastatų jau nugriauta.

Tyrimo rezultatai rodo, kad 1920–1940 m. pieninių paveldas yra reikšmingas ne vien kaip žemės ūkio ar pramonės istorijos objektas. Jis leidžia tarpukario Lietuvos modernizaciją matyti kaip konkrečių pastatų, technologijų, kooperacijos formų ir regioninių bendruomenių tinklą. Pieninės veikė kaip vietiniai modernybės centrai, kuriuose susijungė ūkininkų kooperacija, mechanizuota gamyba, eksportui orientuota ekonomika ir naujos architektūrinės formos. Kartu tyrimas atskleidžia ryškų neatitikimą tarp šio paveldo istorinės reikšmės ir dabartinės apsaugos: į Kultūros paveldo registrą įrašytos tik 22 pieninės, įskaičiuojant Kauno centrinės pieninės kompleksą kaip vieną vienetą ir dalį pieno perdirbimo bendrovių, veikusių buvusių dvarų ūkiniuose pastatuose. Be to, lauko tyrimas parodė, kad originali kooperacinė sąranga beveik neišliko, išskyrus pavienius vietos gyventojų išsaugotus atvejus, pavyzdžiui, Tiltagaliuose. Todėl sudarytas sąvadas, fotofiksacija ir žemėlapis svarbūs ne tik kaip tyrimo rezultatas, bet ir kaip pagrindas tolesniam pieninių paveldo vertinimui, viešinimui bei prioritetinių apsaugos priemonių svarstymui.



1 pav. Aplankytų ir identifikuočių pieninių objektų geografinis pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje.

ŠALTINIAI IR LITERATŪRA

- [1] Lietuvos centrinis valstybės archyvas, f. 1675, Centralinės pieno perdirbimo bendrovių sąjungos „Pienocentras“ fondas.
- [2] Lietuvos centrinis valstybės archyvas, f. 16895, Lietuvos TSR mėsos ir pieno pramonės įmonių nuotraukų albumas, 1953 m. (Antanas Sniečkus).
- [3] „Pieno ir gyvulių ūkis“ (1930–1940); „Žemės ūkis“ (1925–1940); „Talka“ (1919–1940); „Sietynas“ (1919–1922); „Lietuvos dirva“ (1923–1925); „Ekonomika“ (1935–1940); „Žemės ūkis ir kooperacija“ (1923–1928).
- [4] Drėmaitė, M. Progreso meteoras: modernizacija ir pramonės architektūra Lietuvoje 1920–1940 m. Lapas, Vilnius. 2016.
- [5] Visackas, A. Lietuvos pieno pramonė iki 1941 m. Vilnius. 1990.
- [6] Treinys, M. Kooperatinės „Pienocentro“ sistemos degradacija Lietuvos priklausomybių metais. Mokslinės konferencijos straipsnių rinkinys, 2008, nr. 1(4).

SAUGIOS ERDVĖS PAIEŠKOS IR SAMPRATOS: LGBTQ+ PERFORMATYVIOJI POGRINDŽIO SUBKULTŪRA „BALLROOM“ LIETUVOJE IR KITOSE BALTIJOS ŠALYSE

Tyrimo metu aiškinausi kaip LGBTQ+ atstovai Baltijos šalyse kuria „ballroom“ subkultūros erdvę ir kokia šios erdvės reikšmė(s) bendruomenės nariams. Lietuvoje ir kitose Baltijos šalyse nėra plačiai žinomų vietinės kilmės LGBTQ+ bendruomenės kultūrinių praktikų, dauguma jų yra atkeliavusios iš kitų šalių. Viena jų yra XXa. 7-ajame dešimtmetyje Niujorko Harlemo rajone afroamerikiečių/lotynų amerikiečių translyčių moterų bendruomenėse susiformavusi *ballroom* subkultūra: performatyvus po grindžio scenos menas ir socialinė struktūra [1]. Tyrimo metu (2025 m. Spalio mėn.–2026 m. Balandžio mėn.) buvo atlikta 10 kokybinių pusiau struktūruotų interviu su pilnamečiais (18-30 metų amžiaus) *ballroom* subkultūros atstovais iš Lietuvos (5), Latvijos (3) ir Estijos (2), taip pat analizuoti internetu viešai prieinami Baltijos šalių renginių vaizdo įrašai. Siekiant užtikrinti dalyvių anonimiškumą, pateikiant citatas neminima tyrimo dalyvių lytis ir tautybė.

Ballroom subkultūrą sudaro *hausai*–bendruomenės, struktūruotos kaip šeimos, turinčios *mamas* ir/ar *tėčius*. Šie *hausai* rengia *ball’us*, t.y. renginius, kuriuose nariai vaikšto ant podiumo ir varžosi įvairiose konkurso kategorijose: *mados*, *išvaizdos*, *realness* (liet. tikrumo) ir *vogue* šokio stiliaus. Šios kategorijos papildomai skirstomos pagal subkultūrai savitas socialinės lyties išraiškas [2]. Beveik visais atvejais Baltijos šalyse žmonės atranda šią bendruomenę per *vogue* šokių stiliaus treniruotes, kurias dažnai veda *hausų tėvai*. Pasak tyrimo dalyvių, pirma *vogue* stiliaus treniruotė Estijoje įvyko 2010 m., o Lietuvoje–2015 m. ir iš čia paplito Latvijoje. Kai kurie šį stilių šokantys asmenys jau tada prisijungė prie tarptautinių *hausų*, keliavo į užsienio renginius. Tačiau dažnu atveju informantai *ballroom* kultūros pradžia laiko ne treniruotes (kuriose dažnai nebūdavo pasakojama *vogue* stiliaus istorija), o pirmuosius „tikrus“ *ball’us*, kurie įvyko apytiksliai prieš pat ar po COVID pandemijos. Lietuvos, Latvijos ir Estijos informantai dažnai laiko save viena Baltijos *ballroom* scena: neseniai įkurtas bendras Baltijos šalių *hausas*, interviu metu minimas nuolatinis keliavimas ir komunikacija tarp šių šalių.

Ankstyvais subkultūros laikais JAV, *hausai* teikė prieglobstį gatvėse gyvenančiam, gimtosios šeimos atstumtam LGBTQ+ rasinių mažumų jaunimui. Pasak tyrimo dalyvių, Baltijos šalyse didžioji dalis subkultūros narių bent minimaliai nesutaria arba yra praradę kontaktą su savo biologine šeima, tačiau tik pavieniais atvejais yra praradę namus. Viena iš interviu (nr. 1) minima vaikystė be šeimos: „mane augino močiutė [...] iki kokių 12 metų, ir jinai mirė“. Panaši situacija atsiskleidė ir kitame interviu (nr. 6): tėvai išvarė iš namų, ir tuo metu *ballroom* bendruomenė tapo nauja šeima. Šie žmonės dabar treniruoja *vogue* šokių stilių ir kaip Baltijos šalių *hausų tėvai/motinos* padeda savo LGBTQ+ mokiniams (*vaikams*) su įvairiomis problemomis: savęs žalojimu, nesutarimu su biologiniais tėvais ar antra puse, seksualine sveikata, savivertės problemomis, ar pagalba su apgyvendinimu: „viena mergaitė gyveno pas mane kelis mėnesius, nes ją išvarė iš namų“. Minima ir finansinė pagalba: *hausų* nariai teigia, jog turi bendras santaupas kriziniais atvejais, prisideda prie sutelktinio finansavimo kampanijų bendruomenės narių medicininiams išlaidoms padengti.

Ballroom bendruomenė turi aiškią hierarchiją. Baltijos šalyse įkurti tik *kiki* (mažieji) *hausai*, t.y. pasižadimui skirtas bendruomenės lygmuo, kuris pasižymi didesniu šeimyniškumu ir palaikymu, kurio

labiau siekia kalbinti Baltijos šalių informantai. Tačiau stojimas į užsienio *major* (didžiuosius) *hausus* išlieka siekiamybe, nes tai suteikia tarptautinį statusą ir pripažinimą *ballroom*’o scenoje. Tyrimo dalyviai daug keliauja po renginius Europoje, kurios centru laikoma Paryžiaus scena. Gyvas bendravimas su užsieniečiais yra būtina sąlyga norint patekti į konkurencingus *major hausus*. Įstojimas į *hausą* tiesiogine ir perkeltine prasme suteikia asmeniui vardą, *hauso* vardas tampa jo ar jos *ballroom*’o pavarde. Interviu nr. 3 teigiama, kad „kai turi vardą, tai su tavim iš karto kitaip bendrauja“. Be to, *hausas* suteikia palaikymą, kurio dėka konkurso teisėjai negali dalyvio lengvai *nučopinti* (diskvalifikuoti). Tai svarbu, nes *major ball*’ų laimėtojai Paryžiuje ar Niujorke gauna piniginius prizus, o žinomi atstovai yra kviečiami dirbti modeliais ar atlikėjais. Bent 10 metų bendruomenės labui dirbantys ir konkursuose laimintys žmonės gali įgauti tokius tarptautinius statusus, kaip *legendary* (legendinis), dėl kurių balsuoja *major hausų* viršūnės. Ši struktūra suteikia nariams tikslus, kurių reikšmę jie prilygina svarbiems gyvenimo etapams. Bendruomenė ypač susitelkia į teigiamų emocijų kūrimą, nes dalyviai į treniruotes/renginius ateina pamiršti juos kamuojančių problemų. Informantai mini išaugusį pasitikėjimą savimi, savęs suradimą ir išreiškimą, pakitusią laikyseną, bei jautimąsi suprastais ir radusiais savo vietą.

Lietuvoje LGBTQ+ asmenys vis dar susiduria su socialiniais iššūkiais, įskaitant žodinę ir fizinę agresiją, o kuo aiškiau matomas jų identitetas (pvz.: išvaizda, elgesys viešose vietose), tuo didesnė tikimybė patirti smurtą ar neigiamą reakciją [3]. Nors dauguma *ball*’o konkurso kategorijų yra skirtos laisvai išreikšti savo LGBTQ+ tapatybę per madą ar šokį, viena iš istoriškai svarbiausių kategorijų, *realness* (tikrumas), yra skirta saugumo praktikai. Pavyzdžiui, *femme queen* (translytė moteris) šioje kategorijoje varžosi savo gebėjimu atrodyti kaip *tikra* moteris, o *butch queen* (homoseksualus vyras) varžosi savo gebėjimu atrodyti stereotipiškai heteroseksualiai. Abiem atvejais tai yra konkurso kategorija, kurioje praktikuojamas gebėjimas saugumo sumetimais paslėpti savo LGBTQ+ identitetą platesnėje visuomenėje. Priešingai nei *realness*, renginio pabaigoje vykstančios kategorijos *body* ar *sex siren* leidžia dalyviams saugiai pasidžiaugti savo kūnais ar išreikšti seksualumą ant podiumo. Šių konkurso kategorijų metu yra griežtai draudžiama filmuoti, interviu nr. 2 minėta, jog „tai yra pagarba žmogui kuris išeina pusnuogis ant scenos“. Interviu nr. 8 paminėta, jog taip pasirodoma „dėl savęs“, todėl *ballroom* bendruomenė griežtai neinterpretuoja to, kaip kvietimo ar sutikimo fiziniam kontaktui. Informantai įvardijo seksualinį priekabiavimą kaip vieną iš priežasčių, dėl ko renginio dalyviai būtų iš karto išprašyti lauk. Kitos panašios reakcijos sulaukiančios priežastys: homofobija, transfobija, rasizmas ir stiprus apsvaigimas nuo alkoholio renginio metu. Tokiu būdu siekiama užtikrinti saugią erdvę dalyviams išreikšti save ant scenos be neigiamų pasėkmių.

Galima pastebėti kelis prieštaravimus dėl saugios erdvės koncepcijos *ballroom*’e. Viename iš interviu (nr. 8) minima, jog „čia laikomasi saugios erdvės taisyklių [...] bet tai nėra erdvė, kurioje nesi teisiamas“. Kitame interviu (nr.10) teigiama, kad pati bendruomenė yra labai atvira, tačiau itin uždara konkurso kategorijų atžvilgiu: dalyviai turi labai aiškiai žinoti taisykles, bei dalyvauti savo soc. lytį atitinkančioje kategorijoje. Tačiau retkarčiais, šokių kovų metu gali kilti peštynės, teisėjai gali diskvalifikuoti dalyvius dėl asmeniškumų, o renginiai visada vėluoja bent po valandą. Interviu nr. 10 tai įvardijama kaip tikslingas „anti-oficialumas“. Nemažai konkurso dalyvių vietoje laimėjimo siekia sukurti *momentą*. Analizuoti vaizdo įrašai rodo, jog *momento* metu auditorija pradeda skanduoti, trepsėti, rodyti pirštais, patys lipti ant scenos iš susijaudinimo, kurį sukūrė įsimintina šokančio žmogaus pasirodymo dalis. Tokia reakcija yra laukiama, o negebėjimas teisingai sureaguoti yra bruožas, pagal kurį tyrimo dalyviai teigia atskiriantys konkursą stebinčius naujokus ar bendruomenei nepriklausančius žmones.

Apibendrinant galima teigti, jog saugi erdvė *ballroom* subkultūroje yra kuriama keliais skirtingais būdais. Kriziniais atvejais suburta bendruomenė palaiko savo narius materialiais būdais: apgyvendina, suteikia finansinę pagalbą. Taip pat LGBTQ+ bendruomenei priklausančios *hausų tėvai* savo *vaikams* suteikia informaciją ir palaikymą, kurio jaunimas dėl šio identiteto nesulaukia iš savo biologinių tėvų.

Bendruomenė pasižymi konkurencija ir hierarchija, tačiau tokiu būdu sukuria savo nariams prasmingus tikslus. Yra suteikiama stipri emocinė parama: galimybė pasikalbėti, save išreikšti, jaustis priimtam, džiaugtis savimi.

LITERATŪRA

- [1] Bailey, M. M. (2013). *Butch queens up in pumps: Gender, performance, and ballroom culture in Detroit*. University of Michigan Press. 2013. 296 psl.
- [2] Lawrence, T. *Voguing and the Ballroom Scene of New York City 1989–92*. London. 2011.
- [3] Labanauskas, L. *Neapykantos nusikaltimų pažeidžiamų bendruomenių kokybinio tyrimo ataskaita*. Vilnius. 2019.

Tyrimas finansuotas Lietuvos Mokslo Tarybos (sutarties Nr. S-ST-25-28)

NAUJI ĮGŪDŽIAI AR NEVIETINIAI ŽMONĖS? JŪRINĖ ŽVEJYBA LIETUVOS PAJŪRYJE VĖLYVAJAME BRONZOS AMŽIUJE

Bronzos amžius (1800-500 cal BC) Rytų Baltijos regione pasižymi svarbiais ūkiniais ir kultūriniais procesais bei migracijomis. Tuo metu regione įsigali žemdirbystė [1], pradeda kurtis įtvirtintos gyvenvietės, įsibegėja vietinis bronzos apdirbimas [2] ir iš esmės susiformuoja genetinis Rytų Baltijos gyventojų profilis [3, 4]. Su minėtais įvykiais susiję regione tuo metu vykę permainingi demografiniai procesai. II tūkst. viduryje genetikų fiksuojama Rytų Baltijos regiono gyventojų migracija į P-PR patvirtina archeologų hipotezes apie regiono ištuštėjimą [5], o I tūkst. fiksuojamas žmonių iš ŠR-R pasirodymas rytinėje Baltijos jūros pakrantėje [6]. Archeologiniai duomenys liudija ir gyventojų iš Skandinavijos pasirodymą bei užsimezgusius intensyvius prekybinius ryšius Baltijos regione [7, 8].

Kukuliškių piliakalnis (Klaipėdos r.) yra išskirtinė, viena iš vos dviejų iki šiol žinomų įtvirtintų vėlyvojo bronzos amžiaus gyvenviečių pajūryje. Nors šios gyvenvietės AMS 14C datos patenka į Halštato plokščiakalnį – platų 900-400 m. pr. Kr. laikotarpį [9, 10], Kukuliškių piliakalnio stratigrafija ir dirbinių tipologija liudija apie vienalaikį šios gyvenvietės naudojimo etapą. Vieno laikotarpio apgyvendinimas itin retai pasitaiko piliakalniuose, kur paprastai aptinkama persimaišiusių įvairių laikotarpių radinių. Keramikos analizė parodė, jog Kukuliškėse naudota vietoje lipdyta keramika su braukomis. Tokio tipo keramika Lietuvos priešistorinei nėra būdinga, panašaus paviršiaus apdirbimo indai aptinkami Skandinavijos bei šiaurinės Lenkijos priešistorinėse gyvenvietėse [11, 12]. Galimus įrodymus apie Kukuliškių bendruomenės ryšius su tolimesniais kraštais taip pat liudija bronzos liejimo formelės ir neįprastai gausiai aptinkamas gintaras, galėjęs būti mainų objektu [13, 14].

Kukuliškių piliakalnyje kaip reta gerai išlikę organiniai radiniai – mediniai dirbiniai, augalų ir gyvūnų liekanos, leidžiantys rekonstruoti čia gyvenusių žmonių ūkinę veiklą, mitybą, aplinką. Tuo tarpu medinės pastatų bei įtvirtinimų liekanos suteikia žinių apie vidinę gyvenvietės erdvę, prisitaikymą prie kraštovaizdžio. Tačiau nepaisant gausių radinių ir įvairių tyrimų, jų rezultatai iškėlė daugiau klausimų negu atsakymų, darsyk patvirtindami neįprastą Kukuliškių gyvenvietės atvejį. Bendri tyrimų rezultatai leidžia teigti, kad Kukuliškių bendruomenė klestėjo. Augalų liekanų tyrimai atskleidė, kad ji plėtojo pažangią to meto žemdirbystę [15]. Kukuliškėse aptiktos zooarcheologinės medžiagos rūšinė sudėtis taip pat išskirtinė. Tarp ištirtų faunos liekanų neįprastai daug (10%) rasta žuvų kaulų, tarp kurių daugiau nei trečdalis buvo jūrinių žuvų – otų (*Scophthalmus maximus*) liekanos [16]. Tačiau jūrinės žuvys nebūdingos nei Lietuvos akmens amžiaus, nei kitoms priešistorinėms pajūrio gyvenvietėms ir net istorinių laikų miestams. Lietuvoje priešistoriniais laikais buvo žvejojamos gėlavandenės, daugiausiai karpinės žuvys, kurios buvo pagrindinis baltymų šaltinis iki 2800-2600 m. pr. Kr. [17]. Tuo tarpu vėlyvojo bronzos amžiaus gyvenvietėse žuvų liekanų aptinkama mažai, paprastai jos sudaro vos iki 3-4 % zooarcheologinės medžiagos: šiuo laikotarpiu žuvis Rytų Baltijos regiono gyventojų mityboje buvo tapusi mažai reikšminga [18].

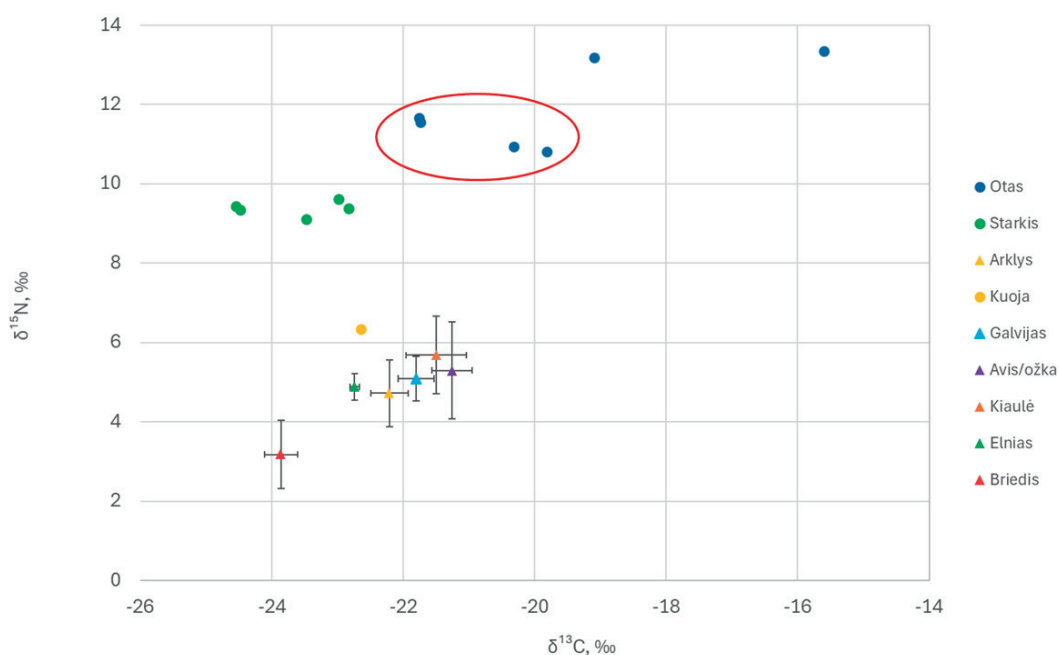
Archeologiniai ir etnografiniai duomenys, šiuolaikiniai dugninės žvejybos būdai rodo, jog jūrinių žuvų žvejybai reikalinga visiškai kita įranga ir įgūdžiai, kurių, kaip akivaizdu iš archeologinių duomenų, neturėjo Lietuvos pajūryje gyvenę žmonės nei akmens, nei geležies amžiais. Kaip gėlavandenė žuvis buvo žvejojama akmens ir bronzos amžiuje žinoma iš Šventosios senovės gyvenvietėse, esančiose 20-30 km šiauriau Kukuliškių, rastų [19]. Šalia lagūninio ežero įsikūrusių Šventosios gyvenviečių zooarcheologinė medžiaga, keramikos degėsių tyrimai rodo, kad jas palikusios bendruomenės jūrine žvejyba neužsiėmė [20]. Tuo tarpu Skandinavijoje jūrinė žvejyba žinoma jau akmens amžiuje [21]. Dėl šios priežasties otų vartojimas ir galima žvejyba kelia klausimą – ar otus sužvejojo Kukuliškių bendruomenė,

o jeigu taip – iš kur jos žmonės buvo įgiję jūrinės žvejybos įgūdžių? O galbūt otus atsigabeno žmonės, kuriems jūrinė žvejyba yra įprasta? Būtent atsakymai į otų žvejybos ir kilmės klausimą galėtų tapti raktu nagrinėjant bendrą Kukuliškių bendruomenės ar dalies jos narių kilmės klausimą.

Nevietinė keramika, pažangi žemdirbystė, metalo apdirbimas, jūrinė žvejyba leidžia manyti, jog Kukuliškių bendruomenė buvo tiesiogiai susijusi su progresyviomis Skandinavijos ir šiaurinės Lenkijos kultūromis. Todėl šio tyrimo pagrindinis tikslas buvo pasitelkus otų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ stabilųjų izotopų tyrimus įvertinti Kukuliškių bendruomenės kontaktus arba galimą kilmę.

Eil. Nr.	Rūšis	Dydis	d13C	d15N	N%	C%	C/N	Kolageno išeiga(%)	Šaltinis
1	otas	40-45 cm	-19,82	10,82	17,44	48,81	3,27	4,73	Minkevičius, K., et. al., 2026
2	otas	30-35 cm	-15,6	13,33	14,23	39,66	3,25	4,5	Minkevičius, K., et. al., 2026
3	otas	35-40 cm	-21,76	11,67	8,99	38,10	4,9	0,09	Ši studija
4	otas	35-40 cm	-19,09	13,17	10,99	38,34	4,1	0,55	Ši studija
5	otas	30-35 cm	-21,73	11,55	4,47	17,40	4,5	0,51	Ši studija
6	otas	30-35 cm	-20,32	10,94	13,06	44,66	4,0	0,42	Ši studija
7	otas	30-35 cm	-	-	-	-	-	-	Ši studija
8	starkis	60-70 cm	-24,54	9,44	15,67	43,71	3,25	5,67	Minkevičius, K., et. al., 2026
9	starkis	40-50 cm	-22,83	9,38	14,08	46,63	3,9	1,97	Ši studija
10	starkis	40-50 cm	-23,47	9,11	15,87	46,31	3,4	5,18	Ši studija
11	starkis	40-50 cm	-22,98	9,62	14,38	43,52	3,5	2,54	Ši studija
12	starkis	70-80 cm	-24,48	9,35	16,24	44,53	3,2	6,47	Ši studija
13	kuoja	25-30 cm	-22,64	6,33	17,45	50,95	3,41	5,29	Minkevičius, K., et. al., 2026

1 lent. Kukuliškių piliakalnio žuvų liekanų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ stabilųjų izotopų vertės (tamsiau pažymėti mėginiai, kurių rezultatai nepatikimi dėl prasto kolageno išlikimo).



1 pav. Kukuliškių piliakalnio žinduolių ir žuvų liekanų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ stabilųjų izotopų vertės (raudonai pažymėti otų mėginiai, kurių rezultatai nepatikimi dėl prasto kolageno išlikimo).

Atlikus numatytus otų, starkių ir kitų gyvūnų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ stabilųjų izotopų tyrimus paaiškėjo, kad otų mėginiai dėl prasto kolageno išlikimo nusuteikė patikimų rezultatų (žr. pav. 1, 2). Tai buvo labai netikėta, kadangi šiam tyrimui naudoti kaulų mėginiai buvo surinkti tuose pačiuose kontekstuose, kaip ir tie, kurie sėkmingai naudoti stabilųjų izotopų analizei ankstesnių tyrimų metu [22]. Nepaisant to, patikimi kitų žuvų bei ūkio gyvūnų stabilųjų izotopų rezultatai suteikia vertingos informacijos apie

bendruomenės žvejybos bei žemės ūkio praktikas. Todėl gauti stabilųjų izotopų tyrimų rezultatai, patelkus archeologinius, etnografinius, istorinius duomenis, suteikė naujų vertingų argumentų diskusijoje apie Kukuliškių piliakalnio bendruomenės kilmę.

LITERATŪRA

- [1] Minkevičius, K., Piličiauskienė, G., Podėnas, V., Micelicaite, V., Kontrimas, D., Šapolaitė, J., Ežerinskis, Ž., Garbaras, A., Čivilytė, A., Luik, H., Tamulynas, L. New insights into the subsistence economy of the Late Bronze Age (1100–400 cal BC) communities in the southeastern Baltic. *Archaeologia Baltica*, 2023, 30, p. 58–79.
- [2] Čivilytė, A., Podėnas, V., Minkevičius, K., Luik, H. New Insights on Bronze Age Metallurgy in the Eastern Baltic Region: Archeometallurgical Investigations Based on EDXRF and Leadisotope. *Archaeology & Anthropology*, 2023, 4(4), p. 627–638.
- [3] Saag, L., Laneman, M., Varul, L., Malve, M., Valk, H., Razzak, M.A., Shirobokov, I.G., Khartanovich, V.I., Mikhaylova, E.R., Kushniarevich, A., Scheib, C.L., Solnik, A., Reisberg, T., Parik, J., Saag, L., Metspalu, E., Rootsi, S., Montinaro, F., Remm, M., Mägi, R., D'Atanasio, E., Crema, E.R., Díez-DelMolino, D., Thomas, M.G., Kriiska, A., Kivisild, T., Villems, R., Lang, V., Metspalu, M., Tambets, K. The Arrival of Siberian Ancestry Connecting the Eastern Baltic to Uralic Speakers further East. *Current Biology*, 2019, 29(10), p. 1701–1711.
- [4] Mitnik, A., Wang, C. C., Pfrengle, S., Daubaras, M., Zariņa, G., Hallgren, F., Allmäe, R., Khartanovich, V., Moiseyev, V., Tõrv, M., Furtwängler, A., Andrades Valtueña, A., Feldman, M., Economou, C., Oinonen, M., Vasks, A., Balanovska, E., Reich, D., Jankauskas, R., Haak, W., Schiffels, A., Krause, J. The genetic prehistory of the Baltic Sea region. *Nature communications*, 2018, 9(1), p. 1–11.
- [5] Gretzinger, J., Schmitt, F., Mötsch, A., Carlhoff, S., Lamnidis, T.C., Huang, Y., Ringbauer, H., Knipper, C., Francken, M., Mandt, F., Hansen, L., Freund, C., Posth, C., Rathmann, H., Harvati, K., Wieland, G., GraneHäll, L., Maixner, F., Zink, A., Schier, W., Krause, D., Krause, J., Schiffels, S. Celtic elites in Central Europe. *Nature Human Behaviour*, 2024, 8, p. 1467–1480.
- [6] Saag, L., Laneman, M., Varul, L., Malve, M., Valk, H., Razzak, M.A., Shirobokov, I.G., Khartanovich, V.I., Mikhaylova, E.R., Kushniarevich, A., Scheib, C.L., Solnik, A., Reisberg, T., Parik, J., Saag, L., Metspalu, E., Rootsi, S., Montinaro, F., Remm, M., Mägi, R., D'Atanasio, E., Crema, E.R., Díez-DelMolino, D., Thomas, M.G., Kriiska, A., Kivisild, T., Villems, R., Lang, V., Metspalu, M., Tambets, K. The Arrival of Siberian Ancestry Connecting the Eastern Baltic to Uralic Speakers further East. *Current Biology*, 2019, 29(10), p. 1701–1711.
- [7] Lang, V. *Läänemeresooome tulemised: Finnic be-comings*. Tartu Ülikool Kirjastus, Tartu. 2018. 320 p.
- [8] Podėnas, V., Čivilytė, A. Bronze casting and communication in the southeastern Baltic bronze age. *Lietuvos archeologija*, 2019, 45, p. 165–199.
- [9] Urbonaitė-Ubė, M., Brorsson, T. New evidence of contacts across the Baltic Sea : Analysis of Kukuliškiai Late Bronze Age pottery. *Archaeologia Baltica*, 2024, 31, p. 29–43.
- [10] Podėnas, V. *Įtvirtintų gyvenviečių bendruomenės Rytų Baltijos regione 1100–400 CAL BC*. Lietuvos istorijos instituto leidykla, Vilnius. 2024. 326 p.
- [11] Urbonaitė-Ubė M., Brorsson T. New evidence of contacts across the Baltic Sea : Analysis of Kukuliškiai Late Bronze Age pottery. *Archaeologia Baltica*, 2024, 31, p. 29–43.
- [12] Podėnas, V. *Įtvirtintų gyvenviečių bendruomenės Rytų Baltijos regione 1100–400 CAL BC*. Lietuvos istorijos instituto leidykla, Vilnius. 2024. 326 p.
- [13] Urbonaitė-Ubė, M. Tarpdisciplininiai vėlyvojo bronzos amžiaus Kukuliškių gyvenvietės (Klaipėdos r.) tyrimai: metodika ir pirminiai rezultatai. *Archaeologia Litwana*, 2022, 23, p. 269–289.
- [14] Urbonaitė-Ubė M., Brorsson T. New evidence of contacts across the Baltic Sea : Analysis of Kukuliškiai Late Bronze Age pottery. *Archaeologia Baltica*, 2024, 31, p. 29–43.
- [15] Minkevičius, K., Podėnas, V., Urbonaitė-Ubė, M., Ubis, E., Kisieliene, D. New evidence on the southeast Baltic Late Bronze Age agrarian intensification and the earliest AMS dates of *Lens culinaris* and *Vicia faba*. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2020, 29, p. 327–338.
- [16] Piličiauskienė, G. *Kukuliškių piliakalnio zooarcheologinės medžiagos tyrimų ataskaita*, 2024 [nepublikuota].
- [17] Piličiauskas, G., Jankauskas, R., Piličiauskienė, G., Craig, O. E., Charlton, S., Dupras T. The transition from foraging to farming (7000–500 cal BC) in the SE Baltic: A re-evaluation of chronological and palaeodietary evidence from human remains. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2017, 14, p. 530–542.
- [18] Micelicaite, V., Piličiauskienė, G., Podėnas, V., Minkevičius, K., Damušytė, A. Zooarchaeology of the Late Bronze Age Fortified Settlements in Lithuania. *Herritage*, 2023, 6(1), p. 333–350.
- [19] Rimantienė, R. *Akmens amžiaus žvejai prie Pajūrio lagūnos*. Lietuvos nacionalinis muziejus, Vilnius. 2005. 525 p.
- [20] Piličiauskas, G., Skipitytė, R., Heron, C. Mityba Lietuvoje 4500–1200 cal BC maisto liekanų keramikoje bendrųjų mėginių izotopinių tyrimų duomenimis. *Lietuvos archeologija*, 2018, 44, p. 9–37.
- [21] Limburg, K. E., Walther, Y., Hong, B., Olson, C., Storå, J. Prehistoric versus modern Baltic Sea cod fisheries: selectivity across the millennia. *Proceedings of the Royal Society B*, 2008, 275, p. 2659–2665.
- [22] Minkevičius, K., Piličiauskienė, G., Urbonaitė-Ubė, M., Out, W. A., Mikkelsen, P. H., Jensen, P. M., Pranckėnaitė, E. Paradise lost: the Rise and Fall of Late Bronze Age Coastal Farmers at Kukuliškiai, NW Lithuania. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2026 [spausdinama].

ŽMOGUS IR APLINKA: KRAŠTOVAIZDŽIO RAIDĄ KERNAVĖJE STABILIJŲ IZOTOPŲ DUOMENIMIS

Žmogaus veiklos plėtra ir sąveika su gamta lemia neišvengiamus aplinkos pokyčius laikui bėgant. Šių pokyčių tyrimai archeologijoje pastaruoju metu sulaukia vis daugiau dėmesio dėl žemės ūkio veiklos įtakos klimato ir aplinkos kaitai. Tarpdisciplininiai metodai suteikia naujas tyrimų galimybes nustatyti taikytas žemės ūkio praktikas ir rekonstruoti praeities žmogaus aplinką. Archeologinės aplinkos rekonstrukcijos, įprastai paremtos vietos topografijos ir augalų ekologijos tyrimais, pastaruoju metu vis dažniau integruoja lengvųjų stabilijų anglies ($\delta^{13}\text{C}$) ir azoto ($\delta^{15}\text{N}$) izotopų analizę, galinčią suteikti tiesioginės informacijos apie aplinkos sąlygas ir taikytas žemės ūkio technologijas [1].

Todėl, šio tyrimo tikslas – remiantis archeobotaninės ir zooarcheologinės medžiagos $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ analize nustatyti ilgalaikio žemės ūkio poveikį kultūriniam Kernavės kraštovaizdžiui nuo pirmųjų žemdirbių įsikūrimo vėlyvajame bronzos amžiuje iki viduramžių miesto gyvavimo pabaigos.

Tyrime naudota archeobotaninė ir zooarcheologinė medžiaga atrinkta iš Kernavės archeologinės vietovės (u.k. 37320) kolekcijos, sukauptos 1979–2022 m. archeologinių tyrimų metu [pav. 1]. Medžiagos chronologija apima ca. 800 cal BC – 1400 cal AD laikotarpį. Stabilijų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ izotopų analizei atrinkti 55 degusių augalų liekanų bandiniai, apimantys pagrindines C_3 fotosintezę vykdančių kultūrinių augalų rūšis – *Hordeum vulgare* (paprastąjį miežį; $n=27$), *Triticum dicoccon* (dvigrūdį kvietį; $n=3$), *T. spelta* (speltą; $n=5$), *T. aestivum/durum* (paprastąjį/kietąjį kvietį; $n=5$), *Secale cereale* (sėjamąjį rugį; $n=16$) ir vieną laukinę rūšį – *Corylus avellana* (paprastąjį lazdyną; $n=6$). Kontekstinei analizei įtraukti 53 anksčiau skelbti tyrimų matavimai [2]. Bazinių aplinkos verčių nustatymui atrinkta 10 kaulų fragmentų, priklausančių pagrindinėms naminių žolėdžių rūšims – *Bos taurus* (naminiam jaučiui; $n=8$) ir *Ovis aries/Capra hircus* (naminei aviai/naminei ožkai; $n=2$).

Kaulų kolageno išskyrimas ir stabilijų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ izotopų matavimai atlikti Fizinių ir technologijos mokslų centre (Vilniuje). Izotopiniai santykiai matuoti masių spektrometru Thermo Finnigan Delta+ Advantage, sujungtu su Thermo Flash EA 1112 elementiniu analizatoriumi. Izotopinės vertės normalizuotos naudojant V-PDB ir atmosferinio N_2 standartus. Degimo sukelti nuokrypiai augaluose kompensuoti $\delta^{13}\text{C}$ vertes sumažinant 0.11‰, $\delta^{15}\text{N}$ – 0.31‰ [3]. $\Delta^{13}\text{C}$ vertės apskaičiuotos naudojant AIRCO2_LO-ESS kalibratorių [4]. Bazinės netręštos laukinės floros vertės apskaičiuotos iš žolėdžių kaulų kolageno $\delta^{15}\text{N}$ verčių, įvertinus trofinę frakcionaciją [5]. Aplinkos analizė atlikta ESRI ArcGIS Pro programinės įrangos paketu, naudojant Lidar_DR_LT, Dirv_DR10LT ir GDR250LT erdvinių duomenų rinkinius [6].

Stabilijų izotopų matavimai atlikti 55 augalų makroliekanoms. Anglies išeiga sėkmingiems $\delta^{13}\text{C}$ matavimams buvo pakankama visuose bandiniuose, azoto išeiga – tik 54. Kaulo kolagenas išskirtas ir izotopinės vertės sėkmingai pamatuotos visuose 10 osteologinių bandinių. Sudaryta duomenų bazė iš 108 augalų makroliekanų izotopinių verčių, iš kurių 55 bandinių duomenys gauti šio tyrimo metu, dar 53 – gauti ankstesnių tyrimų metu, taip pat 19 datuotų augalų makroliekanų iš ankstesnių Kernavės tyrimų, bei 10 gyvūnų izotopinių tyrimų duomenų.

Degusių augalų liekanų stabilijų izotopų tyrimų rezultatai parodė skirtingų augalų $\delta^{15}\text{N}$ ir $\Delta^{13}\text{C}$ verčių svyravimus penkiais Kernavės gyvavimo etapais [pav. 2].

Ankstytviausios izotopinės grūdų vertės – vėlyvuojų bronzos amžiumi datuojamos apdegusių kviečių *Triticum spelta* liekanos. Vidutinė $\delta^{15}\text{N}$ vertė 4,1‰, $\Delta^{13}\text{C}$ – 19,0‰.

Iki-romėniškojo geležies amžiaus mėginius sudarė didesnė augalų įvairovė – miežiai ir dviejų rūšių kviečiai. Miežių $\delta^{15}\text{N}$ vidutinė vertė 4,2‰, kviečių kiek aukštesnė – 4,7‰, nors lyginant kviečių rūšis

tarpusavyje *Triticum spelta* pasižymi žemesnėmis azoto vertėmis. Visų tirtų šio laikotarpio augalų $\Delta^{13}\text{C}$ vertės panašios, apie – 19,5‰.

Romėniškajam laikotarpiui naudoti duomenys iš ankstesių Kernavės tyrimų: tirti miežiai, rugiai bei dviejų rūšių kviečiai. Miežių $\delta^{15}\text{N}$ vidutinė vertė 3,6‰, aukštesnės kviečių vertės 4,7‰, o aukščiausios – rugių, vidutiniškai 5,5‰. Kitavertus aukščiausios $\Delta^{13}\text{C}$ vertės pastebėtos miežiuose, vidutiniškai, 20,2‰, žemesnės kviečių 18,9‰, žemiausios – rugių anglies vertės, vidutiniškai 18,0‰.

Vikinginio laikotarpio miežių vidutinė $\delta^{15}\text{N}$ vertė 5,1‰, didesnė už išmatuoto vienintelio rugio grūdo 4,9‰ ir kviečio 1,7‰. Šio laikotarpio miežiai pasižymėjo ir vidutiniškai didesnėmis $\Delta^{13}\text{C}$ vertėmis: miežiai 19,3‰, rugys 18,6‰, kvietys 19,2‰.

Viduramžiais datuojamų miežių vidutinė $\delta^{15}\text{N}$ vertė 5,1‰, o rugių minimaliai aukštesnė – 5,1‰. Didesnis skirtumas pastebėtas lyginant $\Delta^{13}\text{C}$ vidutinės vertės – miežių 19,1‰ ir rugių 17,0‰.

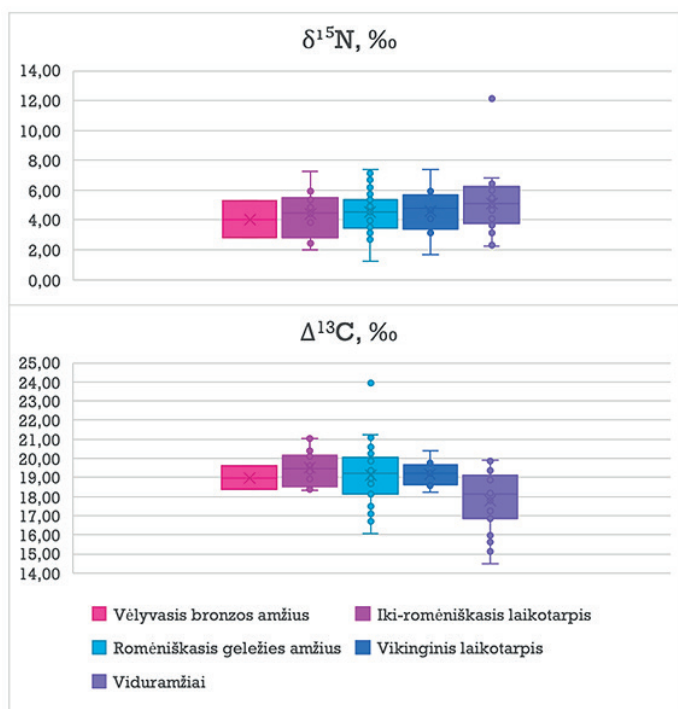
Atlikti dviejų laikotarpių, iki-romėniškojo ir romėniškojo geležies amžiaus, gyvulių kaulų kolageno izotopiniai tyrimai. Iki-romėniškojo laikotarpio galvijų $\delta^{15}\text{N}$ vidutinė vertė 4,7‰, o romėniškojo geležies amžiaus gyvūnai pasižymėjo vidutiniškai aukštesnėmis vertėmis 5,4‰. Abiejų laikotarpių $\delta^{13}\text{C}$ vertės skiriasi nežymiai: iki-romėniškojo laikotarpio -21,9‰ ir romėniškojo -21,9‰ [pav. 3].

Stabiliųjų izotopų matavimai rodo, kad Kernavėje įsikūrus pirmiesiems žemdirbiams (apie 800-400 cal BC) javai auginti drėgnose, atvirose vietose, tręšiamose organinės kilmės trąšomis. Tikėtina, kad jau šiame laikotarpyje kultivuotas Pajautos slėnis, pasėlius tose pačiose vietose auginant ilgesnį laiką. Tą patvirtina ir vėlesnio laikotarpio (400 cal BC – 200 cal AD) medžiaga, kurioje atsispindi laipsniškas dirvožemio kokybės gerinimas ir kultivavimo tęstinumas. Pajautos slėnis tam galėjo būti pasirinktas ne atsitiktinai – čia vyrauja lengviau įdirbami, geriau drenuojantys smėlio ir priesmėlio dirvožemiai, o potvynių metu dalis teritorijos galėjo būti natūraliai patręšiama upės dumblu.

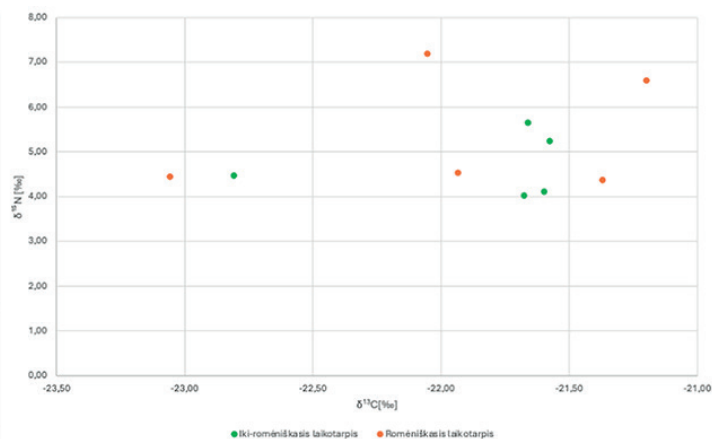
200-800 cal AD kultivavimas Pajautos slėnyje toliau aktyvėjo, kraštovaizdis darėsi vis atviresnis. Šiame laikotarpyje vietos gyventojai apleido iki tol gyventus viršutinės Neries terasos pakraščius ir persikėlė gyventi į patį slėnį. Įdomu tai, kad javai daugiausia auginti greta sodybų, ką iliustruoja išlikusios V a. arimo vagos [pav. 4]. Be to, stabilųjų izotopų matavimai rodo, kad skirtingos augalų rūšys galėjo būti auginamos atskirai, o žemės ūkis užimti kur kas didesnius plotus. Galiausiai, 900-1400 cal AD Kernavėje matomi ryškūs ūkio pokyčiai. Augalų izotopinės vertės rodo kiek prastesnes kultivavimo sąlygas, kurios galėtų būtų nulemtos klimatinio pokyčio. Kitavertus, to meto archeobotaniniai radiniai atskleidžia naujų rūšių kultivavimą, o archeologinė medžiaga – staiga išaugusius maisto atsargų kiekius. Tai leidžia manyti, kad žemdirbystės mastai Kernavėje kaip tik ryškiai augo, tačiau plečiantis viduramžių miestui ir augant jo populiacijai žemės ūkis buvo perkeltas į atokesnes vietas.



1 pav. (A) – Kernavėje rastas XIII-XIV a. sandėliavimo kontekstas; (B) – degę *Secale cereale* grūdai.



2 pav. Augalų liekanų stabilųjų $\delta^{15}\text{N}$ ir $\Delta^{13}\text{C}$ izotopų vertės penkiais skirtingais Kernavės gyvavimo etapais.



3 pav. Iki-romėniškojo ir romėniškojo geležies amžiaus gyvulių stabilųjų anglies ($\delta^{13}\text{C}$) ir azoto ($\delta^{15}\text{N}$) izotopų duomenys.



4 pav. Pajautos slėnio Kernavėje topografija, vyraujantys dirvožemio tipai ir V a. arimo vagų radimvietė.

LITERATŪRA

- [1] Fiorentino, G., Ferrio, J. P., Bogaard, A., Araus, J. L., Riehl, S. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2015, 24, 215–227.
- [2] Minkevičius, K., Piličiauskienė, G., Vengalis, R., Piličiauskas, G., Pranckėnaitė, E., Kontrimas, D., Kisieliene D. *Radiocarbon*, 2025, 67(4), 783–802.
- [3] Nitsch, E.K., Charles, M., Bogaard, A. *Science & Technology of Archaeological Research*, 2015, 1, 1–8.
- [4] Ferrio, J.P., Araus, J.L., Bux'o, R., Voltas, J., Bort, J. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2005, 14, 510–517.
- [5] Bogaard, A., et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110, 12589–12594.
- [6] Lietuvos erdvinės informacijos portalas, <https://www.geoportal.lt>.

ŠIRVINTŲ ŠTETLO ŽŪTIS: TARP GYVAVIMO IR (NE)ATMINIMO

Lietuvos žydų istorija yra plačiai nagrinėta ir dokumentuota, tačiau daugelyje šaltinių, atlasų ar knygų galima pasigesti Širvintų štetlo atvejo. Atminimas menkas ne tik akademiniu, bet ir vietiniu lygmeniu – žydų miestelio praeitį mini tik du senųjų kapinių paminklai, paminklas Libai Mednikienei bei išlikę seni žydų gyvenamieji pastatai, jų rūšiai bei buvusios sinagogos pastatas (kuris visai sinagogos neprimena dėl atliktų renovacijų). Viešajame miestelio gyvenime žydai beveik nemini, išskyrus retus atvejus, kai tai kyla iš pavienių žmonių iniciatyvos arba, kai keli sakiniai apie gyvenusius žydus įterpiami į gausų Širvintų miestelio istorijos pasakojimą. Vienas naujausių žydų istorijos minėjimo pavyzdžių (greta bendros Širvintų istorijos) – šalia miesto paplūdimio, ant medžių, iškabintos nuotraukos menančios Širvintų istoriją.

Savo tyrimo metu bandžiau apimti kelis aspektus: 1) Surasti kuo daugiau pirminių ir antrinių šaltinių bei paruošti anotuotą jų sąvadą; 2) Padaryti interviu su žmonėmis, kurie galėtų suteikti naujos informacijos tyrimui; 3) Bendravimo su vietiniais gyventojais metu bandyti apčiuopti menko žydų gyvenimo Širvintose atminimo priežastis.

Pirmasis punktas, tai pagrindinis mano projekto tikslas ir rezultatas. Anotuotame sąrašė sutelkti duomenys padės tolimesniuose darbuose šia tema. Didžioji dalis surinktų pirminių šaltinių nėra detalūs. Tai žydų organizacijų susitikimų surašymai, gyventojų sąrašai, informacija apie žydų mokyklas ir keli surasti pasakojimai apie 1941-ųjų metų žudynes. Visi, išskyrus paskutiniuosius, pateikia faktinę, tačiau „sausą“ informaciją. Pasakojimai apie žudynių patirtį yra detaliau. Antrinių šaltinių sąrašas platesnis, tačiau informacija didžiąja dalimi kartojasi ir taip pat yra dalykiška. Išsamiausia informacija vis paremta liudininkų pasakojimais (vėl – daugiausiai apie žudynės). Be to, daugiausiai antriniuose šaltiniuose rašoma apie su švietimo institucijomis susijusius reikalus, žydų organizacijas bei ekonominius santykius su katalikais gyventojais. Vyraujančios tematikos atitinka pirminių šaltinių informacijos temas. Vienas atrastas įdomesnis ir išsamesnis šaltinis – JAV gyvenančių Nanci ir Allan Garon kolekcija (kurios dalis prieinama per <https://www.garon.us/index.html>). Čia daugiau informacijos, kuri likusi iš pačių Širvintose gyvenusių žydų.

Antrasis tyrimo etapas, t. y. interviu, sekėsi sunkiai. Natūralu, jog tiesioginių įvykių liudininkų jau nebėra, tad teko ieškoti besidominčių šia tema arba tokių, kuriems teko girdėti pasakojimų apie Širvintų žydų gyvenimą bei žudymą. Širvintose susidomėjimas šia tema menkas, tad pavyko rasti tik keletą asmenų, kurie galėjo papasakoti daugiau. Tiesa, ne visi sutiko duoti formalų interviu tyrimo tikslams. Atliktas vienas išsamus interviu su vietos istoriku, į kurį nukreipė ne vienas širvintiškis. Istorikas bevaikstant aprodė buvusias žydų gyvenamąsias vietas, pirties vietą, sinagogų buvusias vietas. Pats žinovas sukaupė informaciją per daug metų skaitymo bei bendravimo su vyresniais miesto gyventojais, kurių jau nebeliko. Kitas interviu gautas rašytine forma – jo turinys siauresnis, tačiau taip pat pasitaikė naudingos informacijos. Iš interviu gauta medžiaga gyvesnė už gautąją iš šaltinių, tačiau sunku spręsti dėl jos patikimumo.

Trečiasis uždavinys išryškėjo susidūrus su sunkumais ieškant interviu respondentų. Didelė dalis planuotų interviu neįvyko dėl gyventojų nesutikimo, jog informacija būtų panaudota tyrimo metu, nors buvo žinoma, jog šios tokios informacijos kalbinamieji žino. Tai natūraliai paskatino ieškoti nesutikimo priežasčių. Tam tirti pritaikiau antropologinio metodo žinias, tačiau tikslesnės išvados reikalautų daugiau tyrimų. Mano pačios santykis su Širvintomis ir su jų gyventojais padeda lengviau

perprasti tokios reakcijos priežastis, o taip pat girdėti pasakojimai ar replikos iš vietinių gyventojų (bei jų reakcijos į klausimą dėl dalyvavimo tyrime) atskleidžia dar daugiau situacijos sluoksnių. Kol kas šios dalies savotiškos išvados daugiausiai paremtos atidžia realybei mokslinė intuicija, tačiau tai gali padėti nukreipti tolimesniu šio atvejo nagrinėjimo keliu. Pirmoji kliūtis, kurią teko apčiuopti, tai, jog kalbinti gyventojai linkę nuvertinti savo asmeninę patirtį bei žinias ir manyti, kad tyrimui naudingi tik tikslūs, patvirtinti faktai. Antra, sujungiant iš šaltinių ir pasakojimų gautą informaciją, galima pastebėti, jog katalikų ir žydų bendruomenės Širvintose gyveno gan atskirai, susiformavo savotiški du miesto centrai, nors bendruomenių sąveikos būdavo, ji daugiausiai ekonominio pobūdžio. Katalikų istorija buvo dokumentuojama ir perduodama, o žydų – ne (dokumentai galimai sunaikinti). Teorija apie tai, kur dingę gyvenusių žydų palikimas, paminėta interviu su vietiniu istoriku, tačiau neteko surasti daugiau tai patvirtinančių šaltinių. Ta pati teorija galėtų paaiškinti gyventojų nenorą domėtis ar pasakoti daugiau apie Širvintose gyvenusius žydus bei galėtų paaiškinti šį susiklosčiusį (ne)atminimo atvejį.

Tyrimo vykdymo metu buvo paruoštas pagrindas būsimiems tolimesniems tyrinėjimams, numatyta galima jų kryptis, o taip pat paruoštas šaltinių sąvadas, kurį planuojama plėsti. Projekto vykdymas tokia menkai ištirtame lauke sukėlė savitų sunkumų, tačiau pavykę bei neįvykę interviu, bendravimas su gyventojais šiomis temomis, padėjo užčiuopti savitai susiklosčiusį dabarties sąveikos su istoriniu paveldu atvejį, kuris ir toliau reikalauja atidžios istorinės klausos.

NUNC IR INSTANS SĄVOKŲ JONO DUNSO ŠKOTO FILOSOFIJOJE ANALIZĖ: FORMALIOSIOS SEMANTIKOS PRIEIGA

Šio pranešimo metu bus siekiama pristatyti Viduramžių filosofo Jono Dunso Škoto laiko teoriją, remiantis *Lectura I distinctio* 39 bei *Ordinatio II distinctio* 2, išskirti pagrindines problemines jo teorijos vietas ir parodyti, kaip formaliosios semantikos prieiga gali padėti nustatyti Dunso Škoto priskyrimo prezentistų tarpui pagrįstumą. Nors vyrauja dvi pagrindinės pozicijos (1) Jonas Dunsas Škotas gina prezentistines nuostatas; 2) filosofo mąstymas neatitinka prezentistinės pasaulėvokos), prieštaraudama tokiems šio autoriaus tyrinėtojams kaip R. Cross (1998) bei N. Lewis (2003) teigsiu, jog Dunso Škoto ne tik negalima priskirti prezentistams, bet ir A bei B laiko teorijų šalininkams apskritai.

A teorija reikalauja objektyviai kintančios praeities, dabarties ir ateities laikinės sekos (kažkas buvo, yra ir bus), o B teorija numato statiską laikinę seką, kurioje įvykiai yra apibrėžiami per „anksčiau“, „tuo pačiu metu“ ir „vėliau“ sąvokas. A teorijos plotmėse įvykių padėtis laike kinta, ji apeliuoja į psichologinį laiko tėkmės potyrį, o B teorijoje įvykiai yra sudėlioti tam tikra apibrėžta tvarka, ji geriau atitinka loginį nuoseklumą ir įgalina esmės išlaikymą. Prezentizmas yra A teorijos atšaka, kuri objektyvų bei absoliutų laiko kismą derina su tik dabarties tikrumą steigiančiu ontologiniu požiūriu. Trumpai tariant, prezentistinėje sistemoje realūs tik dabartyje esantys dalykai.

Iššūkiai Jono Dunso Škoto filosofijos kontekste kyla bandant nustatyti dabarties statusą arba, kitaip tariant, bandant suderinti filosofo vienu metu steigiamus, tačiau vienas kitam prieštaraujančius tekantį „dabar“ (kurio postulavimas suteikia galimybę jį priskirti prie A teorijos ar prezentistų tarpo) ir statiską akimirką (kurios postulavimas suteikia galimybę jį priskirti prie B teorijos šalininkų).

Pirmoji pozicija ginama *Lectura I dist.* 39, kurioje Škotas teigia, kad laikas kinta, teka, o tiek praeitis, tiek ateitis nėra realūs patys savaime, kadangi dieviškai amžinybei yra tik laikinis „dabar“, taigi tik šis „dabar“ yra realus. Vis dėlto, *Lectura I dist.* 39 pristatoma pozicija yra vienintelė tokia Dunso Škoto veikalų tarpe, o ją pačią galima kritikuoti už dabarties momento suprobleminimą ir nenuoseklumą, kadangi Jonas Dunsas Škotas taip pat įrodinėja ir atsitiktinumų suderinamumą su Dievo žinojimu juos įsteigdamas dabarties akimirkai. Anot autoriaus, tam, kad įvykis tikrai būtų atsitiktinis, priešingos baigtys turi būti galimos tuo pačiu laiko momentu, tai yra, jo vyksmo momentu. Vadinas, dabarčiai priklausantis sinchroniškas alternatyvų aktualumas bei realumas ją pačią padaro nerealia (kitaip tariant, ją padaro ontologiškai atsitiktine). Iš esmės Dunsas Škotas ne tik bando įtvirtinti ateities atsitiktinumų egzistavimą bei neapibrėžtumą, tačiau šias savybes tuo pačiu perkelia ir dabarties momentui, kuris jo sistemoje, teoriškai, vienintelis turėtų išlaikyti aktualumo statusą.

Bendrame Jono Dunso Škoto veikalų korpuse, kaip kad *Ordinatio II dist.* 2, vyrauja požiūris, kad laikas yra nuoseklus, sudarytas iš statiskų ir nedalių akimirkų. Šis požiūris artimesnis B laiko teorijai. Vis dėlto, pasitelkiant formaliąją semantiką, galima atskleisti esminius šios laiko sampratos prieštaravimus.

Pranešimo metu bus aptarti du tezė paremiantys prieštaravimai: 1) pirmasis gaunamas remiantis 5 ir 53 *Ordinatio II dist.* 2 skirsniais, o juo yra parodoma, jog Jono Dunso Škoto filosofijos kontekste negalima postuluoti nuoseklaus, linijinio laiko; 2) antrasis prieštaravimas yra išvedamas iš 85 *Lectura I dist.* 39 skirsnio, 5 ir 376 *Ordinatio II dist.* 2 skirsnio ir parodo, jog Jonas Dunsas Škotas sau prieštarauja teigdamas, jog visa laiko seka yra sudaryta iš akimirkų, tačiau pačios akimirkos jai nepriklauso (kitaip tariant, kad laiko seka turi turėti dalis, bet jai negali priklausyti jokios dalys).

Taigi nors Škoto priskyrimą prezentistams galima atmesti remiantis tekste randamais nenuoseklumais ir jo unikalumu, Škoto pozicija, pristatoma *Ordinatio II dist. 2*, taip pat yra netiksli. Nors pas Škotą randamas dalinis simpatizavimas prezentizmui, jis nukrypsta nuo pagrindinių jo aspektų tiek pačioje *Lectura*, tiek kituose tekstuose. Tačiau, kaip buvo parodyta, tai nereiškia, jog jį automatiškai galima priskirti priešingai stovyklai – veikiau, galima teigti, jog filosofas nepasiduoda klasifikacijai ir kuria teoriją-hibridą.

LIETUVOS DIDŽIOSIOS KUNIGAİKŠTYTĖS PILIETYBĖS TEISINIS REGLAMENTAVIMAS: INDIGENATO TEISĖ

Istoriografijoje į Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės (LDK) indigenatą (pilietybę) žiūrėta kaip į vieną iš valstybės savarankiškumo išsaugojimo garantų. Senesniuose tyrinėjimuose (Adolfo Šapokos, Mečislovo Jučo) užsieniečių bandymai integruotis į LDK visuomenę buvo interpretuojami kaip siekiai „okupuoti“ ar „užgrobti“ valstybines pareigybes bei žemes. Indigenatui apibūdinti šie autoriai dažnai pasitelkia pilietybės sąvoką. Savo ruožtu naujesniuose tyrinėjimuose (Jono Drungilo, Reginos Trimonienės ar Auksės Kaladžinskaitės) į indigenatą jau siūloma žiūrėti kaip į mechanizmą, kuris atveria galimybes svetimšaliams kilmingiesiems integruotis į LDK visuomenę ir ilgainiui tapti pilnaverčiais indigenais, išryškinamas persiorientavimas nuo „gynybinių“ nuostatų prie integraciją skatinančių veiksmų.

Nepaisant pastebimų pokyčių, Lietuvos istoriografijoje dažnai indigenato tyrimai apsiriboja tik Lietuvos Statutų straipsnių komentavimu, pavienių pilietybės „gynimo“ ar suteikimo pavyzdžių analize. Itin svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog lietuviškoje istoriografijoje nepakankamai tyrinėti vėlesni Respublikos seimuose priimti įstatymai, kurie tiesiogiai veikė indigenato teisės nuostatų funkcionavimą LDK. Taip pat nedaug istorikų dėmesio susilaukė *Volumina Legum* tomuose užfiksuoti paskiri atvejai, kai tiek Respublikos, tiek LDK indigenatas yra suteikiamas bendrame Respublikos seime.

Šią spragą buvo bandyta užkamšyti lenkiškoje istoriografijoje, kurioje, tiesa, iš esmės neskirta dėmesio LDK teisės nuostatomis. Lenkų istorikų tyrimuose dominuoja du klausimai: kada susiformavo indigenato teisė Lenkijoje ir kokia yra šios teisės raidos specifika. Skirtingai nei Lietuvos istoriografijoje, nagrinėjant indigenato teisę pirmiausia yra išskiriama kilmės ir ją esą liudijančio herbo kategorijos. Jerzy Michta ir Józef Szymański indigenatą sieja su herbais, kurie rodydavo asmens kilmę, o įrodžius kilmę užsieniečiui buvo galima suteikti indigenatą. Lenkų istorikai sutaria, kad nuo 1601 m. indigento suteikimas yra paliekamas išskirtinai seimo jurisdikcijai. Vis dėlto nesutariama, kada – ar 1588 m., ar 1601 m. – buvo formaliai įtvirtinta Lenkijos indigenato teisė. Tadeusz Szulc, J. Michta ir Bartłomiej Szyndler, nagrinėdami XVII–XVIII a. įstatymus, kuriais reglamentuotas indigenato suteikimas, prieina prie išvados, kad asmenų, galinčių įgyti indigenato teisę, ratas siaurėjo, o būsimiems indigenams keliama reikalavimai didėjo.

Atsižvelgiant į tai buvo formuluojami tyrimo klausimai: Kaip buvo įstatymiškai apibrėžiamas LDK indigenatas (pilietybė)? Ar indigenato samprata keitėsi XVII–XVIII a. įstatymuose? Kas, kaip ir dėl kokių priežasčių galėjo tapti LDK indigenu?

Atliekant tyrimą, naudotasi ne tik Lietuvos Statutais, bet ir rinkiniu *Volumina Legum*, kuris apima Seimų konstitucijas, valdovų privilegijas, mokesčių universalus, muitų instrukcijas, tarptautines sutartis, kitus teisės aktus ir – tai svarbiausia šiam tyrimui – indigenato suteikimo įstatymus. Nagrinėjant atskirus indigenato suteikimo atvejus, buvo pasitelktas prozopografinis tyrimo metodas, leidęs sistemingiau išanalizuoti surinktą informaciją. Todėl į duomenyną buvo įtrauktas asmens vardas, kilmė, mirties vieta, privilegijos gavimo priežastis, žinios apie suteiktas rekomendacijas bei duotas priesaikas (jei tokių buvo reikalaujama), pareigybes bei veiklą, kuria po to buvo užsiiminėjama.

Atlikta analizė leidžia teigti, kad LDK indigenato teisės atsiradimą derėtų sieti su 1447 m. Kazimiero privilegija, kuria svetimšaliams buvo uždrausta įgyti vietines pasaulietines bei bažnytines pareigybes. Tai žymi indigenato, kaip vietos diduomenę iš užsieniečių išskiriančios privilegijos, atsiradimą. Ši formulotė plėtota ir vėlesnėse Lietuvos valdovų privilegijose, kuriomis sugriežtinti apribojimai tuoktis vietiniams didikams su užsienietėmis.

Senosios teisės dvasia jaučiama ir Pirmajame Lietuvos Statute, kuriuo valdovas įsipareigojo nedalinti žemių, pilių ir miestų, ir bet kokių tėvonijų ir laikinų valdų, ir pareigybių arba garbės titulų jokiems svetimšaliams, bet skirti visa tai tik LDK čiagimiams ir čiabuviams. Taip buvo užtikrinamos vietinių teisės svetimšalių atžvilgiu.

Kaip pastebi Jonas Drungilas[1], Antrajame ir Trečiajame Lietuvos Statutuose įstatyminė bazė buvo išplėsta ir kiekvienam atvykusiam bajorui buvo sudaromos galimybės integruotis į visuomenę. Nors buvo išsaugoti reikalavimai, kad pasaulietinės ir bažnytinės pareigybės būtų suteikiamos tik vietiniams, palikta galimybė įsigyti žemės, kuri tampa pagrindu įgyjant LDK indigenatą. Taip pat svarbi sąlyga buvo ta, kad pareigybės turėjo būti skiriamos sėsliam, t. y. turinčiam nekilnojamo turto, to pačio bajorui.

Vėliau Respublikos seimuose priimti įstatymai siaurino potencialių asmenų, galinčių įgyti indigenatą, ratą. Ilgainiui iš siekiančių įgyti indigenatą pradėta reikalauti įrodyti savo kilmę, būti mažiausiai trečios kartos bajoru, būti nusipelnusiam Abiejų Tautų Respublikai, duoti ištikimybės priesaiką, įsigyti žemės nuosavybės (ne mažiau kaip 200 000 auksinų vertės), išpažinti katalikų tikėjimą. Nuo 1641 m. Respublikoje buvo formalizuotas integracinis mechanizmas – buvo įteisintas pusiau kilmingųjų (*scartabellus*) sluoksnius, kuriam priklausančios šeimos tik trečioji karta įgydavo visas politines teises.

Tyrimas parodė, kad apie 1/3 visų suteiktų indigenatų Respublikoje buvo skirti ir LDK. Nepavyko aptikti nė vieno atvejo, kai būtų suteikiamas išskirtinai LDK indigenatas. Visais atvejais LDK indigenatas būdavo suteikiamas kartu su Lenkijos bei Respublikos indigenatu. Taip pat ne visi LDK indigenatą gavę asmenys įsigydavo žemės LDK teritorijoje, todėl ne visais atvejais būdavo laužoma Trečiajame Statute įrašyta nuostata, kuria reikalauta įsigyti žemių.

LDK indigenatų suteikimas atspindėjo politines realijas. Daugiausia jų buvo suteikta „Tvano“ laikotarpiu bei XVIII a. antrojoje pusėje. 1650–1675 m. buvo suteiktos 37 LDK indigenato privilegijos. Didžioji jų dalis buvo suteiktos kaip atlygis už karo tarnybą. Antroji didelė indigenatų suteikimo banga buvo 1751–1775 m., kai LDK indigenatą gavo 45 asmenys. Čia galima išskirti tris pagrindines gavėjų grupes: 1. saksų Vėtinų dinastijos aplinkoje buvę asmenys; 2. karininkai; 3. 1775 m. Rusijos imperijos kariuomenės karininkai. Kitais periodais indigenatas buvo teikiamas labai sporadiškai.

Taigi analizė parodė, kad galima išskirti tris pagrindines indigenato suteikimo priežastis: 1. karo tarnyba ir investicijos į Respublikos karines kampanijas; 2. tarnavimas valdovo arba magnatų dvaruose; 3. išorės jėgų primesta valia.

Apie asmenis, kurie gavo indigenatus už karo tarnybą galime pasakyti mažiausiai. Jų kilmės topografija yra plati: Vengrija, Prancūzija, Italija, Austrija, Šventoji Romos imperija ir kiti kraštai. Dažnai šie asmenys ne tik narsiai atlikdavo karo tarnybą, bet ir su savimi atsivesdavo samdinių ar skirdavo didžiules sumas valstybės išdui. Mažai žinome apie jų biografijas ar veiklą Respublikoje.

Dvaro tarnautojai yra žymiai geriau pažįstama grupė. Čia galima išskirti tokius asmenis kaip Tito Livio Burattini, kuris tarnavo valdovo dvare ir administravo pinigų kalyklas, ar Giovanni Battista Frediani, kuris buvo Sapiegų ir Pacų dvarų architektas bei inžinierius.

Galime pastebėti, kad ne visi asmenys, tarnavę didikų dvaruose, buvo kilmingi, todėl jie falsifikavo dokumentus. Pavyzdžiui, Jurgis Benetas Škotijoje falsifikavo savo kilmės dokumentus, kad galėtų įgyti LDK indigenatą.

Užsienio valstybių įsikišimas yra pastebimas XVIII a., kai valdovo nesantuokinis sūnus Friedrichas Augustas de Coselis indigenatą gauna dėl visiškai neaiškių priežasčių, arba kai 1775 m. indigenatas suteikiamas Rusijos imperijos generolams – Piotriui Rumiancevui ir Grigorijui Potiomkinui. Indigenuotų asmenų tautybės irgi rodo, kad iš 45 indigenuotų asmenų 10 buvo kilę iš Rusijos imperijos, o 7 – iš Saksonijos. Šių asmenų indigenatų gavimas laužė Respublikos teisės normas, nes šie formaliai nebuvo nusipelnę valstybei jokiais savo darbais.

Apibendrinant galima teigti, kad lietuviškoje istoriografijoje indigenatas yra apibrėžiamas dvejopai: 1. kaip išskirtinė vietos bajorų privilegija, kuri saugojo LDK savarankiškumą; 2. kaip privilegija, kuri

suteikdavo galimybę integruotis iš užsienio atvykusiems bajorams. Lenkiškoje istoriografijoje indigenatas yra siejamas su užsienio bajorų siekiu integruotis į vietos bendruomenę.

Įstatymų analizė parodė, kad indigenato privilegijos pobūdis keitėsi. XV–XVI a. indigenatas buvo suvokiamas kaip LDK bajorų privilegija, išskirianti juos iš užsienio kilmingųjų. XVI–XVIII a. indigenatas, neprarasdamas senosios reikšmės, įgauna ir integracinio mechanizmo prasmę. Taip pat išaiškėjo, kad asmenų, galinčių gauti LDK indigenatą, ratas su laiku mažėjo, nuolat atsirasdavo papildomų reikalavimų: būti kataliku, įsigyti žemės Respublikoje, būti kilminguoju, atlikti gerų darbų Respublikos labui ar dalyvauti karo žygiuose. Šie reikalavimai užfiksuoja tai, kad Respublikos teisėje indigenas buvo apibrėžiamas kaip kilmingasis, kuris buvo katalikas, gyveno Respublikos teritorijoje ir jai ištikimai tarnavo.

Indigenatų suteikimų analizė parodė, kad, nors teisinio reglamentavimo stengtasi laikytis, būta pažeidimų: XVII a. falsifikuojami kilmės dokumentai, o XVIII a. niekaip Respublikai nenusipelnusiems asmenims suteikiamas indigenatas. Tyrimas parodė, kad slenkant laikui buvo stengiamasi apeiti teisėje nustatytas indigenato gavimo normatyvas.

LITERATŪRA

- [1] Drungilas Jonas, *Erelis lokio guolyje. Lenkų bajorai Žemaitijoje XVI–XVIII a.: migracija, kalba, atmintis*, Vilnius: Lietuvos istorijos institutas, 2019, p. 44.

NENORMINĖS JAUNIMO KALBOS TENDENCIJOS: KAIP ELGIAMASI SU ANGLŲ ASMENVARDŽIAIS KOMPIUTERINIAME ŽAIDIME „LEAGUE OF LEGENDS“

Kompiuterinių žaidimų veikėjų vardai pasižymi savotiška specifika. Dėl anglų kalbos, vyraujančios kompiuteriniuose žaidimuose, jų žaidėjai susiduria su anglų kalbos pavadinimais, kuriuos modifikuoja ar keičia, ir sukuria naujus lietuvių kalbos onimus. Šiuo tyrimu siekiama atskleisti būdų, kuriais kompiuterinio žaidimo *League of Legends* žaidėjai lietuviai pertvarko ar pritaiko iš anglų kalbos į lietuvių kalbą perimtus veikėjų vardus, įvairovę. Kompiuterinis žaidimas *League of Legends* buvo pasirinktas dėl kiekybinio kriterijaus – žaidime yra 172 veikėjai. Veikėjai vieni nuo kitų skiriasi įvairiais faktoriais (lytimi, išvaizda, amžiumi, ypatingais gebėjimais) ir turi unikalų anglų kalba išreikštą asmenvardį.

Virtualioje realybėje lietuvių vartojami slapyvardžiai (vad. nick'ai) mažai tyrinėti. D. Aliūkaitė atliko tyrimą apie lietuvių slapyvardžius, vartojamus pokalbių svetainėse (2006). Užsienio tyrėjai yra atlikę tyrimų apie žaidėjų pasirenkamus slapyvardžius kompiuteriniuose žaidimuose. Anot A. Drachen ir kt. (2014), veikėjų vardai yra būdas pateikti informaciją apie patį žaidimo veikėją, taip prisidedant prie internetinio profiliavimo ir virtualios tapatybės. E. V. Busurina ir N. V. Chuykina (2017) pastebėjo, kad galima rasti tam tikrų internetinių slapyvardžių kūrimo modelių ir dėsnų. A. M. Klimovos (2020) teigimu, slapyvardžiai kompiuteriniame žaidime veikia kaip pragmatiniai tam tikros informacijos indikatoriai, kurių funkcijos yra nevienalytės.

Šis tyrimas atliktas internetinės apklausos būdu. Jame dalyvavo 18 respondentų, buvo surinkti 1842 asmenvardžiai. Jų analizė parodė, kad lietuviai žaidėjai pasirinktą anglų kalbos vardą, perimdami į lietuvių kalbą, modifikuoja adaptuodami, keisdami fonetiškai panašiu žodžiu ar jų junginiu, keisdami nauju vardu, trumpindami arba palieka nekeisdami originalią anglų kalbos formą. Buvo išskirti tokie skirtingi onimų perteikimo būdai (juos žr. 1 pav.):

Adaptacija (39,9%). Adaptuodami iš anglų kalbos perimtus veikėjų vardus žaidėjai asmenvardžiams pridėjo lietuvių kalbos galūnes, pvz.: *Atroksas* (*Aatrox*), *Akšanis* (*Akshan*), *Korkis* (*Corki*), *Maokajus* (*Maokai*), *Rumblis* (*Rumble*); *Anė* (*Annie*), *Ašė* (*Ashe*), *Evelyna* (*Evelynn*), *Keitlina* (*Caitlyn*), *Keitlinė* (*Caitlyn*). Dažniausiai asmenvardžiams pridėta vyriškos giminės galūnė *-as* ir moteriškos giminės galūnė *-ė*. Ne visada žaidimo veikėjo lytis sutapo su adaptuoto vardo gramatine gimine: neretai moteriškos lyties veikėjos buvo pavadintos vyriškos giminės vardo forma, pvz.: *Anius* (*Annie*), *Elyzas* (*Elise*), *Evelynas* (*Evelynn*), *Popis* (*Poppy*). Pasitaikė atvejų, kai anglų kalboje vartojamiems moterų vardams, kurių formos atitiko lietuvių kalbos formas, buvo pridėta galūnė *-as*: *Samiras* (*Samira*), *Senas* (*Senna*), *Tristanas* (*Tristana*).

Perėmimas be adaptacijos (15,5%). Dažnai asmenvardžiai į lietuvių kalbą buvo perimti tiesiogiai iš anglų kalbos, pvz.: *Maukai* (*Maokai*), *Milijo* (*Milio*), *Nasus* (*Nasus*); *Nafiri* (*Naafiri*). Šių onimų grafinė forma yra variantiška: vienais atvejais onimai perimti nepakitę, pvz.: *Aphelios* (*Afelios*), *Milio* (*Milio*); *Ahri* (*Ahri*), kitais atvejais pritaikyti prie lietuvių kalbos ortografijos, pvz.: *Afelios* (*Aphelios*), *Milijo* (*Milio*); *Ari* (*Ahri*). Nors grafinė vardų adaptacija vyksta visais būdais perimant vardus į lietuvių kalbą, tačiau šio pogrupio onimams ji yra būdingiausia.

Gramatinis įforminimas (10,3%). Anglų kalbos veikėjų vardai juos perimant yra gramatiškai įforminti, nes turi tokias baigmenis formas, kurios sutampa su lietuvių kalbos formomis, pvz.: *Darius*, *Gargas*, *Sylas*; *Diana*, *Renata*. Kartais šie vardai adaptuojami grafiškai, pvz.: *Anivija* (*Anivia*), *Jana* (*Janna*).

Pervadinimas (8,5%). Žaidėjai veikėjams suteikia ir naujus pavadinimus. Dažniausias šių asmenvardžių pamatas yra apeliatyvai, kurių pasirinkimas priklauso nuo veikėjo tipo. Kai veikėjas yra padaras, gyvūnas, pusžmogis ar pusgyvūnis, dominuoja apeliatyvai – gyvūnų pavadinimai, kartais pasitaiko mitologinių būtybių pavadinimų, pvz.: *Egipto Paukstis (Azir)*, *Jetis (Nunu & Willump)*, *Zuvis (Fizz)*, *Žiurkius (Kennen)*; *Drakonas (Shyvana)*, *Lapė (Ahri)*, *Zombis (Briar)*. Kai veikėjas yra žmogus, vardo pamatas yra atsiradęs iš leksikos, kuri nurodo jo veikimo sritis (socialinę/profesinę/individualią charakteristiką), pvz.: *Piratas (Gangplank)*, *Turkas su peiliu (Draven)*; *Gražuolė (LeBlanc)*, *Vaikas (Annie)*. Kartais veikėjas pervadinamas kitu asmenvardžiu, asociatyviai žaidimo veikėją sugretinus su kitu dažniausiai popkultūros veikėju, pvz.: *Thanosas (Soraka)* 'nes violetinė'.

Pakeitimas (8,2%). Žaidėjai asmenvardžius pakeičia fonetiškai panašiais žodžiais. Tai yra apeliatyvai, pvz.: *Ekologija (Ekko)*, *Kaktusas (Karthus)*, *Naras (Gnar)*; *Ašis (Ashe)*, žmonių vardai, pvz.: *Kaziuks (Kha'Zix)*, *Ramūnas (Rammus)*; *Brian (Briar)*, istorinių, popkultūros asmenybių asmenvardžiai, pvz.: *Gagarinas (Garen)*, *Kenas (Kennen)*, *Liucijus (Lucian)*; *Žana d'Ark (Janna)*, kiti onimai, pvz.: *Huavėjus (Hwei)*, *Izraelis (Ezreal)*; *Belvita (Bel'Veth)*.

Trumpinimas (6,9%). Veikėjų vardus žaidėjai trumpina dviem būdais: padaro nekaitomus trumpinius, pvz.: *Čo (Cho'Gath)*; *Kasio (Cassiopeia)*, *Keit (Caitlyn)*, ir adaptuotus trumpinius, pvz.: *Blicas (Blitzcrank)*, *Fidlis (Fiddlesticks)*; *Kasė (Cassiopeia)*, *Sera (Seraphine)*, kurie yra dažnesni (jų yra 86,4%) nei nekaitomi trumpiniai (jų yra 13,6%).

Kontaminacija (2%). Kontaminacija vyksta pamatinio onimo dalį, kuri gali būti naujo onimo pradžios ar pabaigos skiemuo, jungiant su lietuvių (1) arba anglų (2) kalbos žodžio dalimi:

- (1) *Syndra* + 'sindromas' → *Syndromas (Sindra)*;
- (2) *Ambessa* + 'abusing' → *Ambussing (Ambessa)*.

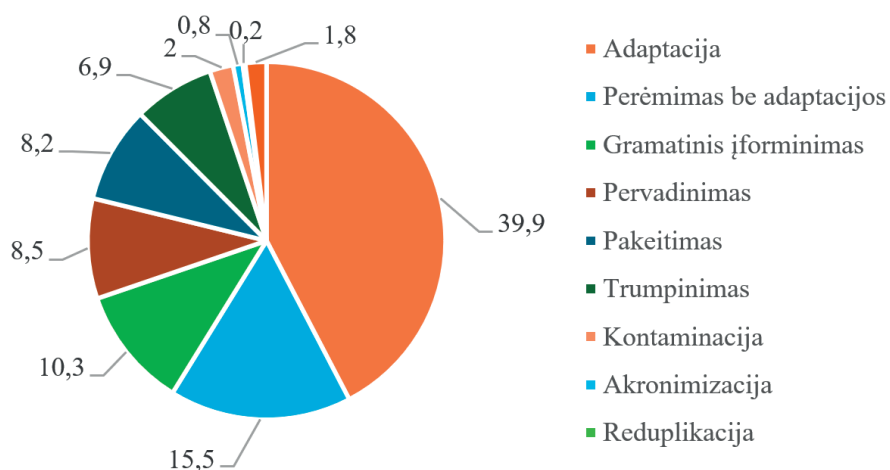
Kontaminacija vyksta tarp dviejų fonetiškai panašių žodžių, iš kurių vienas yra originalus onimas, kitas – arbitralus, bet fonetiškai motyvuotas žodis.

Akronimizacija (0,8%). Išskirti du akronimų pamato tipai: vieno dėmens pamatas, kai vardas skaidomas į atskirus skiemenis, o jo pirmieji garsai sudaro akronimą, pvz.: *GP (Gangplank)*, *Ww (Warwick)*, arba dviejų dėmenų pamatas, kai kiekvieno dėmens pradinis garsas sudaro akronimą, pvz.: *Tf (Twisted Fate)*; *MF (Miss Fortune)*. Taip pat akronimai buvo užrašyti pagal tarimą, pvz.: *Džypy (Gangplank)*, *Ti Ef (Twisted Fate)*; *Em ef (Miss Fortune)*.

Reduplikacija (0,2%). Reduplikacija yra dvejopa. Jos rezultatas yra neadaptuoti, pvz.: *Serapinpipin (Seraphine)*, ir adaptuoti asmenvardžiai, pvz.: *Serapinpinė (Seraphine)*.

Kiti atvejai (1,8%). Jie buvo reti:

1. Vertimas. Asmenvardžiai iš anglų kalbos verčiami į lietuvių kalbą, pvz.: *Kapas (Graves)*, *Stiklainių sunkvežimis 4 (Jarvan IV)*; *Fortūna (Miss Fortune)*, *Panelė Fortūna (Miss Fortune)*.
2. Keitimas fraze. Onimas pakeičiamas kolokacine fraze, pvz.: *Džinas ir Tonikas (Jhin)* – matomas ir žodžių žaismas, plg. *Džinas (Jhin)* ir lie. 'džinas', veikėjo sakoma fraze, pvz.: *Demacia! (Garen)*, ir asociatyve fraze, pvz.: *Atgal į ateitį (Ekko)*, žaidimo veikėjas geba keliauti laiku kaip filmo „Atgal į ateitį“ veikėjas.
3. Žodžių žaismas. Asmenvardžiai yra perkuriami iš dalies išlaikant pamatinio onimo formą, tačiau skaidraus darybos modelio nėra: *Ezreis (Ezreal)*, *Jarvanisas von Hasenburg of Austria IV (Jarvan IV)*; *Ka i sale? (Kai'Sa)*.
4. Deskriptyviniai onimai. Asmenvardžiais tampa trumpi apibūdinimai, aprašai, referuojantys patį veikėją (jo savybes, veikimo sferą) ar asociatyviai siejantys veikėją su kitais konceptais: *Tuos statulos kur per saubo filmus ant piliu yra, tai jis tas (Galio)*; *Tos moteris kurios burtus daro ir bado i leles smeigtukus (Kalista)*.



1 pav. Iš anglų kalbos perimti kompiuterinių žaidimų žaidėjų vardai pagal sudarymo būdus

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Aliūkaitė, Daiva. 2006. Naujasis antroponimikos objektas: „pokalbių svetainių“ slapyvardžiai (NICK). *Prace bałtystyczne: język, literatura, kultura*. 3:97-104. <https://www.lituanistika.lt/content/233>.
2. Busurina, Ekaterina Vadimovna ir Natalia Vladimirovna Chuykina. 2017. Computer selfnaming: language persona and language game in computer names (based on materials of Russian and Estonian virtual space). *Terra Linguistica*. 8(2):31-40. <https://human.spbstu.ru/en/article/2017.28.3/>.
3. Drachen, Andres, Rafet Sifa ir Christian Thureau. 2014. The name in the game: Patterns in characters names and gamer tags. *Entertainment Computing*. 5(1):21-32. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.02.001>.
4. Klimova, Margarita Andreevna. 2020. Nicknames in video gaming: functional use and variation. *Problems of Onomastics*. 17(3):293-315. doi:10.15826/vopr_onom.2020.17.3.045.



Vaizduo-
jamieji
mokslai

ŠILKO, SUNKINTO METALO DRUSKOMIS, DESTRUKCIJOS TYRIMAS, SIEKiant ĮVERTINTI ISTORINĖS TEKSTILĖS OBJEKTŲ IŠSAUGOJIMO IR RESTAURAVIMO GALIMYBES

Šilko sunkinimas metalo druskomis yra išskirtinis XIX a. pab. - XX a. pr. Europos pramonėje vykdytas procesas. Šis cheminis apdirbimas sparčiai pagreitina audinio irimą. Į restauratorių rankas patekę tokie trapūs ir destruktavę istorinės tekstilės objektai kelia daug saugojimo bei praktinių iššūkių. Norint geriau suprasti šį sunkinto šilko destruktijos fenomeną ir galimus restauravimo būdus tyrimas buvo paskirstytas į keturis etapus:

1. Istorinės ir mokslinės literatūros apžvalga,
2. Sunkinto šilko eksponatų paieška Lietuvos muziejų archyvuose.
3. Bendradarbiavimas su užsienio muziejais, aptariant taikomas restauravimo, konservavimo, bei saugojimo metodikas sunkinto šilko eksponatams.
4. Cheminių ir fizikinių bandymų atlikimas. Sunkinto šilko modelinių mėginių paruošimas, dirbtinis sendinimas ir jų tyrimai instrumentiniais metodais.

Pirmas etapas - apžvelgta istorinė ir mokslinė literatūra

Didžioji dalis šilko gaminama iš prijaukintų šilkmedžio šilkverpių pavadinimu *Bombyx mori*. Šilko kokono siūlas sudarytas iš dviejų baltyminių medžiagų - fibroino gijų ir sericino, kuris suklįjuoja fibroino baltymo gijas šilkverpio vikšro kokone. Dažniausiai sericinas, dar vadinamas „šilko guma“, yra pašalinamas (*angl.*) *degumming* procesu, prieš pluošto dažymą arba jo metu. Šis procesas suminkština pluoštą ir suteikia jam švytėjimo, tačiau jo metu taip pat prarandama nuo 20 iki 25 % pradinio svorio [1]. Šis praradimas didžiausią nuostolį kėlė prekybininkams, kurie, kaip atskleidžia istoriniai šaltiniai, šilką parduodavo pagal jo svorį. Tad sunkinimas buvo vienas iš būdų pardavėjams susigrąžinti „prarastą“ pluošto masę į buvusią prieš apdirbimą - (*angl.*) *degumming*. Žinoma, be ekonominės naudos buvo ir kitų sunkinimo priežasčių. Šilko sunkinimo metu padidėjusi siūlų gijos apimtis leido panaudoti jų mažiau tam, kad būtų išaustas toks pats kiekis audinio [1]. Apdirbtas šilko pluoštas būdavo sunkesnis, ne toks slidus, pakisdavo storis, todėl audinį buvo lengviau apdirbti, jį kirpti [1]. Atsirasdavo charakteringas audinio šiugždesys, sukuriamas jį nešiojant. Iki 1920-ųjų dažniau buvo sunkinami šilko siūlai nei visas audinys. Pirmieji bandymai sunkinti visą audinį parodė, jog toks apdirbimas buvo netolygus ir gauti rezultatai netenkino. Vis dėlto atskirų šilko gijų ir išausto audinio sunkinimo procesai buvo taikomi pramonėje [1].

Šaltiniai atskleidžia, kad jau nuo XVII a. buvo siūloma šilko sunkinimo variantų. Dažniausiai buvo naudojamos organinės medžiagos: cukrus, dervos, sakai ir proteino klijai [1]. Šie „sunkintojai“ buvo apgaulingi, mat jų sukurtas audinio kritimas ir tekstūra buvo trumpalaikiai ir lengvai panaikinami vandeniu. Nėra žinoma kaip ir kada atsirado šilko sunkinimo metalo druskomis metodai, tačiau jie glaudžiai siejasi su senaisiais pluoštų dažymo metodais, kuriems buvo naudojami natūralūs dažikliai su kandikais (ypač svarbūs dažymo juoda spalva metodai, kuriems naudoti taninai ir geležies junginiai). Kandikai padeda natūraliems dažikliams įsitvirtinti audinio pluošte. Be to, pakartotinis jau dažyto audinio apdorojimas metalo druskomis leisdavo išgauti sodresnius ir ryškesnius atspalvius [1]. Pagrindinės sunkinimui naudotos metalų druskos buvo alavo chloridai (SnCl_4), (SnCl_2), švino acetatas [$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$], geležies acetatas [$\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$], geležies nitratas [$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$], geležies (II) ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ir geležies (III) ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) sulfatai, natrio fosfatas (Na_3PO_4), natrio silikatas ($\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$, $x=3-5$), aliuminio chloridas ir kt [2].

Alavo chloridų naudojimo populiarumą užtikrino jų išskirtinumas - kitaip nei kitos metalų druskos, jie buvo bespalviai. Tad pirmą kartą net ir baltos ar kitų šviesių spalvų šilkus buvo galima sunkinti. Pirmas žinomas patentas, minintis alavo naudojimą, buvo publikuotas 1882 m. Joseph Rubelin [1]. Tačiau, populiariausias buvo publikuotas tik po dešimtmečio, 1893 m. H. J. Neuhaus. Pristatytą patentą sudarė 5 pagrindiniai sunkinimo proceso žingsniai. Jų eiliškumo variacijos sudaro beveik 18 % visų po H. J. Neuhaus publikuotų sunkinimo patentų [1]. Sunkinimo karštinė XX a. viduryje pradėjo slūgti ir ilgainiui beveik dingo. Pagrindinės to priežastys yra pokyčiai įvykę tekstilės pramonėje. 1930-iais buvo pristatyti nauji ir pigesni sintetiniai, šilką galintys pakeisti audiniai, bei 1950-aisiais šilko sunkinimą metalo druskomis pakeitęs sunkinimas akrilinių polimerų emulsijomis, taikomas iki šiol [1].

Antras tyrimo etapas - sunkinto šilko eksponatų paieška Lietuvos muziejų archyvuose. Eksponatų buvo ieškoma pagal išsikeltus kriterijus, kurie vizualiai padėtų archyvų saugotojams geriau atpažinti ar jų kolekcijose yra tokių eksponatų: amžiaus ribos XIX a. pab - XX a. pr., audinys yra šilkinis metmenų ir ataudų, vizualiai objektas yra labai blogos būklės, matomas didelis kiekis charakteringų audinio „lūžių“ (*angl. shattered silk*) ir įplyšimų. Ištirti 9 istorinės tekstilės eksponatai ir nustatyta, kad penki iš jų buvo sunkinti alavo druskomis, vienas – švino druskomis, vienas - geležies, vario ir cinko druskomis. Vieno eksponato audinyje XRF metodu nustatytas geležies ir alavo, taip pat IR spektre buvo Berlyno mėlynojo pigmento, tai rodo, jog geležies ir alavo druskos buvo naudotos sunkinti ir dažyti pluoštą juoda spalva tuo pat metu [1].

Trečias tyrimo etapas - bendradarbiavimas su užsienio muziejais apie jų taikomas restauravimo, konservavimo, bei saugojimo metodikas sunkinto šilko eksponatams.

Susisiekti su muziejais ir archyvais, kurie jau yra pasižymėję savo moksliniais straipsniais ir tyrimais sunkinto šilko išsaugojimo srityje. Naudingų straipsnių pasiūlymų ir patarimų apie saugojimą sulaukta iš Antverpeno universiteto mokslininkų komandos ARCHES Research Group, Belgijoje, taip pat Liono „Musée des Tissus et des Arts Decoratifs“ restauratorių, Prancūzijoje. Liono muziejaus restauravimo dirbtuvės sutiko įsileisti apžiūrėti metalo druskomis sunkintų šilko eksponatų, susipažinti su taikomais trapių audinių stabilizavimo būdais, siuvimo technikomis, atraminių konstrukcijų formavimu. Galima teigti, jog yra taikomos labai panašios restauravimo ir konservavimo metodikos kaip ir Lietuvoje. Stengiamasi išsaugoti kiek galima daugiau audinio, kuo mažiau jo prarandant. Renkamasi minimali intervencija, sunkintą audinį sutvirtinant tarp restauracinių audinių sluoksnių, mat būdų kaip sustabdyti šilko destrukciją/nykimą nėra. Eksponatai kruopščiai saugomi ir beveik neliečiami, retai eksponuojami.

Ketvirtas tyrimo etapas - cheminiai ir fizikiniai tyrimai.

Atliktas naujo šiuolaikinio šilko audinio sunkinimas metalo druskomis pagal du pasirinktus populiarius istorinius sunkinimo metodus - „*Pink weighting*“ sunkinimas alavo chloridu ir natrio fosfatu ir „*Dynamite weighting*“ tolimesnis šilko mirkymas natrio silikato ir aliuminio sulfato tirpaluose [3]. Naudoti du skirtingi šilko audiniai: pirmas - *China Fuji šilkas*, drobinis audimas, nedažytas, nebalintas, 22 (metmenys) x 30 (ataudų) cm², tankis: 8,41 g/m²; antras - *Habotai šilkas*, drobinis audimas, nedažytas, balintas, 22 (metmenys) x 44 (ataudų) cm², tankis: 31,18 g/m². Jie buvo sukarpyti į vienodo ilgio ir pločio mėginius (10 x 15 cm).

- Mėginiai buvo merkiami į paruoštus druskų tirpalus tokia seka [4]:
- Alavo chlorido (SnCl₄) 10 % vandeninis tirpalas / 60 min.
- Skalavimas distiliuotame vandenyje ~ 2 L, ~ 1 min.
- Natrio fosfato (Na₃PO₄ · 12H₂O) 5 % vandeninis tirpalas / 60 °C / 60 min.
- Skalavimas distiliuotame vandenyje ~ 2 L, ~ 1 min.
- Pavyzdžiai išdžiovinti kambario temperatūroje ir ciklas kartotas tris kartus.

- Aliuminio sulfato (Al_2SO_4) 9 % vandeninis tirpalas / 50 °C / 120 min.
- Skalavimas distiliuotame vandenyje ~ 2 L, ~ 1 min.
- Natrio silikato (Na_2SiO_3) 5 % vandeninis tirpalas / 50 °C / 60 min/
- Skalavimas distiliuotame vandenyje ~ 2 L, ~ 1 min.
- Plovimas su skalbimo priemone.

Baigus sunkinimo procesą ir išdžiovinus audinius buvo įvertintas svorio pokytis: *Habotai* šilko svoris padidėjo 12,5 %, o *Fuji* –11,7 %. Tuomet mėginiai buvo dirbtinai sendinami klimatinėje kameroje *Binder KBF 720* - 540 val., (25 °C, 60% RH (santykinė drėgmė) ICH šviesos modulis ir matoma šviesa). Sunkintų šilko mėginių fizinių ir cheminių savybių pokyčiai įvertinti morfologine analize po mikroskopo *Leica DM2700 M*, didinančiu 50–500 kartų ir užrašyti Furje transformacijos infraraudonosios srities (FTIR) spektrai spektrometru *ALPHA* (Bruker Optics) naudojant deimanto kristalo plokštelę (spekto intervalas nuo 4000 iki 400 cm^{-1} , 24 skenavimai, skiriamoji geba 4 cm^{-1}). Pirmose šilko sunkinimo stadijose po apdirbimo alavo chloridu ir natrio fosfatu nestebimi pokyčiai IR spektruose, o aliuminio sulfatu sunkinto šilko IR spektre stebimi absorbcijos juostų intensyvumo pokyčiai. Audinio sudėtyje įsitvirtinusių metalų druskos analizuotos rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometrinės analizės (XRF) metodu spektrometru *ElvaX Art* (Elvatech, Ukraina). Pradinių šilko pluoštų bei sunkintų audinių vandinių ekstraktų rūgštingumas prieš sendinimą ir po jo nustatytas pH-metru *pH 330/SET* su kombinuotu elektrodu *Sen Tix Mic*. Pradinių šilko pluoštų vandinių ekstraktų rūgštingumas prieš sendinimą yra pH ~ 6,55 - 7,3 ribose, tuo tarpu sunkintų audinių pH ~ 9,0 – 9,8.

LITERATŪRA

- [1] Vettorazzo, C.; Krotova, A.; Darcis, Y.; Ortega Saez, N.; Janssens, K.; Van der Snickt, G. „Metal Salt Weighting of Silk: Understanding Practices and Their Historical Context Through Textual Sources”. *Heritage*, 2025, 8, 332, p. 1 - 15;
- [2] Timar-Balazsy A., Eastop D., *Chemical Principles of Textile Conservation*, London, 2008, p. 480;
- [3] Gilcrease S., “The Effect of Humidification on Artificially Aged Tin-Weighted Silks”, Open Access Master’s Theses. Paper 1298, 2018;
- [4] Hacke M., *Weighted Silk: History, Analysis and Conservation Volume 9*, Studies in Conservation 53, 2008.

ATOKVĖPIS: SUŽAIDYBINTA SAVIPAGALBOS PRIEMONĖ

Psichikos sveikata yra tema, apie kurią dabartiniame skaitmeniniame amžiuje kalbama vis dažniau. Tačiau skaitmeninės technologijos yra svarbus veiksnys, lemiantis paauglių, jaunuolių ir jaunų suaugusiųjų nerimo bei depresijos padidėjimą (Jonathan Haidt, 2024)¹. Nustatyta, kad vidutinio amžiaus suaugusieji ir vyresnio amžiaus žmonės nepakankamai praneša apie nerimo simptomus (Stephen R. Aichele, 2024)², o tai reiškia, kad nors jaunesnių žmonių grupėje psichikos sveikatos sutrikimų skaičius auga, vyresniųjų suaugusiųjų skaičiai gali būti ne mažiau keliantys susirūpinimą. Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos (2025) paskelbtą straipsnį, nerimo sutrikimai šiuo metu yra dažniausi psichikos sveikatos sutrikimai pasaulyje. Straipsnyje PSO teigia, kad maždaug 4,4 % pasaulio gyventojų šiuo metu patiria nerimo sutrikimą. Tačiau tik maždaug ketvirtadalis tokių sutrikimų turinčių žmonių gauna gydymą, nors veiksmingų gydymo būdų egzistuoja (PSO, 2025)³.

Yra keletas veiksnių, dėl kurių daugelis sergančiųjų nerimo sutrikimais negali arba nenori prašyti pagalbos. Daugeliu atvejų priežastys yra ekonominio ar socialinio pobūdžio. Ekonominėms priežastims priskiriamas nepakankamas vyriausybės finansavimas psichikos sveikatos sektoriui ir sveikatos priežiūros darbuotojų trūkumas (Aistė Barbuškienė, 2024)⁴. Nuo šių priežasčių labiausiai kenčia mažas pajamas gaunančių namų ūkių žmonės, nes dėl to gauti nemokamą psichikos sveikatos pagalbą tampa itin sunku, o kartais ir neįmanoma. Socialinės priežastys apima socialinę stigmą ir bendraamžių spaudimą. Socialinė stigma ypač paplitusi vyresnės kartos atstovų grupėje, nes praeityje apie psichikos sveikatą buvo mažiau diskutuojama ir ši tema buvo prasčiau suprantama (Aistė Barbuškienė, 2024)⁴. Tačiau stigmą galima pastebėti ir tam tikrose jaunų žmonių grupėse.

Kaip šios problemos sprendimas, žinomi ir kliniškai patvirtinti metodai gali būti integruoti į neformalesnę ir prieinamesnę aplinką, pavyzdžiui, stalo žaidimą. Elenos ir Richardo Alweis (2025)⁵ straipsnyje daroma išvada, kad stalo žaidimai gali būti naudojami kaip ugdymo ir terapijos įrankiai. Jų naratyvinėje apžvalgoje pateikiama daugybė pavyzdžių, kaip stalo žaidimai buvo naudojami sveikatos priežiūros įstaigose prevencinei priežiūrai, ligų valdymui, priešoperacinei bei pooperacinei pagalbai ir terapijai. Rūpinimasis savimi ir emocinė savipagalba yra terapinės praktikos, kurios padeda sumažinti nerimo simptomus ir pagerinti gyvenimo kokybę (PSO, 2025)³. Streso valdymas, atsipalaidavimas ir dėmesingumo įgūdžiai yra emocinės savipagalbos pavyzdžiai. Šių metodų integravimas į stalo žaidimo formatą būtų naudingas žmonėms, kenčiantiems nuo nerimo sutrikimų ir neturintiems noro ar galimybių ieškoti psichologinės intervencijos.

Tyrimo tikslas buvo suformuluoti teorinius pagrindus įrankiui, kuris žaidimo pavidalu mokytų ir supažindintų žmones su veiksmingais būdais, kaip sumažinti nerimo sutrikimų simptomus. Pirmieji tyrimo uždaviniai buvo ištirti nerimo sutrikimų priežastis, simptomus ir gydymą. Toliau buvo nagrinėjama, kaip skaitmeninės technologijos veikia psichikos sveikatą, palyginus su gamta ir analoginiais objektais. Galiausiai buvo nagrinėjama daugybė stalo žaidimų mechanikų, skatinančios atsipalaidavimą ir bendradarbiavimą. Po pirminės konteksto ir literatūros analizės buvo sukurtas žaidimo prototipas, kurio testavimas vyko su žmonėmis nuo 18 iki 54 m. Po testavimo respondentai užpildė trumpą apklausą, kurioje pasidalino savo įspūdžiais apie žaidimą ir atliktus pratimus. Bendras testuotojų įspūdis apie žaidimą ir savipagalbos pratimus buvo teigiamas, tačiau tam tikri pakeitimai buvo reikalingi. Didžiausia kliūtimi žaidžiant tapo pratimų aprašymų netikslumai ir problemos dėl tam tikrų pratimų integravimo į stalo žaidimą. Tam išspręsti buvo organizuotas pokalbis su sveikatos psichologe Ieva Vasionyte, kuris padėjo atrinkti tinkamiausius emocinės savipagalbos pratimus bei pasiūlė tikslingesnius jų aprašymus.

Tyrimo rezultatai buvo panaudoti kuriant kooperatyvų galvosūkių sprendimo stalo žaidimą, kuris gali būti naudojamas kaip emocinės savipagalbos įrankis. Žaidime dominuoja atpalaiduojančios, bet įtraukiančios žaidimo mechanikos. Vizualinė komunikacija yra žaisminga, moderni ir estetiška, o tai užtikrina malonią žaidimo patirtį. Integruoti emocinės savipagalbos metodai nėra privalomi žaidžiant, tačiau žaidėjai visada turės galimybę juos išbandyti. Stalo žaidimą taip pat galima žaisti vienam, o tai naudinga žaidėjams, kurie norėtų praktikuoti terapinius metodus nejausdami spaudimo. Žaidimo tema yra žygiavimas ir gamtos tyrinėjimas, nes daugybė tyrimų rodo, kad gamta turi teigiamą poveikį žmogaus psichinei sveikatai (Rachel M. Nejade, Daniel Grace ir Leigh R. Bowman, 2022)⁶. Be to, stalo žaidimo elementai yra sukurti iš tvarių, vandeniui atsparių medžiagų. To priežastis – noras skatinti stalo žaidimo naudojimą lauke, gamtoje, nesukeliant didelės žalos žaidimo elementams. Taigi, tyrimo pabaigoje buvo sukurtas žaismingas, lengvai išmokstamas ir kooperatyvus stalo žaidimas apie žygiavimą, kuriame žaidėjai gali praktikuoti emocinės savipagalbos metodus.

LITERATŪRA

- [1] Haidt, J. *The Anxious Generation*. Penguin Books Ltd. 2024, 400 pusl.
- [2] Aichele, S. R. *Soc. Sci*, 2024 m., 13(11), 623; <https://doi.org/10.3390/socsci13110623>
- [3] Pasaulio sveikatos organizacija. *Anxiety Disorders*. 2024; <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders>
- [4] Barbuškienė, A. *Delfi*; <https://www.delfi.lt/multimedija/zvelk-giliau/psichikos-sutrikimu-skaicius-lietuvoje-kur-dega-raudonos-lemputes-120062441>
- [5] Alweis, E. *Cureus*, 2025, 17(9), DOI:10.7759/cureus.92484
- [6] Nejade, R. M. Grace, D. Bowman, L. R. *J Glob Health*, 2022, 12:04099. DOI: [10.7189/jogh.12.04099](https://doi.org/10.7189/jogh.12.04099)

MENO PAUZĖ: GARDEROBO PERTVARKA KAIP SAVIVERTĖS STIPRINIMO PRAKTIKA (PRE)MENOPAUZĖS LAIKOTARPIU

Vyresnio amžiaus moterų (ypač menopauzės laikotarpiu) patiriami kūno ir tapatybės pokyčiai vis dar stigmatizuojami bei menkai reflektuojami per kasdienes praktikas, tokias kaip apranga, nors tai tiesiogiai veikia jų savivertę. Tuo pat metu trūksta įrankių, padedančių sąmoningai adaptuoti garderobą prie šių pokyčių, kurie palaiko tvarumo idėjas.

Todėl mano tyrimo tikslas yra sukurti meninę garderobo redagavimo priemonę, padedančią moterims reflektuoti pokyčius, stiprinti savivertę bei keisti vartojimo įpročius, prisidedant prie socialinės įtraukties ir ekologinės atsakomybės.

Meninę garderobo redagavimo priemonę šiame tyrime apibrėžiau kaip konsultantės ir tiriamosios praktines pratybas su garderobu, tiek aiškinantis moters pasikeitusią situaciją stiliaus paieškose, tiek koreguojant esamą garderobą.

Meninės-tyriminės garderobo redagavimo praktikos vyko po 2 kartus su kiekviena tiriamąja atskirai. Tiriamosios buvo apklaustos tyrimo pradžioje ir pabaigoje. Konsultacijos buvo dokumentuojamos, analizuojamos ir reflektuojamos.

Darbo eiga:

Pirmiausia buvo atrinkta tikslinė tyrimo grupė – penkios menopauzės laikotarpį išgyvenančios moterys. Vėliau buvo parengti klausimynai apie pokyčius menopauzės metu kūne ir garderobe bei reikiamą pertvarką.

Pirmajame klausime buvo šie klausimai: Kokie pokyčiai susiję su menopauze įvyko/vyksta Jūsų kūne? Kokie jausmai, išgyvenimai ir mintys atsirado šiuo laikotarpiu? Ar garderobas/rūbai pasikeitė kartu su išoriniais ir vidiniais pasikeitimais, kaip? Kokios pagrindinės pretenzijos savo garderobui? Kiek tvarumas Jums svarbus formuojant garderobą?

Antras klausimynas turėjo šiuos klausimus: Kokie jausmai kilo po garderobo pertvarkymo? Kas pasikeitė? Kiek rūbų įsigijote po garderobo pertvarkymo ar jie dėvimi? Ar garderobo pertvarkymo priemonė veiksminga/reikalinga, kaip dažnai reiktų ją kartoti?

Kitame tyrimo etape vyko aktyvus darbas su tiriamosiomis: pokalbiai, analizė, stebėsena, garderobo korektūra, pertvarkymas.

Garderobo pertvarka vyko individualiai su kiekviena iš tiriamųjų, matuojantis visus turimus rūbus, padedant atrasti naujus netikėtus derinius, susitaikant su tuo, kad yra „išaugtų“ rūbų, mokantis priimti pakitusį savo kūną. Pamažu nusivylimą, kad amžėjimo procesas nėra džiuginantis, keitė atradimo džiaugsmas. Rūbų matavimasis, naujų derinių paieškos virto įtraukiu kūrybiniu procesu, kuris ne tik leido užsimiršti tuo metu, bet liko užfiksuotas naujai surastais rūbų komplektais, pasitenkinimo, kad galima atrodyti puikiai, jausmu. Pozityvius jausmus buvo mokamasi atrasti neišeinant iš namų, nenusiperkant nei vieno naujo drabužio.

Pakartotiniame garderobų redagavimo etape vyko apklausos, tiriamųjų savijautos pasikeitimo fiksavimas, analizė, galutinės rekomendacijos. Tiriamosios pačios aktyviai įsitraukė į tyrimą, uždavinėjo klausimus susijusius su savo garderobu, džiaugėsi pavykusiais pačių sukurtais deriniais ar vis dar „dirbančiais“ deriniais iš praeito susitikimo, įveiklintais pataisytais rūbais, dalinosi savo vidiniais išgy-

venimais. Keturios pastebėjo savijautos pagerėjimo dinamiką, teigiamas aplinkinių reakcijas susijusias su jų išvaizda ir savivertės padidėjimą.

Tyrimo metu vyko video/audio fiksavimas, kuris laikantis susitarimo su tiriamosiomis nebus viešinamas.

Galiausiai buvo sisteminama, analizuojama, reflektuojama tyrimų medžiaga ir daromos išvados.

Tyrimo apklausų santrauka.

Iš pirmos apklausos sužinota, kad pagrindiniai fiziniai pokyčiai, kuriuos įvardijo tiriamosios yra pakitusios kūno formos ir proporcijos, dingusi talijos linija. Nors nei viena tiriamoji nepaminėjo padidėjusio svorio, tyrimo metu tai buvo galima matyti pagal per mažus rūbus esančius garderobe. Tiriamosios akcentavo nuotaikų kaitą, sumažėjusį seksualumą, sumažėjusį gyvenimo džiaugsmą, nepasitenkinimą savo išvaizda. Keturios iš penkių tiriamųjų konstatavo, kad jų garderobas pakito kartu su išvaizda, bet gilinantis buvo matyti, kad nauji pirkiniai buvo to paties tipo ar/ir dydžio, kaip ir seni ir neatitiko pakitusių kūno formų/dydžių. Visos minėjo, kad nežino kaip tarpusavyje derinti drabužius ir aksesuarus.

Visos tiriamosios tvirtino, kad tvarumas joms svarbus, bet praktikoje matėsi, kad tai daugiau išmoktas atsakymas, neturintis nieko bendra su tikrais pirkimo įpročiais.

Iš antros apklausos sužinota, kad po garderobo pertvarkymo užvaldė džiaugsmingos emocijos. Atsirado laisvės jausmas, padidėjęs pasitikėjimas derinant rūbus, suvokimas, kad nėra poreikio plėsti garderobą.

Išvados

Tyrimo metu išaiškėjo, kad garderobo redagavimas gali veikti kaip įtrauki edukacinė priemonė padedanti ne tik susitvarkyti garderobą, bet ir švelniai pagerinti emocinį būvį, skatinanti taikyti tvarumo principus. Tyrimo metu plėtojama meninė metodika leido reflektuoti menopauzės laikotarpiu vykstančius kūno pokyčius ir veikė kaip paprastas įrankis suteikiantis kūrybinio džiaugsmo kasdienybėje.

Empiriniai duomenys parodė, kad dalyvės, įsitraukusios į garderobo redagavimo procesą, patyrė savijautos gerėjimą, padidėjusį pasitikėjimą savimi ir palankesnę požiūrį į savo išvaizdą. Tai gali prisidėti prie socialinės įtraukties ir mažinant su amžėjimu susijusią stigmatizaciją.

Tyrimas taip pat atskleidė, kad kryptingas garderobo redagavimas gali keisti vartojimo įpročius: dalyvės išmoko efektyviau naudoti turimus drabužius, sumažino naujų pirkinių poreikį ir kritiškiau vertino vartojimą. Tai leidžia šią praktiką laikyti potencialiai veiksminga priemone mažinant tekstilės atliekas ir prisidedant prie tvarios mados tikslų.

Tyrimo rezultatai gali būti aktualūs platesnei auditorijai – nuo vyresnio amžiaus moterų ir joms skirtų produktų kūrėjų iki tvarios mados dizainerių, edukatorių. Sukurta metodika gali būti taikoma edukacinėse, socialinėse ir kūrybinėse programose, orientuotose į vyresnio amžiaus moterų įgalinimą ir sąmoningo vartojimo skatinimą.

LIETUVIŠKA ISHIAZE VERSIJA: KERAMIKOS, AKMENS IR STIKLO SĄVEIKŲ TYRIMAS KŪRYBINIUOSE EKSPERIMENTUOSE

Ishihaze – tai reiškinys, kuris atsiranda, kai degimo metu molyje esantys lauko špatai ir silicio dioksidas išsilydo, palikdami paviršiuje žymes ar įtrūkimus. Ši technika kilo iš Shigaraki miesto Japonijoje, istoriniai šaltiniai rodo, kad XIII a. viduryje Shigaraki pradėjo gaminti paprastus neglazūruotus dirbinius, kurių spalvos buvo nevienodos – nuo pilkos iki rausvai oranžinės ir net juodos. Jų išskirtinis šiurkštus paviršius susiformavo dėl vietinės molio rūšies, kurioje natūraliai gausu įvairių dydžių lauko špato ir kvarco gabaliukų [1] (ishihaze). Šią techniką pasaulyje išpopuliarino šiuolaikinės keramikos menininkas Takuro Kuwata. Savo kūryboje taikydamas technologiją prisideda prie jos įtvirtinimo šiuolaikinio meno kontekste.



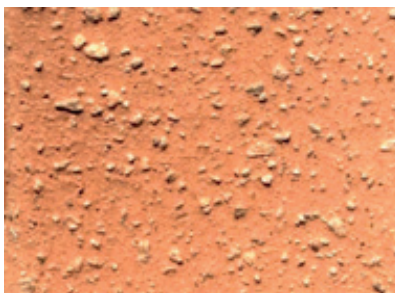
1 pav. Tradicinis japoniško ishiahze reiškinio pavyzdys.

Tikslai:

Ishihaze techniką pasirinkau taikyti lietuviškos keramikos lauke. Man buvo įdomu, kaip japonišką aukšto degimo (+1200°C – +1300°C) techniką galima pritaikyti lietuviškai žemo degimo (+1000°C – +1060°C) keramikos tradicijai. Tyrimu analizuojama keramikos medžiagos - molio, akmens ir stiklo sintezė. Tai vykdžiau tyrinėdama medžiagas ir jų sąveiką. Nusprendžiau naudoti keturis žemos degimo temperatūros molius. Į juos maišiau skirtingų dydžių ir įvairių spalvų granitą bei stiklą.

MOLIS + GRANITAS

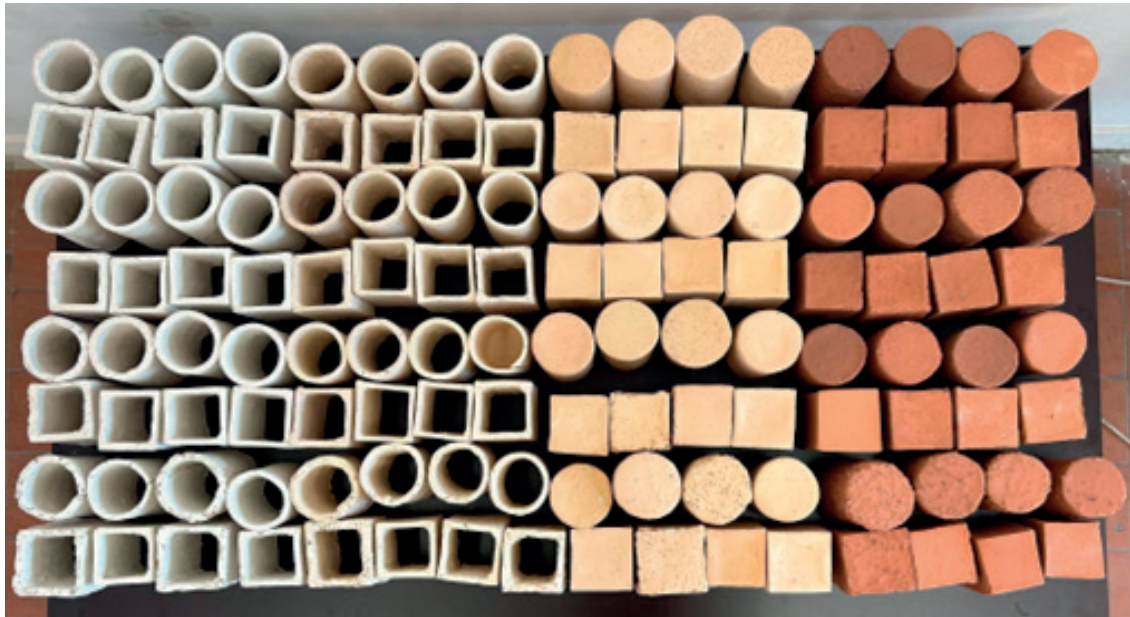
Granitas yra beveik vienintelis uolienos tipas, turintis rausvą spalvą. Dažniausiai ji priklauso nuo kalio feldšpato <...>. Kita vertus, padūlėjusiose ir hidrotermiškai pakeistose uolienose gali įgyti rausvą atspalvį [2]. Spalva kito daugelyje bandymų, nes akmuo molio masėje buvo degtas +1060°C temperatūroje. Pilko ir juodo granito pavyzdžiai po degimo (2, 3 pav.).



2, 3 pav. Baltas molis su 40% pilko granito ir raudonas molis su 40% juodo granito.

Molio ir granito deriniai:

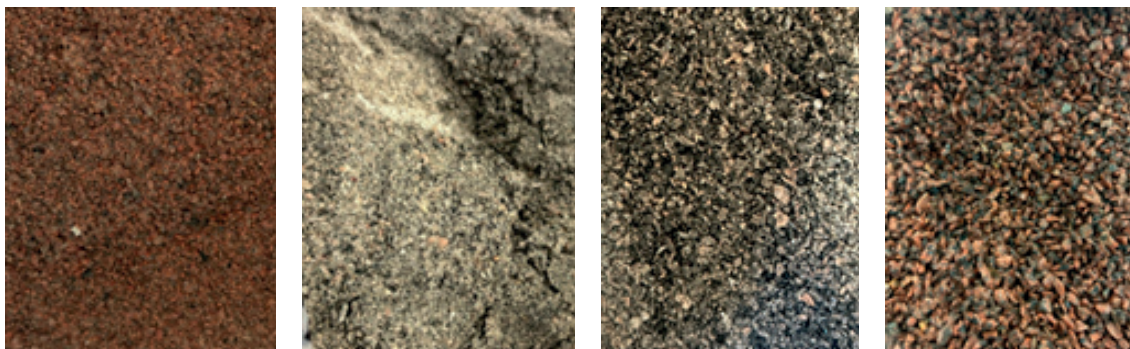
- 4 rūšių molis: lietuviška liesa raudona molio masė, Kuršėnų gelsvas molis, lietuviškas baltas molis, itališkas molis „Colorobbia“ (pasirinktas kaip žemo degimo balčiausias molis, plačiai naudojamas Lietuvoje);
- 4 rūšių akmenys: smulkus granitas – raudonas, pilkas, juodas; stambus granitas – raudonas.
- 4 skirtingos akmenų kiekio proporcijos molyje procentais: 40%, 20%, 10%, 5%;
- 2 tipų bandymų formos: cilindras ir kvadratas;
- Iš viso padaryta 128 vnt. bandymų su akmenimis.



4 pav. Visi bandymai su akmenimis. Iš kairės į dešinę – „Colorobbia“, baltas, gelsvas, raudonas molis.

Procesas:

Buvo atlikti tyrimai su dviejų skirtingų dydžių akmenimis: 0-2 mm ir 2-5 mm (5 - 8 pav.).



5, 6, 7, 8 pav. Visos akmens skaldos naudotos tyrime iš kairės į dešinę – raudona, pilka, juoda smulki ir raudona stambi.

Į visas keturias skirtingas mases proporcingai įmaišiau keturis skirtingus procentus visų keturių spalvų granito skaldos: 5%, 10%, 20%, 40%.

Keturkampio formos bandymo paviršiai buvo apdirbami skirtingai: skutami, lyginami, plaunami ir išraižoma technologinė informacija.

Rezultatas:

Sėkmingiausias ir išraiškingiausias ishihaze efektas pavyko su 40% stambiu raudonu granitu ir raudona liesa molio mase, kadangi iš visų pasirinktų keturių molių labiausiai traukėsi būtent ši molio masė, o efektą dar sustiprino didžiausio pasirinkto granito skalda, nes ji labiausiai praplėšė besitraukiantį molį (9 pav).



9 pav. Bandymo fragmentas. Raudonas stambus granitas su liesa raudono molio mase.



10 pav. Bandymai su liesas raudona molio mase iš kairės į dešinę: 40%, 20%, 10%, 5%.

Su smulkia akmenų skalda ishihaze rezultatas pavyko mažiau - paviršiuje atsirasdavo tik smulkūs įtrūkimai ir skilimai. Kai kur dėl natūralių akmens priemaišų (gipso, kalkių) molio paviršius išsproginėjo. Tačiau ir tokie atrasti paviršių efektai pasirodė įdomūs.

MOLIS + STIKLAS

Molio ir stiklo deriniai:

- 4 rūšių molis: lietuviška liesa raudona molio masė, kuršėnų gelsvas molis, lietuviškas baltas molis, itališkas molis „Colorobbia“ (pasirinktas kaip žemo degimo balčiausias molis, plačiai naudojamas Lietuvoje);
- 3 rūšių stiklas: dūmų spalvos smulkintas stiklas, permatomas smulkintas stiklas, stiklo granulių filtro užpildas;
- 2 tipų bandymų formos: cilindras ir kvadratas;
- Iš viso padaryta 24 vnt. bandymų su stiklu.

Procesas:

Stiklas ir keramika turi daug bendrų savybių ir yra apdorojami panašiais būdais. Chemiškai jie yra panašūs, tačiau struktūriškai labai skiriasi [3]. Tyrime su stiklu naudojau smulkų vandens filtrų stiklą 0.6 – 0.8 mm ir stambesnį smulkintą stiklą (1 – 5 mm). Taip pat taikiau tokius pačius stiklo kiekio santykius, kaip ir su granitu, išreikštus procentais: 5%, 10%, 20%, 40%. Stiklo gabalėlius keturkampio formos

bandymuose įminkiau į pačią molio masę, o cilindrų formos bandymuose stiklo grūdelius įspaudžiau į šlapio molio paviršių. Stiklo lydymosi ir tekėjimo efektą išbandžiau prie +1000°C laipsnių temperatūros.

Rezultatas:

Stiklas prie molio paviršiaus prikepė, įminkytas išsilydė (11 pav.). Baltas stiklas su baltu moliu sureagavo įdomiau, nes suputojo, o geltoname molyje stiklas tapo matiniu (12, 13 pav.).



11 pav. Į raudoną molio masę įminkytas stiklas, iš kairės į dešinę – smulkus stiklas, baltas stiklas, dūminis stiklas (tamsus).



12, 13 pav. Balto ir gelsvo molio deriniai su stiklu.

Išvados:

Atlikus visus bandymus, priėjau išvados, kad japonišką ishihaze techniką galima adaptuoti lietuviškai keramikos žemo degimo tradicijai, naudojant vietinį raudoną molį ir stambų raudoną granitą. Tai sėkmingai pritaikiau savo kūrybiniuose darbuose.

LITERATŪRA:

- [1] Kanazawa, A. The Flavor of the Earth: The Rustic Ceramics of Shigaraki. Entoten, [https://www.entoten.com/2015/02/25/the-flavor-of-the-earth-the-rustic-ceramics-of-shigaraki/#:~:text=Shigaraki%20jar%20by%20Takahashi%20Rakusai.%20The%20jar,\(hi%2Diro\)%2C%20scorch%20\(koge\)%20and%20burst%20rocks%20\(ishihaze\),](https://www.entoten.com/2015/02/25/the-flavor-of-the-earth-the-rustic-ceramics-of-shigaraki/#:~:text=Shigaraki%20jar%20by%20Takahashi%20Rakusai.%20The%20jar,(hi%2Diro)%2C%20scorch%20(koge)%20and%20burst%20rocks%20(ishihaze),) 2015
- [2] Motuzas, G., Magminių ir metamorfinių uolienų petrologija. Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius. 2006. p. 127.
- [3] Kelly, J. The combination of Glass and Ceramics as a means of artistic expression in studio practice. University of Sunderland, United Kingdom. 2009. p. 2.

PERDIRBTŲ TEKSTILĖS SIŪLŲ TAIKYMAS DIZAINO OBJEKTUOSE: GALIMYBIŲ IR PANAUDOJIMO TYRIMAS KURIANT KILIMĄ

Išvadas

Tekstilės pramonė yra viena iš sparčiausiai augančių ir kartu didžiausią poveikį aplinkai darančių industrijų. Didėjantis vartojimas, greitosios mados plėtra ir trumpėjantis gaminių naudojimo ciklas lemia sparčiai augantį tekstilės atliekų kiekį. Didelė dalis šių atliekų vis dar patenka į sąvartynus arba yra sudeginama, o tai kelia reikšmingų ekologinių problemų.

Reaguojant į šią situaciją, vis didesnis dėmesys skiriamas žiedinės ekonomikos principams, kurie skatina medžiagų pakartotinį naudojimą ir perdirbimą. Tekstilės atliekos šiame kontekste suvokiamos ne kaip galutinis produktas, bet kaip vertinga antrinė žaliava. Tekstilės perdirbimo rinka globaliai auga, o jos plėtrą skatina tiek aplinkosauginiai, tiek ekonominiai veiksniai.

Tekstilės perdirbimo technologijos skirstomos į mechanines ir chemines. Cheminiai metodai leidžia atkurti pluošto struktūrą molekulinio lygmeniu, tačiau dažnai reikalauja sudėtingų procesų ir didelių energijos sąnaudų. Tuo tarpu mechaninis perdirbimas yra paprastesnis ir ekologiškesnis, nes nereikalauja cheminių medžiagų, tačiau toks perdirbimo būdas turi įtakos pluošto kokybei – trumpėja pluošto ilgis, mažėja jo stiprumas.

Šiame kontekste svarbu ne tik tobulinti technologijas, bet ir tirti, kaip perdirbtos medžiagos gali būti pritaikomos dizaino praktikoje, atsižvelgiant į jų specifines savybes ir ribotumus.

Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Tyrimo tikslas – ištirti mechanškai perdirbtų vilnos ir skirtingos sudėties siūlų, pagamintų iš gamybos atliekų (kilimų gamybos atliekų, siūlų gamybos atliekų ir broko, dėvėtų megztų drabužių) taikymo galimybes kuriant dizaino/meno objektą – kilimą.

Uždaviniai:

- išanalizuoti tekstilės perdirbimo technologijų principus;
- pagaminti eksperimentinius siūlus iš tekstilės atliekų;
- ištirti jų mechanines ir vizualines savybes;
- panaudoti siūlus kuriant tekstilės dizaino objektą;
- įvertinti jų funkcines ir estetines savybes.

Tyrimo metodai

Tyrimo metu taikoma mokslinės literatūros analizė, nagrinėjanti tekstilės atliekų perdirbimo technologijas, pluošto savybių pokyčius bei perdirbtų medžiagų panaudojimą tekstilės ir dizaino srityse.

Eksperimentinėje dalyje taikomas praktinis tyrimas, apimantis:

- tekstilės atliekų paruošimą;
- mechaninį pluošto apdorojimą;
- siūlų gamybą;
- siūlų testavimą tuftingo technika.

Vertinami tokie parametrai: siūlo tvirtumas, struktūra, dėvėjimasi skirtingose paviršiaus struktūrose bei vizualinės savybės.

Tyrimo eiga

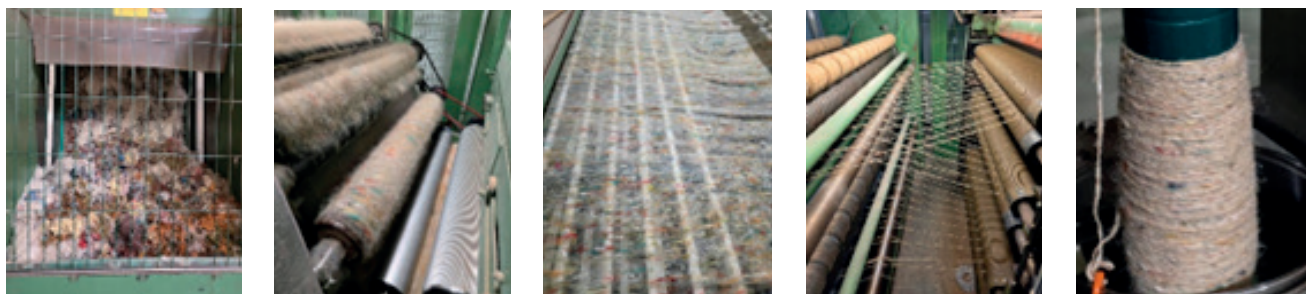
Tyrimė naudotos švarios gamybinės tekstilės atliekos: kilimų gamybos siūlų likučiai, megztos tekstilės atliekos bei UAB „Danspin“ gamybinės atliekos. Atliekos buvo paruoštos mechaniniam perdirbimui – prieš ardymą, nuo rūbų nuimtos visos etiketės, išpjautos sagos ir atliekos susmulkintos maždaug 5 cm ilgio atraizomis (1 ir 2 pav.).



1 pav. ir 2 pav. Paruoštos tekstilės atliekos, susmulkintos iki 5cm.

Toks pluošto ilgis pasirinktas kaip optimalus karšimo procesui – jis leidžia pluoštui susimaišyti ir suformuoti pakankamai vientisą struktūrą. Iš per trumpo pluošto gaunamas trapus siūlas, o per ilgas – apsunkina apdorojimą.

Perdirbimo procesas buvo visiškai mechaninis: pluoštas buvo plėšomas, karšiamas ir pakartotinai verpiamas nenaudojant cheminių medžiagų.



3-7 pav. Mechaninio perdirbimo eiga: maišymas, karšimas, verpimas ir galutinis gautas siūlas.

Siūlai testuoti audžiant pavyzdžius tuftingo technologija – tiek kilpelėmis (8 pav.), tiek kirpto pūko struktūros (9 pav.). Eksperimentuose naudota gija iš trijų siūlų, siekiant padidinti siūlų tvirtumą ir stabilumą.



8 pav. Pavyzdys austas kilpelėmis



9 pav. Kirpto pūko pavyzdys

Rezultatai ir diskusija

Tyrimo rezultatai parodė, kad mechanškai perdirbti vilnos siūlai pasižymi minkštesne fizine savybe nei pirminiai siūlai, tačiau jų mechaninis atsparumas yra mažesnis. Šis reiškinys susijęs su pluošto degradacija – mechaninio perdirbimo metu trumpėja pluošto ilgis, didėja trumpųjų pluoštų kiekis ir mažėja jų tolygumas.

Pluošto ilgis yra vienas svarbiausių siūlų kokybės rodiklių. Ilgesni pluoštai efektyviau susijungia verpimo metu ir užtikrina didesnį siūlo stiprumą. Tuo tarpu trumpi pluoštai mažina struktūrinį vientisumą ir lemia didesnį siūlo trapumą. Šios teorinės įžvalgos sutampa su praktiniais tyrimo rezultatais.

Taip pat nustatyta, kad siūlo mechaninės savybės galima pagerinti didinant sukimo intensyvumą arba naudojant kelių gijų struktūrą. Eksperimente naudota trijų siūlų kombinacija leido iš dalies kompensuoti pluošto silpnumą.

Tuftingo bandymai atskleidė, kad kilpelių struktūra yra tinkamesnė funkciniam kilimams, nes užtikrina didesnį paviršiaus stabilumą ir atsparumą dėvėjimuisi. Tuo tarpu kirpto pūko struktūra dėl pluošto šėrimosi yra mažiau atspari ir labiau tinkama dekoratyviniams objektams.

Svarbu pažymėti, kad šiame tyrime taikytas perdirbimo metodas nėra technologiniu požiūriu inovatyvus. Pramonėje jau naudojamos pažangios sistemos, kurias kuria tokios įmonės kaip ANDRITZ, siūlančios automatizuotus tekstilės perdirbimo sprendimus.

Taip pat reikšmingą vaidmenį atlieka NewRetex, vystanti pažangias tekstilės rūšiavimo technologijas, ir Rieter, kurianti perdirbtų pluoštų verpimo sprendimus.

Šie pavyzdžiai rodo, kad tekstilės perdirbimas yra kompleksinė sistema, apimanti kelis tarpusavyje susijusius etapus – nuo atliekų rūšiavimo iki galutinio produkto sukūrimo. Šiame tyrime dėmesys sutelktas į vieną šios grandinės etapą – perdirbtų siūlų pritaikymą dizaino procese, veikiant lokaliame kontekste ir bendradarbiaujant su vietinėmis įmonėmis.

Galutinis sukurtas objektas – sieninis kilimas, įkvėptas „dykumų rožės“ formos (10 pav.) – pasižymi reljefiška struktūra ir natūralia spalvine gama. Atsižvelgiant į medžiagos savybes, jis priskirtinas dekoratyvinio dizaino objektams, o ne intensyvaus naudojimo funkciniam gaminiams (11 pav.)



10 pav. Dykumos smėlio rožė

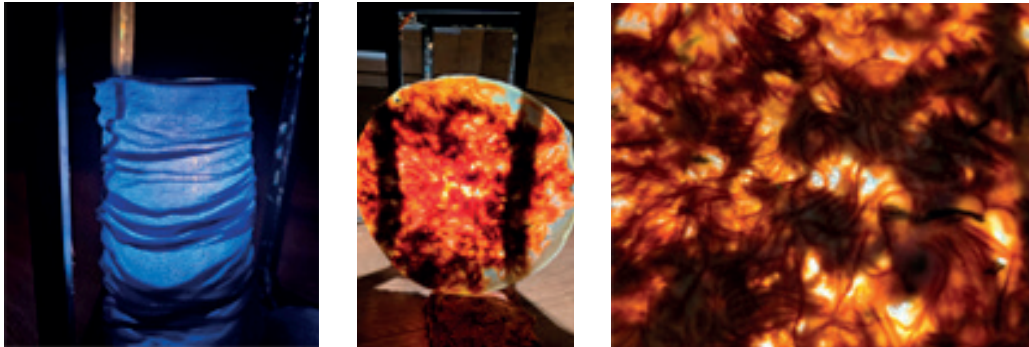
Be siūlų gamybos ir jų taikymo tuftingo procese, tyrimo metu buvo atlikti papildomi eksperimentai, siekiant ištirti alternatyvias tekstilės atliekų panaudojimo galimybes dizaino objektuose. Šie bandymai orientuoti į skirtingas medžiagos transformavimo strategijas, leidžiančias išplėsti perdirbtos tekstilės taikymo spektrą.



11 pav. galutinis interjero/meno dizaino objektas – sieninis kilimas

Tyrimas atskleidė, kad tekstilės atliekos gali būti pritaikomos ne tik siūlų gamyboje, bet ir kuriant kompozitines medžiagas, taip praplečiant jų panaudojimo galimybes dizaino srityje.

Viename iš eksperimentų tekstilės atliekos buvo jungiamos naudojant skystą lateksą, formuojant vientisą, lankstų paviršių (12-14 pav.). Šis metodas leido išgauti vientisą struktūrą, kurioje išlaikomas tekstilės pluošto vizualumas, tačiau kartu sukurama naujos kokybės medžiaga – elastinga, taktilinė ir tinkama eksperimentiniams paviršiams ar dekoratyviniams objektams.



12 – 14 pav. Eksperimentų pavyzdžiai su skystu lateksu

Kitame eksperimente, bendradarbiaujant su MB „Sluoksniai“, buvo išbandyta dervos pagrindu veikianti medžiagos formavimo technologija (15-16 pav.). Ši technologija, įprastai naudojama perdirbtų riedlenčių sluoksniavimui ir presavimui, buvo pritaikyta tekstilės atliekoms. Eksperimento metu sukurta kompozitinis tekstilės atliekų lakštas, pasižymintis standžia struktūra ir aiškiai išreikštu sluoksniškumu. Panaudojimo perspektyva galėtų būti dekoratyvinė, dėl funkcionalumo reikalingi išsamesni medžiagos tyrinėjimai. Gal ji galėtų būti panaudota garso izoliacijai ir pan.



15 – 16 pav. Iš tekstilės atliekų suspausta plokštė, naudojant dervą

Šie papildomi bandymai parodė, kad tekstilės atliekos gali būti transformuojamos ne tik į siūlus, bet ir į įvairias kompozitines medžiagas, priklausomai nuo pasirinktos rišamosios medžiagos ir formavimo technologijos. Tokie eksperimentai išplečia dizaino galimybes ir leidžia tekstilės atliekas suvokti kaip universalią žaliavą kurti skirtingus objektus – nuo minkštųjų tekstilės gaminių iki kietų struktūrinių paviršių.

Išvados

Mechaninis tekstilės atliekų perdirbimas leidžia efektyviai panaudoti antrines žaliavas be cheminių procesų, tačiau daro įtaką pluošto struktūrai ir siūlų mechaninėms savybėms.

Tyrimas parodė, kad perdirbti siūlai gali būti sėkmingai naudojami kuriant dizaino objektus, tačiau jų panaudojimą riboja mažesnis tvirtumas ir trumpaamžiškumas. Austa kilpelėmis struktūra yra tinkamesnė funkciniam produktams, o kirpto pūko – dekoratyviniams sprendimams.

Tyrimo rezultatai pabrėžia lokalių, mažesnio masto iniciatyvų svarbą, integruojant perdirbtas medžiagas į dizaino procesą. Tolimesni tyrimai galėtų būti orientuoti į skirtingų pluoštų derinius ir technologinių parametrų optimizavimą, siekiant pagerinti siūlų kokybę ir praplėsti jų pritaikymo galimybes.

LITERATŪRA

- [1] Fletcher, K. Sustainable Fashion and Textiles, 2014.
- [2] Gwilt, A. Fashion Design for Living, 2020.
- [3] Ellen MacArthur Foundation, 2017.
- [4] PurFi, Concordia, 2023.
- [5] Textile recycling market reports.
- [6] Scientific literature on recycled yarn properties (ScienceDirect).

KVĖPUOJANČIOS STRUKTŪROS – PORĖTOS MEDŽIAGOS MIKROKLIMATO REGULIAVIMUI

Mano tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti, ar porėtos medžiagos gali pasyviai reguliuoti mikroklimatą mažose erdvėse. Pradžioje išsikėliau hipotezę, kad porėtos medžiagos galėtų būti naudojamos sugerti ir subalansuoti perteklinį drėgmės kiekį patalpoje, nepasitelkus aktyvių sistemų. Dėl savo itin aukšto poringumo ir gebėjimo efektyviai sugerti drėgmę kaip pagrindinė tyrimo medžiaga buvo pasirinktas diatomitas.

Tyrimo eigoje, siekiant pagerinti pavienių medžiagų poringumą, mechaninį stabilumą ir formavimo galimybes, buvo kuriami įvairūs kompozitai iš tokių medžiagų kaip diatomito žemė, molis, gesintos kalkės ir celiuliozė. Jų fizinės savybės buvo testuojamos ir vertinamos pagal drėgmės sugėrimą, džiūvimą ir tvirtumą, viską kartojant cikliška. Eksperimentai buvo atliekami praktiškai, namų aplinkoje, siekiant suprasti, kaip šios medžiagos veikia realiomis sąlygomis.

Rezultatai parodė, kad nors porėtos medžiagos ir jų kompozitai, ypač diatomito pagrindu, geba efektyviai sugerti drėgmę, vien to nepakanka problemos sprendimui, kadangi sukaupta drėgmė vis tiek turi būti pašalinama iš sistemos. Taip pat testuojant ir atliekant mokslinės literatūros analizę paaiškėjo, kad didėjant porėtumui medžiagos tampa jautresnės paviršiaus užterštumui, nes poros kartu su drėgme kaupia nešvarumus. Dėl to, kartojantis drėkinimo–džiovinimo ciklas, struktūra silpnėja, degraduoja ir didėja pelėsio susidarymo rizika. Be to, porėtos medžiagos, tokios kaip keramika ar jos kompozitai, nors ir geba sugerti drėgmę, veikia žymiai lėčiau ir lokaliau nei aktyvūs sprendimai, paremti oro judėjimu, todėl jų poveikis bendram mikroklimatui yra ribotas. Atsižvelgiant į šias išvadas, pirminė hipotezė apie universalų pasyvų sprendimą buvo paneigta.

Tolimesnėje tyrimo eigoje fokusas buvo perkeltas nuo bendro mikroklimato reguliavimo prie lokalaus drėgmės valdymo. Nustatyta, kad porėtos medžiagos gali būti efektyviai pritaikomos kaip funkcionalūs paviršiai konkrečiuose naudojimo taškuose, skirti surinkti ir paskirstyti paviršinę drėgmę. Tokiu būdu jos veikia ne kaip bendros aplinkos reguliavimo priemonės, o kaip lokalūs sprendimai, integruojami į kasdienio naudojimo objektus, padedantys suvaldyti drėgmės perteklių. Ši kryptis leidžia išnaudoti porėtų medžiagų savybes, kartu sumažinant jų trūkumų poveikį realiomis sąlygomis.

Apibendrinant galima teigti, kad porėtos medžiagos, nors ir pasižymi geromis drėgmės sugėrimo savybėmis, nėra pakankamai veiksmingos kaip universalus pasyvus mikroklimato reguliavimo sprendimas mažose erdvėse. Tyrimo metu išryškėjo, kad jų efektyvumas yra ribotas dėl lėto veikimo, priklausomybės nuo aplinkos sąlygų ir jautrumo realioms naudojimo situacijoms. Prieita prie išvados, jog šios medžiagos turi aiškų potencialą, kai yra taikomos lokaliuose sprendimuose, orientuotuose į paviršinės drėgmės valdymą. Ši kryptis leidžia pagrįstai pereiti nuo bendrų sistemų paieškos prie konkrečių, su naudojimu susietų produktų kūrimo.

MOLINIŲ 3D SPAUSDINTŲ MAKETŲ SU ORGANINIAIS PRIEDAIS TYRIMAS

Trimačio spausdinimo technologija naudojama dizaine, inžinerijoje, mene ir architektūroje. Pirminis 3D spausdintuvas išrastas mokslininko dr. Hideo Kodama. Jo sukurtas įrenginys spausdino objektus sluoksniais iš dervos tvirtinamos ultravioletine šviesa.

2000-ųjų pradžioje paplito PLA plastiko spausdintuvai mėgėjams. Lygiagrečiai vystėsi 3D molio spausdinimo technologija. Iki 2010 m. MIT, (JAV) ir TU Delft, (Nyderlandai) mokslininkai ir menininkai sukūrė molinius objektus spausdinti galinčius 3D spausdintuvų prototipus.

Molį kaip statybinę medžiagą tūkstančius metų naudoja įvairios pasaulio civilizacijos. Kai kurios Artimųjų Rytų, Afrikos ir Azijos tautos molio, mėslo ir šiaudų mišinius statybai naudoja lygi šių laikų. Lietuvoje taip pat puoselėjama molio ir šiaudų statybos tradicija.

Šio tyrimo procesas ir duomenys gali tapti pirmaisiais žingsniais 3D technologijos pritaikymui architektūroje, Lietuvoje. 3D spaudos technologijos pritaikymas architektūroje, naudojant molį kaip statybinę medžiagą, būtų puikus tvirtos statybų praktikos pavyzdys.

Pagrindiniai šio tyrimo tikslai yra išbandyti skirtingų Lietuvoje išgaunamų molio masių su įvairiomis organinių medžiagų priemaišomis spausdinimą. Iširti skirtingų masių atsparumą lauko sąlygoms, iš jų spausdinant trimačio modeliavimo programoje „SHARP3D“ sukurtus abstrahuotus namelių maketus. Maketai buvo spausdinami naudojant VDA molio spausdinimo laboratorijoje esantį spausdintuvą „3D Potterbot 10 Pro“. Šis spausdintuvas pasirinktas dėl jo veikimo būdo - stumiamojo sraigto mechanizmo. Taip pat šio įrenginio veikimo principas panašus į realizuotų didelio masto molio pastatų spausdintuvų veikimo būdus. Masių paruošimui pasirinktos keturios molio masės, iš kurių trejos pirktinės ir viena išgauta tiesiogiai iš buvusio molio karjero vietovės. Pasirinktus lietuviškos gamybos kriterijus atitinkančius molius sudaro: iš Panevėžio tiekti - raudonas riebus, raudonas liesas, geltonas liesas ir iš buvusio Ukmergės molio karjero rankiniu būdu kastas laukinis molis. Ukmergėje kastas molis buvo perdirbamas naudojant maišymo ir filtravimo įrangą VDA molio laboratorijos, molio skyriuje, siekiant išvalyti masę nuo skaldos, žvyro, lapų ir kitų natūraliai susidariusių nuosėdų.

Masių priemaišoms pasirinktos ketverios žemės ūkio atliekų rūšys, remiantis statistiniais duomenimis, atsižvelgta, į tai, kurių organinių žemės ūkio atliekų Lietuvoje aptinkama daugiausiai. Pasirinktos dvi mineralinės kilmės medžiagos priemaišoms - pucolanas - vulkaninės kilmės pelenai (turintys tvirtinimo savybių masėje) ir natūralios, hidraulinės kalkės (veikiančios kaip antigrybelinė priemaiša). Organinės priemaišas sudaro rugių, avižų ir kviečių šienas, ketvirtoji organinė medžiaga - pluoštinių kanapių spalvai. Visos organinės medžiagos buvo smulkinamos maisto pramonei skirtu smulkintuvu. Susmulkintų organinių medžiagų frakcija buvo ne didesnė už 0,5 mm.

Bandymų metu, masių atrankos procesas vyko išbandant skirtingas organinių priemaišų molio masėje proporcijas. Pradinių bandymų metu išbandyta ~80% molio, vandens (skiedžiančiosios medžiagos) ir 20% (bendro mišinio svorio) kviečių dalelių priemaiša, nuspręsta priemaišos kiekį mažinti iki 15% tolimesnių bandymų spaudai dėl netolygaus spausdinamų sluoksnių storio ir itin didelio bendrojo spausdinimo laiko. Nustatyta, jog 20% tai maksimali įmanoma spausdinimui tinkama, tačiau nepraktiška priemaišos proporcija.

Bendrai tyrimo metu atspausdintos dvi skirtingų tipų (medinio stogo ir vienalyčio grynos masės kupolo) grupės iš 8 molio, organikos ir mineralinių priemaišų masių. Stogo ir tų pačių masių kupolo

tipo modeliai išdėstyti lauke, šalia jų išdėstyti 9 iš 12 molio ir šiaudų masių, kupolo tipo modeliai (be papildomų pridėtinių medžiagų). 3 iš 12 molio ir organikos masių maketai laikomi patalpose kaip palyginamieji modeliai. Jie leidžia įvertinti ir palyginti modelių pokyčius po 2 mėnesių periodo praleisto po tiesioginiu gamtos poveikiu.

Maketai lauko sąlygomis buvo laikomi 2026.02.01 - 2026.04.18 laikotarpiu ir jie buvo tiesiogiai veikiami lauko temperatūros fliktuacijos, vėjo, saulėkaitos ir kritulių. Duomenys apie lauko sąlygų poveikį maketams renkami foto - dokumentacijos ir drėgmės matavimų būdu. Foto-dokumentacijos duomenys pateikiami nuotraukų išsklotinėje, drėgmės rodiklių, gautų matuojant maketų paviršius drėgmės matuokliu, rodmenys atvaizduojami lentelėje, taip pat vizualiai įvertinama individualių maketų būklė. Tokiu būdu atrenkami atspariausi lauko sąlygoms mišiniai. Tyrimo metu apskaičiuotas bendras, apytikslis sunaudotų medžiagų anglies dioksido pėdsakas. Visų tyrimo metu vykdomų procesų - logistikos, įrangos veikimo ir gavybos paliktas CO_2 pėdsakas sudarė ~ 23,9 kg CO_2 . Surinkti individualių maketų drėgmės matavimai leidžia įvertinti skirtingų masių atsparumą vandens įgeriamumo ir garavimo, temperatūros kaitos ciklams. Tiriamojo laikotarpio pabaigoje matoma, kad modeliai išliko struktūriškai vientisi. Pastebimi paviršiaus įtrūkimai, minimalus pirmųjų sluoksniu sutrupėjimas, kai kurių maketų apatiniai sluoksniai susmego nuo drėgmės.

Matuojant lauko sąlygų poveikį maketams, kriterijais buvo pasirinkti - paviršiaus įskilimų kiekis, susmegimas, bendros modelių struktūros pakitimai. Toliau aprašomi modeliai, kurių sudėtis nurodyta lentelėje žemiau. Masių su papildomomis priemaišomis kupolo formos modelių grupėje lauko sąlygų eksperimento metu didžiausiu įtrūkimų, smegimo ir paviršiaus netolygumu išsiskyrė 1. ir 2. geltonojo molio, kviečių ir papildomų priemaišų mišiniai. Didžiausiu atsparumu tiesioginiam lauko poveikiui pasižymėjo 1;2;3;4;5 masės. Stogo tipo tų pačių masių tarpe skirtumai nežymūs. Tiek drėgningumo, tiek vizualaus vertinimo prasmėmis geriausiai išsilaikė 7. ir 8. geltonojo molio masės. Kiti stogo tipo modeliai patyrė mažesnę kritulių poveikį, todėl iš pakitusių modelių bruožų galima įvardinti tik nedidelius pirmųjų sluoksnių deformacijos ruožus sąlyčio su laminuotos faneros paviršiumi vietose 1;2;3;4;5;6 stogo tipo modeliuose. Svarbus pastebėjimas, kad 1. ir 2. geltonojo molio masės kupolo tipo modelių grupėje turėjo daugiausiai vizualios žalos bruožų, o stogo tipo grupėje tų pačių 1. ir 2. masių modeliai išsilaikė geriausiai. Galima teigti, jog molio, šiaudų/spalių, pelenų ir kalkių mišinių konstrukcijoms svarbi apsauga nuo tiesioginių kritulių poveikio stogo pavidalu.

Molio, organikos ir mineralinių priedų masės:	Molio ir organikos masės:
1. Geltonas molis 82%, kviečių šienas 10%, pucolanas 8 % 2. Geltonas molis kviečių šienas 8%, pucolanas 8%, pelenai 2% 3. Ukmergės molis 80% kanapių spalvai 10% pucolanas 5% kalkės 5% 4. Liesas raudonas molis 83%, kviečių šienas 7%, kalkės 10% 5. Liesas raudonas molis 83%, kanapių spalvai 7%, kalkės 10% 6. Riebus raudonas molis 77%, rugių šienas 10% pucolanas 8% kalkės 5% 7. Ukmergės molis 80%, rugių šienas 10%, kalkės 5%, pucolanas 5% 8. Riebus raudonas molis 77% kanapių spalvai 10%, pucolanas 8% kalkės 5%	1. Liesas raudonas molis 85% rugių šienas 15% 2. Liesas raudonas molis 85%, avižų šienas 15% 3. Liesas raudonas molis 85%, kviečių šienas 15% 4. Geltonas molis 85%, rugių šienas 15% 5. Geltonas molis 85%, avižų šienas 15% 6. Geltonas molis 85%, kviečių šienas 15% 7. Ukmergės molis 85%, rugių šienas 15% 8. Ukmergės molis 85% avižų šienas 15% 9. Ukmergės molis 85%, kviečių šienas 15% 10. Riebus raudonas molis 85%, rugių šienas 15% 11. Riebus raudonas molis 85%, avižų šienas 15% 12. Riebus raudonas molis 85%, kviečių šienas 15%

1 lentelė. Visų lauko tyrimo metu išbandytų mišinių sąrašas

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- F. Castaneda „The complete history of 3D Printing“: <https://ultimaker.com/learn/the-complete-history-of-3d-printing/> 2022
- „Revizion3d The Evolution of Clay 3D Printing: From Ancient Ceramics to Modern Innovation“: <https://revizion3d.com/blogs/news/the-evolution-of-clay-3d-printing> 2025
- WASP <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/> 2024
- WASP <https://www.3dwasp.com/en/3d-houses-printing/>

DIRBTINIS INTELEKTAS – INOVACIJA, GRĖSMĖ AR TECHNOLOGINĖ ENTROPIJA: PLAGIATO, AUTORIŲ TEISIŲ IR MORALĖS DILEMOS

Per pastarąjį dešimtmetį dirbtinio intelekto technologijos tapo vienu iš svarbiausių technologijų plėtros veiksnių, turinčių tiesioginį poveikį ekonomikai, kultūros pramonei ir kūrybinei veiklai. Generatyviniai dirbtinio intelekto modeliai gali kurti tekstą, vaizdus, vaizdo įrašus ir muziką, taip iš esmės keisdami nusistovėjusius kūrybos procesus ir jų teisinį vertinimą. Tarptautiniu mastu šios technologijos laikomos reikšmingu technologiniu pasiekimu, tačiau kartu nuolat kyla vis daugiau etinių, teisinių ir autorių teisių klausimų. Skirtingai nuo žmogaus kūrybiškumo, DI remiasi algoritminiu mokymusi naudojant didelius duomenų rinkinius, kurie dažnai apima autorių teisių saugomus kūrinius. [1]

Ankstyvajame laikotarpyje, apimančiame maždaug 1970–2000 m., vaizdų ir garso generavimas buvo pagrįstas procedūriniais algoritmais. Padėtis smarkiai pasikeitė po 2006 m., kai atsinaujino susidomėjimas giliuoju mokymusi. Gilieji neuroniniai tinklai, apmokyti naudojant grafikos apdorojimo procesorius, pasiekė aukštų rezultatų vaizdų atpažinimo užduotyse ir parodė, kad tinklo gylis yra tiesiogiai susijęs su modelio našumu. 2013 m. įdiegti variaciniai autoenkoderiai tapo pirmaisiais plačiai naudojamais generatyviniais giliaisiais modeliais, gebančiais mokytis duomenų pasiskirstymo ir generuoti naujus pavyzdžius latentinėje erdvėje. [2]

2014 m. laikomi lūžio tašku, kai buvo paskelbta generatyvinių prieštarinių tinklų koncepcija. Šie modeliai pagrįsti dviejų neuroninių tinklų konkurencija, kur vienas generuoja duomenis, o kitas vertina jų autentiškumą. Šis mokymo principas leido pirmą kartą pasiekti aukštą vaizdų realizmo lygį. Šiame 2014 m. darytame eksperimente, dešiniausiame stulpelyje pateikiamas artimiausias mokymo pavyzdys, susijęs su gretimu pavyzdžiu, siekiant parodyti, kad modelis neišmoko mokymo duomenų rinkinio atmintinai. Pavyzdžiai atrinkti atsitiktine tvarka, o ne atrinkti pagal pageidavimus. Skirtingai nuo



1 pav. Modelio pavyzdžių vizualizacija (arXiv:1406.2661v1 [stat.ML] 10 Jun 2014).

daugumos kitų giliųjų generatyvinių modelių vizualizacijų, šie vaizdai rodo tikrus pavyzdžius iš modelio pasiskirstymų, o ne sąlyginius vidurkius, gautus iš paslėptų vienetų pavyzdžių.

Generatyvinio dirbtinio intelekto modelių kūrimas remiasi masiniu, automatizuotu duomenų rinkimu iš tokių šaltinių kaip „Common Crawl“ ar „LAION-5B“, kur viešai prieinamas turinys sistemingai kopijuojamas be autorių sutikimo, pirmenybę teikiant techniniam prieinamumui, o ne teisiniams ar etiniams standartams. Techniniai procesai, tokie kaip tokenizacija ar semantinis filtravimas, paverčia originalius kūrinius – tekstus, profesionalias nuotraukas bei meno kūrinius – anoniminiais statistiniais vienetais, dažnai įtraukiant net piratines rinkmenas ar vandens ženklais apsaugotą turinį, nepaisant autorių „robots.txt“ atsisakymo signalų. Tokia praktika išprovokavo virtualią garsių teisių ginčų (pavyzdžiui, Sarah Silverman ieškinį prieš „Meta“ ar „Getty Images“ bylą prieš „Stability AI“), kurie išryškina fundamentalią įtampą tarp technologijų vystytojų siekio optimizuoti modelius, naudojant visą prieinamą informaciją ir būtinybės užtikrinti intelektinės nuosavybės apsaugą skaitmeniniame amžiuje. [3] [4]

Viena iš opiausių problemų – DI įrankių gebėjimas modifikuoti autorinius kūrinius taip, kad galutinis rezultatas išlaikytų originalo estetiką ir kompoziciją, tačiau prarastų pirminę autorystę patvirtinančius metaduomenis bei teisinį statusą. Šiame darbe pristatomas eksperimentas, atskleidžiantis, kaip DI technologijos gali būti panaudotos autorystės „plovimui“ (angl. *copyright washing*, *licence laundering*), kas sukuria prielaidas manipuliacijoms rinkoje ir teismuose.

Siekiant praktiškai ištirti šį fenomeną, buvo atliktas eksperimentas, kurio pagrindu pasirinkti du autorinių teisių saugomi objektai: klasikinis dailės kūrinys – J. M. Whistlerio paveikslas „Dailininko motina“ (Arrangement in Grey and Black No.1). Autorinės fotografijos, kuriose modelis atkuria minėto paveikslų kompoziciją. Abu vizualūs objektai (tiek originalus paveikslas, tiek fotografijos) buvo įkelti į OpenAI ChatGPT įrankį. Tikslas - sugeneruoti vaizdą, kuris vizualiai būtų beveik identiškas pradiniam kūriniams. Įrankiui buvo pateiktas nurodymas (angl. *prompt*), nekeisti paveikslėlio duomenų ar parametrų.



2 pav. A iliustracijoje, pirma nuotrauka tapytojo James McNeill Whistler, Dailininko motina (angl. Arrangement in Grey and Black No.1). Kitos nuotraukos darytos VDA Klaipėda fotografijos studijoje. Fotografas: Tomas Bičkus, modelis: Veronika Daukšaitė. B iliustracijoje – naudojant, OpenAI ChatGPT įrankį, gautas vaizdas.

A iliustracija buvo apdorota Adobe Photoshop programa ir užpildyti autorystės (angl. *copyright*) laukeliai, kai autorius – Tomas Bičkus. Atlikus vaizdų apdorojimą, gautas rezultatas vizualiai išliko beveik identiškas originalioms fotografijoms ir paveikslų kompozicijai. Tačiau technologine ir teisine prasme įvyko esminis pokytis – pradinė autorystė buvo panaikinta. Naudojant „Jimpl“ įrankį ir peržiūrėjus A ir B iliustracijų metaduomenis, gautas rezultatas: originali A iliustracija turi 120 EXIF metaduomenų įrašų. Įkėlus A iliustraciją į OpenAI ChatGPT įrankį, gauta B iliustracija turi vos – 17 EXIF metaduomenų įrašų be autorystės atsekamumo.

DI įrankiai, pergeneruodami vaizdą pikselių lygmeniu, pašalina originalius failo metaduomenis (EXIF/IPTC informaciją), kuriuose fiksuojamas autorius, sukūrimo data ir įrenginys. Pagal dabartinę teismų praktiką (pavyzdžiui, JAV Autorių teisių biuro sprendimus), kūriniai, sukurti išimtinai DI pagalba, negali būti saugomi autorių teisių, nes jiems trūksta „žmogaus autorystės“ elemento. Taigi, originalus kūrinys paverčiamas „niekieno“ nuosavybe arba priskiriamas DI platformos generuotam turiniui. [5]

Eksperimentas patvirtina prielaidą, kad DI įrankiai gali veikti kaip savotiškas „autorystės filtras“. Tai sukuria rimtų spragų teisinėje sistemoje. Nesąžiningi rinkos dalyviai gali paimti kito autoriaus sukurtą dizainą, fotografiją ar iliustraciją, „perleisti“ ją per DI įrankį su minimaliais pakeitimais ir pristatyti kaip savo ar kaip laisvai naudojamą DI sugeneruotą turinį. Autoriams ginant savo teises, esminis įrodymas yra kūrinio originalumas ir tapatumas. Jei pažeidėjas pasinaudoja DI, kad pakeistų bylos objektą taip, jog jis techniškai taptų nauju failu be autorystės pėdsakų, autoriaus įrodinėjimo našta tampa neproporcingai sunki. Užtenka atlikti vieną iteraciją DI įrankiu, kad aiškus plagiatas taptų pilkosios teisinės zonos objektu.

Teisės mokslų daktarė ir DI etikos ekspertė Luiza Jarovsky, pasitelkdama „DI dievinimo“ (angl. *AI Idolatry*) koncepciją, kritikuoja visuomenės ir korporacijų polinkį dirbtinį intelektą traktuoti ne kaip programinį įrankį, o kaip neklystantį, objektyvų ir neišvengiamą „stabą“. Šis klaidingas suvokimas leidžia technologijų kūrėjams išvengti asmeninės atsakomybės už algoritmines klaidas ar neetišką masinę duomenų gavybą, nes bet kokie veiksmai pateisinami „aukštesniu pažangos tikslu“, o žmogaus autonomija ir kritinis mąstymas nuslopinami prieš tariamą technologijų viršenybę. [6]

Tyrimų žurnalistė Karen Hao savo knygoje „*Empire of AI: Dreams and Nightmares in Sam Altman's OpenAI*“ teigia, kad dirbtinio intelekto pramonės augimas veikia kaip nauja imperializmo forma, kurioje tokios įmonės kaip „OpenAI“, „Google“ ir „Meta“ išnaudoja viešai prieinamus kūrinius be autorių sutikimo, paversdamos visuomenės sukurtą vertę savo pelnu, tuo pačiu remiasi pigia darbo jėga, kur darbuotojai, pavyzdžiui Kenijoje ar Filipinuose, už minimalų atlygį atlieka psichologiškai sudėtingą duomenų apdorojimą, o ši sistema stiprina nelygybę ir leidžia korporacijoms formuoti tyrimų kryptis pagal pelno interesus, prisidengiant „dirbtinio bendrojo intelekto“ idėją, kuri žada spręsti žmonijos problemas. [7]

Apibendrinant, galima teigti, kad dirbtinio intelekto naudojimas nėra vienareikšmis reiškinys – jis veikia kaip transformacinė jėga, keičianti ne tik kūrybos procesus, bet ir pačias meno sampratas. Daugelis DI sistemų yra apmokomos naudojant kūrėjų darbus be jų sutikimo ar atlygio, o tai lemia tiek tiesioginę ekonominę žalą, tiek platesnį kūrybos nuvertėjimą. Ši situacija išryškina struktūrinę problemą, kai skaitmeninė kūrybos ekonomika vis dar grindžiama nepakankamai reguliuojamais duomenų naudojimo principais, kurie neatitinka nei teisingumo, nei tvarumo kriterijų.

LITERATŪRA

- [1] World Intellectual Property Organization. Artificial Intelligence and Copyright. WIPO 2022. <https://www.wipo.int/en/web/frontier-technologies/artificial-intelligence/index> 2025.
- [2] Hinton, G. ir kt. A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets. Neural Computation (2006). <https://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/ncfast.pdf> 2025.
- [3] WIRED. To Fight AI Search Spam, Prioritize Real Human Voices (2024). <https://www.wired.com/story/optimize-for-authentic-voices-in-a-sea-of-ai-search-spam/> 2025.
- [4] Reuters. Judge clarifies ruling in New York Times v. OpenAI copyright lawsuit. https://www.reviewofailaw.com/Tool/Evidenza/Single/view_html?id_evidenza=3244 2025
- [5] Compendium of U.S. Copyright Office Practices, 2021, 2025. <https://www.copyright.gov/comp3/docs/compendium.pdf>
- [6] Luiza Jarovsky PhD. Against AI Idolatry 2026 <https://www.linkedin.com/pulse/against-ai-idolatry-luiza-jarovsky-phd-awwqf> 2026
- [7] Stanford CASI. Empire Building in the Age of AI. (2025) <https://casi.stanford.edu/news/empire-building-age-ai-power-secrecy-and-battle-control>

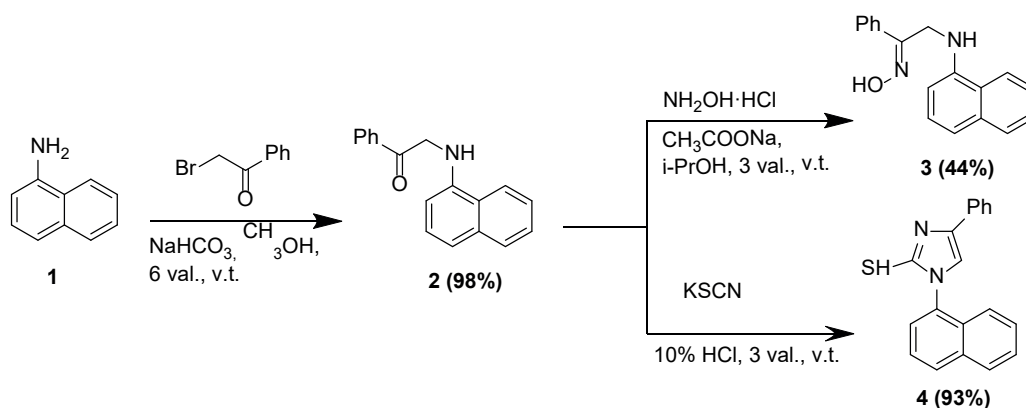


Gamtos
mokslai

NAUJŲ IMIDAZOLO DARINIŲ SU 1-NAFTIL- FRAGMENTU GAVIMO KONCEPCIJOS SUKŪRIMAS IR PRIEŠVĖŽINIŲ SAVYBIŲ ĮVERTINIMAS

Onkologinės ligos vis dar išlieka viena pagrindinių mirtingumo priežasčių ne tik Lietuvoje, tačiau ir visame pasaulyje. Dėl nuolat didėjančio sergamumo ir navikinių ląstelių gebėjimo prisitaikyti prie jau taikomų terapijų, naujų priešvėžinių vaistinių medžiagų kūrimas išlieka itin aktualus. Siekiama atrasti junginius, pasižyminčius didesniu selektyvumu, efektyvumu ir mažesniu toksiškumu pacientui. Dauge-lio priešvėžinių preparatų, kurie yra tirozino kinazių inhibitoriai, sudėtyje yra azoto heterociklų, todėl imidazolo fragmentas laikomas itin perspektyviu struktūriniu elementu kuriant naujus vaistus [1,2]. Be heterociklinių sistemų, svarbų vaidmenį kuriant biologiškai aktyvias molekules atlieka 1-naftil- fragmentas, kuris išsiskiria kaip perspektyvus struktūrinis motyvas dėl savo išplėtos aromatinės siste- mos, kuri gali dalyvauti π - π sąveikose su biologiniais taikiniai, užpildyti hidrofobinę kišenę, bei yra padidinto lipofiliškumo kondensuota struktūra, tokiu būdu galinti pagerinti junginių prasiskverbimą per ląstelių membranas [3,4].

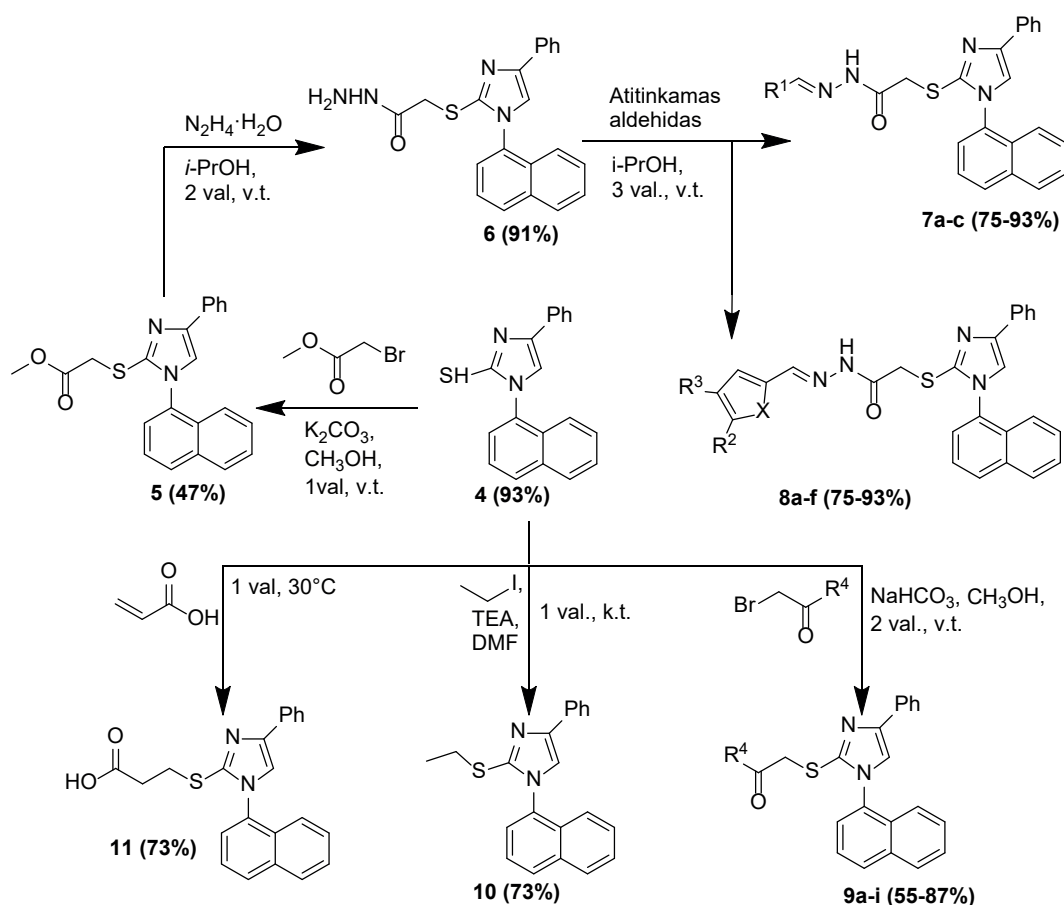
Pradiniu sintezės junginiu buvo pasirinktas 1-naftilaminas (**1**), kuriam reaguojant 2-bromacetofe- nonu susintetintas 2-(naftalen-1-ilamino)-1-feniletan-1-onas (**2**) reakciją atliekant metanolyje, mišinio virimo temperatūroje. Pasinaudojus karbonilinių junginių gebėjimu reaguoti su hidroksilamino hidro- chloridu gautas ketoksimas **3**, tuo tikslu aminoketonas **2** buvo veikiamas hidroksilamino hidrochloridu 2-propanolyje, mišinyje esant natrio acetato, reakciją atliekant mišinio virimo temperatūroje. Ciklizuo- jant junginį **2** su kalio tiocianatu suformuotas 1-(naftalen-1-il)-4-fenil-1H-imidazol-2-tiolis (**4**).



1 schema. Pradinių junginių sintezė ir aminoketono reakcija su hidroksilamino hidrochloridu.

Vykdam 4 junginio alkilinimą metil-2-bromacetatu susintetintas metil 2-[[1-(naftalen-1-il)-4-fe- nil-1H-imidazol-2-il]tio]acetatas (**5**), kuris po to buvo panaudotas hidrazinolizės reakcijai norint gauti hidrazidą **6**. Tuo tikslu esteris **5** buvo veikiamas hidrazinmonohidratu 2-propanolyje, mišinio virimo temperatūroje. Kitame sintezės etape atliktos hidrazido **6** kondensacijos reakcijos su atitinkamais aro- matiniais ir heterocikliniais aldehidais, kurių metu gauti hidrazono tipo junginiai **7a-c** ir **8a-f**. Junginiui **4** reaguojant su atitinkamais bromacetofenonais, reakcijos mišinyje esant natrio vandenilio karbona- tui, susintetinti S-pakeisti imidazolo dariniai **9a-i**. Atlikus junginio **4** alkilinimą jodetanu dimetilforma- mide, mišinyje esant trietilamino buvo išskirtas 2-(etiltio)-1-(naftalen-1-il)-4-fenil-1H-imidazolas (**10**).

3-[[1-(naftalen-1-il)-4-fenil-1*H*-imidazol-2-il]tio]propano rūgštis (**11**) buvo susintetinta imidazol-2-tiolio darinį **4** veikiant akrilo rūgštimi kambario temperatūroje.



7a $R^1 = C_6H_5$; **7b** $R^1 = 4\text{-Cl-C}_6H_4$; **7c** $R^1 = 4\text{-F-C}_6H_4$; **8a** $X=S$, $R^2, R^3=H$; **8b** $X=S$, $R^2=NO_2$, $R^3=H$; **8c** $X=S$, $R^2=H$, $R^3=Br$; **8d** $X=O$, $R^2, R^3=H$; **8e** $X=O$, $R^2=NO_2$, $R^3=H$; **8f** $X=O$, $R^2=H$, $R^3=Br$; **9a** $R^4 = C_6H_5$; **9b** $R^4 = 4\text{-F-C}_6H_4$; **9c** $R^4 = 4\text{-Br-C}_6H_4$; **9d** $R^4 = 4\text{-Cl-C}_6H_4$; **9e** $R^4 = 4\text{-CF}_3\text{-C}_6H_4$; **9f** $R^4 = 4\text{-CN-C}_6H_4$; **9g** $R^4 = 2,5\text{-F}_2\text{-C}_6H_3$; **9h** $R^4 = 4\text{-OH-C}_6H_4$; **9i** $R^4 = 4\text{-NO}_2\text{-C}_6H_4$.

2 schema. *S*-pakeistų imidazol-2-tiolio 4 darinių sintezė.

Junginių struktūros patvirtintos ^1H BMR, ^{13}C BMR, FT-IR, HRMS spektroskopijų, elementinės analizės duomenimis. Priešvėžinis junginių aktyvumas šiuo metu tiriamas Merilando universiteto Mikrobiologijos ir Imunologijos katedroje (angl. *Department of Microbiology and Immunology, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, MD, 21201, USA*).

LITERATŪRA

- [1] P.M, K.; Kamurthy, H.; Pal, R.; P.M, G. S.; D, A.; Gugal, P.; M, S.; C.M, S. Advancement of Imidazole Derivatives as Potential Anticancer Agents: Insight into Structural Activity Relationship (SAR) Studies. *ChemistrySelect* 2025, 10 (46).
- [2] Fares, O.; Hamed, O.; Assali, M.; Berisha, A.; Saadeh, H.; Lail, B. A.; Dagdag, O.; Samaro, A.; Mansour, W.; Jaradat, N.; Abu-Jabal, S. Design, Synthesis, Anticancer Properties, and Molecular Docking of Imidazolone Derivatives with Lipophilic Moiety. *Scientific Reports* 2025, 15 (1).
- [3] Luo, L.; Jia, J. J.; Zhong, Q.; Zhong, X.; Zheng, S.; Wang, G.; He, L. Synthesis and Anticancer Activity Evaluation of Naphthalene-Substituted Triazole Spirodienones. *European Journal of Medicinal Chemistry* 2021, 213, 113039.
- [4] Aher, A.; Bera, P.; Brandao, P.; Sharda, S.; Khatua, S.; Manna, S. K.; Manhas, A.; Bera, P. Anticancer Efficacy of Thiazole-Naphthyl Derivatives Targeting DNA: Synthesis, Crystal Structure, Density Functional Theory, Molecular Docking, and Molecular Dynamics Studies. *International Journal of Biological Macromolecules* 2025, 299, 140039.

LYMNAEOIDEA GĖLAVANDENIŲ PILVAKOJŲ MOLIUSKŲ ENDOPARAZITŲ (TREMATODA, DIGENEA) BIOĮVAIROVĖ ŽUVINTE

Lymnaeidea yra pilvakojų moliuskų (Gastropoda) klasei priskiriamas antšeimis, Lietuvoje apimantis šeimas: Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae [3, 10]. Pilvakojai moliuskai dažnai būna endoparazitinių plokščiųjų kirmėlių (Trematoda, Digenea) šeimininkai, juose vystosi bent 3 šių parazitų lervinės stadijos. Iš kiaušinio išsiritusi miracidija įsiskverbia į moliuską, kur tampa motinine sporocista. Ji ima produkuoti dukterines sporocistas ar redijas, o šios – cercarijas. Ši stadija pasišalina iš moliusko į vandenį ir incistuoja ant kokio nors objekto arba įsiskverbia į antrąjį tarpinį šeimininką [1]. Cercarijos identifikuotos pagal morfologinius tipus [6] ir gautos 28S rDNR pradžios sekos lygintos su BLAST [5]. Dėkojame Gamtos tyrimų centro mokslininkui Virmantui Stunžėnui už pagalbą atliekant molekulinis tyrimus, taip pat Gritai Skujienei ir Laurynui Orlai už pagalbą renkant moliuskus.

2025-08-20 Žuvinte surinkome 225 pilvakojų moliuskų imtį, tyrimui naudojome 213 moliuskų. Iš viso surinkome 7 rūšis, tačiau tyrėme 4 dažniausiai aptinkamas rūšis: *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)(n = 55), *Stagnicola* sp. Jeffreys, 1830 (126), *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758)(12), *Planorbis corneus* (Linnaeus, 1758)(20) (1 lentelė). Dėl per mažos imties atmetėme 3 rūšis (12 individų) – *Planorbis carinatus* O. F. Müller, 1774 (8), *Viviparus contectus* (Millet 1813)(1), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758)(3).

1 lentelė. Moliuskų rūšys ir individų skaičius su kriauklių aukščio bei užsikrėtimo digenetinėmis siurbikėmis duomenimis.

Moliusko rūšis	Imtis, vnt	Kriauklės aukščio mediana, minimumas – maksimumas, mm	Užsikrėtusių individų skaičius, vnt	Užsikrėtusių individų procentinė dalis, %
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	55	39, 10 - 70	23	41,8
<i>Stagnicola</i> sp. Jeffreys, 1830	126	20, 15 - 33	32	25,4
<i>Radix auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	12	15, 10 - 20	4	33,3
<i>Planorbis corneus</i> (Linnaeus, 1758)	20	10, 6 - 15	2	10

Cercarijų išskyrimui iš moliuskų naudota modifikuota A. Faltynkovos metodika [2]. Kiekvienas moliuskas laikytas 100 ml tyrimo indeliuose su vandeniu iš čiaupo ir salotos (*Lactuca sativa* L.) lapo fragmentu. Cercarijų išskyrimo skatinimui visai parai įjungta šviesa, vanduo tikrintas kiekvieną dieną, visą savaitę. Cercarijos užfiksuotos 70 % spirite, užsikrėtusių moliuskų kepenys išpreparuotos ir fiksuotos 70 % spirite. Jeigu po savaitės cercarijos neišsiskyrė, likę moliuskai numarinami šaldiklyje ir išpreparuojami. Suradus kūno ertmėje sporocistų ar redijų, moliuskas laikomas užsikrėtusiu ir lervos taip pat fiksuotos 70 % spirite.

Iš lervų DNR išskirta V. Stunžėno metodu [7, 9]: viena ar kelios lervos sutrintos tarp dviejų šlifuočių stiklų su TBE buferiu, homogenatas perpiltas į 0,2 ml mėgintuvėlį ir inkubuotas 15 min 95 °C; po to cen-

trifuguotas 12 min ir supernatantas su DNR perpiltas į kitą 0,2 ml talpos mėgintuvėlį. Vienam mėginiui - PGR 25 µl mišinį sudarė 9,6 µl dejonizuotas vanduo, 13 µl „PCR master mix (2x) Thermo“, po 0,7 µl 28S rDNR geno pradžios abiejų pradmenų - ZX-1 ir 1500R. Į 24 µl pagaminto mišinio pridėta po 1 µl išskirto DNR tirpalo. Inkubacijai ir PGR naudotas Thermofisher Scientific termocikleris „SimpliAmp Thermal cycler Applied Biosystems A24812“. PGR programa: 3 min 96 °C, 38 ciklai: 28 s 95 °C, 38 s 58 °C, 38 s 72 °C ir 1 kartas 8 min 72 °C.

Gautas PGR produktas įvertintas „Amersham Biosciences EPS 301“ elektroforezės aparate, agarozės gelyje, paruoštame 0,32 g agarozę sumaišius su 21 ml TBE buferio, inkubuotame 10 – 20 min ir pašildytame mikrobangų krosnelėje 1 min. Į tirpalą įdėtas florecencinis DNR dažas 0,5 µl Red Gel (gamintojas – Biotum). Gauta masė supilama į specialią formelę, įdedamos šukutės ir sustingęs gelis dedamas į elektroforezės aparatą su 1x TBE buferiu. Į šukučių suformuotus šulinėlius supilama po 1 µl PGR produkto. Elektroforezės aparato nustatymai: 25 min, 128 V, ~33 mA. Elektroforezės rezultatai apdoroti su Azure Biosystem gelių dokumentavimo įrenginiu.

Amplifikuota DNR išgryninta amonio citratu [8], tam į 2 ml mėgintuvėlį supilama 11 µl 8 M amonio citrato (NH₄Ac), 21-25 µl PGR produkto ir 37 µl 95 % kambario temperatūros etanolio. Mišinys supurtomas ir paliekamas nusistovėti 15 min. Po to centrifuguojamas 10 min 10 000 rpm. Supernatantas pašalinamas. Pridedama 150 µl 70 % šaldiklyje laikyto etanolio. Centrifuguojama 5 min 10 000 rpm. Supernatantas pašalinamas. Pridengti atidaryti mėgintuvėliai su nuosėdomis palikti džiūti per naktį. Išvalyta DNR išsiųsta sekvenavimui į abi puses su pradmenimis, naudotais PGR reakcijai į „Azenta“, Vokietiją. Gautos chromatogramos sulygintos naudojant Sequencher 4.10.1. Iš 25 sekvenuotų PGR produktų gautos 22 analizei tinkamos sekos. Parazitai identifikuoti iki rūšies palyginus gautas sekas su Genų banke esančiomis naudojant BLAST (2 lentelė).

Iš viso identifikuota 10 parazitų rūšių, 3 individai identifikuoti iki genties, o 1 – iki šeimos. Gautos sekos 100 % atitiko BLAST (GenBank) duomenų bazėje esančias sekas. Šios rūšys priklauso 5 šeimoms: Strigeidae, Diplostomidae, Echinostomatidae, Plagiorchiidae ir Omphalometridae. Iš identifikuotų parazitų rūšių vos kelios gali kelti grėsmę žmonių sveikatai: *Diplostomum* spp. gali sukelti lengvą konjunktyvitą [4], o *Echinostoma revolutum* – echinostomiazę, parazitoduami žmonių žarnyne [11].

Taikant Welch t-testą, statistiškai reikšmingo moliuskų kriauklės aukščio skirtumo tarp užsikrėtusių ir neužsikrėtusių trematodų lervomis individų nebuvo nustatyta nei vienoje tirtoje grupėje. Vis dėlto, *Stagnicola* sp. grupėje (kurios imtis buvo didžiausia) pastebėta tendencija, jog užsikrėtę individai buvo vidutiniškai aukštesni (22,36 mm) nei neužsikrėtę (20,34 mm; $\Delta = 2,02$ mm). Nors šis skirtumas statistinio reikšmingumo ribos nepasiekė ($p = 0,066$; 95 % PI [-0,14; 4,19]), galima daryti prielaidą, kad tiriant didesnę imtį, skirtumas taptų reikšmingas. *L. stagnalis* užsikrėtusių aukščio vidurkis – 37,74 mm, neužsikrėtusių 39,66 mm ($\Delta = 1,92$ mm, 95% PI [-4,53; 8,37], $p = 0,55$). *R. auricularia* užsikrėtę 17,50 mm, neužsikrėtę 13,75 mm ($\Delta \approx 3,75$ mm, 95% PI [-0,75; 8,25], $p = 0,09$). *P. corneus* atveju statistinė galia dėl mažos užsikrėtusių individų imties ($n = 20$, užsikrėtusių 2) yra nepakankama. Užsikrėtusių vidutinis aukštis 11,50 mm, neužsikrėtusių 10,47 mm ($\Delta \approx 1,03$ mm, 95% PI [-14,0; 12,0], $p = 0,615$).

Išvados. Keturiuose Žuvinto moliuskų rūšyse identifikuota 10 digenetinių siurbikių rūšių, priklausančių 5 šeimoms, dvi gentys potencialiai pavojingos žmogaus sveikatai. Statistiškai reikšmingo moliuskų kriauklės aukščio skirtumo tarp užsikrėtusių ir neužsikrėtusių trematodais individų nebuvo nustatyta nei vienoje tirtoje grupėje.

Nr.	Identifikuota rūšis	Gyvenimo ciklo stadija	Cerkarijos morfologinis tipas	Šeimininkas	Sekos ilgis	100 % atitikusių GenBank sekų surinkimo vietos	100 % atitikusių GenBank sekų atstovų šeimininkai
1.	<i>Cotylurus cornutus</i>	Cerkarija	Furcocercous	<i>Stagnicola</i> sp.	1268	Vokietija; Islandija; Čekija; Tailandas	<i>Ampullaceana balthica</i> ; <i>Lymnaea stagnalis</i> ; <i>Aythya fuligula</i> ; <i>Anas platyrhynchos</i>
2.	<i>Diplostomum gavium</i>	Cerkarija	Furcocercous	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1266	Minesota; Šiaurės Dakota	<i>Hypentelium nigricans</i> ; <i>Gavia immer</i>
3.	<i>Diplostomum pseudospathaceum</i>	Cerkarija	Furcocercous	<i>Lymnaea stagnalis</i>	989	Čekija	<i>Larus ridibundus</i>
4.		Cerkarija			1268		
5.		Cerkarija			1032		
6.	<i>Diplostomum</i> sp.	Cerkarija	Furcocercous	<i>Radix auricularia</i>	1223	Japonija	<i>Radix auricularia</i> ; <i>Radix plicatula</i>
7.	<i>Echinoparyphium aconiatum</i>	Cerkarija	Echinostome	<i>Stagnicola</i> sp.	1253	Airija; Čekija; Lenkija	<i>Lymnaea stagnalis</i>
8.	<i>Echinostoma miyagawai</i>	Redija	-	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1225	Čekija; Rusija	<i>Aythya fuligula</i>
9.	<i>Echinostoma nasincovae</i>	Redija	-	<i>Planorbarius corneus</i>	1262	Airija; Rusija	<i>Planorbarius corneus</i>
10.	<i>Echinostoma revolutum</i>	Redija	-	<i>Stagnicola</i> sp.	1278	Čekija;	<i>Lymnaea stagnalis</i> ; <i>Aythya fuligula</i> ; <i>Ampullaceana balthica</i> ; <i>Anas platyrhynchos</i>
11.		Cerkarija	Echinostome	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1254	Vokietija;	
12.		Cerkarija			1269	Islandija;	
13.		Cerkarija			1256	Tailandas	
14.		Cerkarija			1243		
15.		Cerkarija			1258		
16.		Redija	-		1266		
17.	<i>Echinostoma</i> sp.	Redija	-	<i>Radix auricularia</i>	1256	Airija; Islandija; Vokietija	<i>Myxas glutinosa</i> ; <i>Ampullaceana balthica</i> ; <i>Radix auricularia</i>
18.	Echinostomatidae gen. sp.	Cerkarija	Echinostome	<i>Stagnicola</i> sp.	1248	Vokietija	<i>Stagnicola palustris</i> ; <i>Ampullaceana balthica</i>
19.	<i>Petasiser phalacrocaris</i>	Cerkarija	Echinostome	<i>Radix auricularia</i>	1252	Vengrija; Vokietija; Ukraina	<i>Rutilus rutilus</i> ; <i>Ampullaceana balthica</i> ; <i>Phalacrocorax carbo</i>
20.	<i>Plagiorchis elegans</i>	Cerkarija	Xiphidiocercaria	<i>Stagnicola</i> sp.	1274	Slovakija; Vokietija; Airija	<i>Lymnaea stagnalis</i> ; <i>Stagnicola fuscus</i>
21.	<i>Plagiorchis</i> sp.	Redija	-	<i>Radix auricularia</i>	1280	Norvegija	<i>Radix balthica</i>
22.	<i>Rubensstrema exasperatum</i>	Redija	-	<i>Planorbarius corneus</i>	1263	Rusija	<i>Planorbarius corneus</i>

2 lentelė. Šiame tyrime nustatytos parazitų rūšys, išrikiuotos abėcėlės tvarka. Rinkimo vieta - Žuvinas. Rūšys identifikuotos palyginus gautas 28S sekas BLAST programa su GenBank sekomis.

LITERATŪRA

- Dailey, M. D. *Essentials of parasitology*. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque. 1996. 289;
- Faltynkova, A., Nasincova, V., Kablaskova, L. Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, *Lymnaea stagnalis* (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification. *Parasite*, 14, 2007, 39-51;
- Gurskas, A. *Lietuvos moliuskai*. Lututė, Kaunas. 2016. 101.;
- Lester, R. J., Freeman, R. S. Survival of two trematode parasites (*Diplostomum* spp.) in mammalian eyes and associated pathology. *Can J Ophthalmol.* 11(3), 1976, 229-234;
- Nucleotide BLAST: Search nucleotide databases using a nucleotide query. (n.d.). Retrieved April 16, 2026, from https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome;
- Olsen, O. W. *Animal parasites: their life cycles and ecology*. University park press. 1974. 562;
- Petkevičiūtė, R., Stunžėnas, V., Stanevičiūtė, G. Differentiation of European freshwater bucephalids (Digenea: Bucephalidae) based on karyotypes and DNA sequences. *Systematic Parasitology* 87, 2014, 199-212;
- Sambrook, J., Russell, D.W. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3rd ed., Volume 1. Cold Spring Harbor Laboratory Press: New York, NY, USA. 2001;
- Stunžėnas, V., Petkevičiūtė, R., Stanevičiūtė, G. Phylogeny of *Sphaerium solidum* (Bivalvia) based on karyotype and sequences of 16s and ITS1 rDNA. *Central European Journal of Biology* 6, 2011, 199-212;
- Taxonomy Browser. (n.d.). NCBI. Retrieved April 1, 2026, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/taxonomy/browser/?taxon=216441>;
- Toledo, R., Esteban, J. G. An update on human echinostomiasis. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, Volume 110, Issue 1, 2016, 37-45.

ELITINIŲ SPORTININKŲ AKIŲ MIKROCIRKULIACIJOS IR AKISPŪDŽIO ĮVERTINIMAS INTENSYVAUS FIZINIO KRŪVIO METU ESANT SKIRTINGIEMS KVĖPAVIMO METODAMS

Įvadas

Fizinis aktyvumas yra svarbus bendros sveikatos, širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinio pajėgumo, metabolinės homeostazės ir lėtinių ligų prevencijos veiksnys. Tačiau didėjant intensyvaus fizinio krūvio ir aukšto meistriškumo treniruočių populiarumui, vis daugiau dėmesio skiriama ir galimam neigiamam jų poveikiui organizmui. Intensyvus fizinis krūvis gali sukelti sisteminius hemodinaminius pokyčius, didinti intratorakalinį spaudimą ir trikdyti veninį kraujo nutekėjimą, taip veikdamas akies perfuziją ir intraokulinį spaudimą (IOS). Kai kuriuose tyrimuose šių parametrų svyravimai siejami su padidėjusia glaukomos progresavimo ir kitų regos nervo pažeidimų rizika [1]. Vis dėlto fizinio krūvio poveikis IOS ir tinklainės mikrocirkuliacijai elitinių sportininkų populiacijoje ištirtas nepakankamai, nes dauguma iki šiol publikuotų tyrimų atlikti su nesportuojančiais arba vidutiniškai fiziškai aktyviais asmenimis [2]. Todėl svarbu ištirti, kaip skirtingi fizinio krūvio ir kvėpavimo metodai veikia akies hemodinamiką aukšto meistriškumo sportininkams.

Metodika

Tyrime dalyvavo 20 įvairių sporto šakų sportininkų ir 20 nesportuojančių tiriamųjų, kurie atliko izokinetinį ir izometrinį fizinį krūvį normaliai kvėpuojant ir sulaikant kvėpavimą (Valsalvos mėginys). Tyrimui atlikti buvo gautas Kauno regioninio biomedicininio tyrimų etikos komiteto leidimas (Nr. BE-2-69).

Atvykus tiriamiesiems, buvo atlikti antropometriniai matavimai, surinktas Baecke klaysimynas, nufotografuotas tiriamųjų akies dugnas ir nustatytas bazinis IOS. Tiriamieji atliko 10 minučių pramankštą ergometru. Vėliau BIODEx System 4 dinamometru atliko 1 minutės maksimalios valingos jėgos izokinetinį arba izometrinį krūvį, skirtą dešinės kojos keturgalviui šlaunies raumeniui. Valsalvos mėginys taikytas paskutines 10 sekundžių krūvio metu. Iškart po krūvio, praėjus 5, 10 ir 15 minučių, pakartotinai buvo matuojamas IOS, fotografuojamas akių dugnas. Iš gautų akies dugno nuotraukų buvo skaičiuojamas arteriolių ir venulių diametras bei jų santykis.

Literatūros apžvalga

Aukšto meistriškumo sportininkų organizmui būdingos specifinės fiziologinės adaptacijos, apimančios struktūrinius ir funkcinius širdies bei kraujagyslių sistemos pokyčius, efektyvesnę autonominės nervų sistemos reguliaciją ir pakitusią mikrocirkuliaciją. Todėl tikėtina, kad sportininkų akies mikrocirkuliacijos ir IOS reakcija į intensyvų fizinį krūvį skiriasi nuo nesportuojančių asmenų. Reikšmingą vaidmenį šiuose procesuose atlieka kvėpavimo sulaikymas (Valsalvos mėginys), dažnai atliekamas didelio intensyvumo jėgos pratimų metu tiek sąmoningai, siekiant padidinti liemens stabilumą, tiek nesąmoningai, ir sukeliantis ryškius hemodinaminius pokyčius, galinčius lemti staigius IOS ir akies perfuzijos sumažėjimus [1]. Ryškūs IOS pokyčiai nustatomi atliekant jėgos pratimus, ypač izometrinio tipo, kurie gali sukelti trumpalaikius, bet reikšmingus IOS padidėjimus, ypač taikant Valsalvos mėginį [3]. Izokinetiniai pratimai, kuriems būdingas pastovus judesio greitis ir labiau kontroliuojamas raumenų darbas, sukelia kitokį hemodinaminį atsaką, tačiau ir jų metu nustatomi reikšmingi IOS svyravimai, ypač atliekant pratimus su Valsalvos mėginiu. Moksliniai tyrimai rodo, kad fizinio krūvio poveikis IOS

nėra tolygus, nes jį lemia daugelis veiksnių, tarp kurių kvėpavimo būdas laikomas vienu svarbiausių [4]. Dėl to kvėpavimo metodas gali reikšmingai keisti akies hemodinaminį atsaką intensyvaus fizinio krūvio metu: normaliai kvėpuojant intratorakalinis spaudimas kinta mažiau, todėl sisteminės kraujotakos ir akies perfuzijos pokyčiai paprastai būna mažesni, o Valsalvos mėginys sukelia staigų intratorakalinio spaudimo padidėjimą, sumažina veninį kraujo grįžimą į širdį ir gali lemti ryškesnius sisteminio kraujospūdžio bei IOS svyravimus. Naujausi tyrimai parodė, kad intensyvus fizinis krūvis gali sukelti laikinus, tačiau statistiškai reikšmingus tinklainės kraujagyslių tankio ir perfuzijos pokyčius, kurių dydis priklauso ne tik nuo krūvio tipo ir intensyvumo, bet ir nuo individualių kraujagyslių autoreguliacijos savybių bei treniruotumo lygio [5]. Kitos apžvalgos pabrėžia, kad reguliarius, tinkamai normuotas fizinis aktyvumas gali turėti apsauginį poveikį glaukomos eigai, tačiau netinkamai atliekami jėgos pratimai, ypač taikant Valsalvos mėginį, gali laikinai padidinti nepalankių akių hemodinamikos pokyčių riziką [6].

Rezultatai

Tyrimo dalyvavo 27 vyrai ir 13 moterų. Sportuojančiųjų grupėje buvo 14 vyrų ir 6 moterys. Nesportuojančiųjų grupėje buvo 13 vyrų ir 7 moterys. Tyrimo dalyvavo 25-35 metų asmenys, amžiaus vidurkis – $29,42 \pm 5,93$ metai. Baecke klausimyno įvertinimas sportuojančiųjų grupėje buvo $13,77 \pm 0,64$, o nesportuojančiųjų – $6,81 \pm 1,58$.

Atlikus izometrinį fizinį krūvį, kvėpuojant normaliai, IOS reikšmingų skirtumų tarp sportuojančių ir nesportuojančių prieš krūvį nebuvo ($16,8 \pm 2,39$ ir $16,8 \pm 2,59$ mmHg, $p=0,98$). Tačiau iš karto po krūvio sportuojančių grupėje IOS buvo statistiškai reikšmingai mažesnis ($11,2 \pm 4,38$ ir $15,2 \pm 4,55$ mmHg, $p<0,05$), taip pat po 5 min. ($11,8 \pm 2,49$ ir $16,4 \pm 6,06$ mmHg, $p<0,05$), po 10 min. ($12,6 \pm 2,88$ ir $16,4 \pm 5,51$ mmHg, $p<0,05$) ir po 15 min. ($14,2 \pm 2,68$ ir $16,0 \pm 5,61$ mmHg, $p<0,05$) nei nesportuojančių. Arterioveninio santykio reikšmingų skirtumų daugumoje matavimų nenustatyta, išskyrus po 15 min., kai buvo užfiksuotas statistiškai reikšmingas skirtumas ($0,64 \pm 0,04$ ir $0,70 \pm 0,03$, $p<0,05$).

Atlikus izometrinį fizinį krūvį su Valsalvos mėginiu, reikšmingų skirtumų prieš krūvį nebuvo ($15,4 \pm 2,61$ ir $16,4 \pm 1,95$ mmHg, $p=0,51$). Tačiau iš karto po krūvio sportuojančių grupėje IOS buvo statistiškai reikšmingai mažesnis ($10,2 \pm 1,30$ ir $16,0 \pm 3,00$ mmHg, $p<0,05$), taip pat po 5 min. ($10,4 \pm 0,89$ ir $15,0 \pm 2,55$ mmHg, $p<0,05$), po 10 min. ($12,4 \pm 1,67$ ir $17,6 \pm 3,29$ mmHg, $p<0,05$) ir po 15 min. ($12,8 \pm 1,64$ ir $17,8 \pm 1,48$ mmHg, $p<0,05$) nei nesportuojančių. Arterioveninio santykio pokyčių statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo.

Atlikus izokinetinį fizinį krūvį, kvėpuojant normaliai, IOS reikšmingų skirtumų tarp sportuojančių ir nesportuojančių prieš krūvį nebuvo ($13,6 \pm 2,88$ ir $18,4 \pm 4,62$ mmHg, $p=0,08$), tačiau iš karto po krūvio sportuojančių grupėje IOS buvo statistiškai reikšmingai mažesnis ($11,8 \pm 1,30$ ir $16,6 \pm 1,34$ mmHg, $p<0,05$), po 5 min. ($10,2 \pm 2,17$ ir $16,8 \pm 5,07$ mmHg, $p<0,05$), po 10 min. ($10,6 \pm 2,19$ ir $17,2 \pm 4,38$ mmHg, $p<0,05$) ir po 15 min. ($10,6 \pm 2,30$ ir $16,2 \pm 2,17$ mmHg, $p<0,05$) nei nesportuojančių. Tarp sportuojančių ir nesportuojančių arterioveninio santykio statistiškai reikšmingi skirtumai nustatyti iš karto po krūvio ($0,66 \pm 0,03$ ir $0,60 \pm 0,03$, $p<0,05$) ir po 5 min. ($0,66 \pm 0,03$ ir $0,62 \pm 0,02$, $p<0,05$), kitose matavimo laiko vietose reikšmingų skirtumų nebuvo.

Atlikus izokinetinį fizinį krūvį su Valsalvos mėginiu, reikšmingų skirtumų tarp sportuojančių ir nesportuojančių prieš krūvį nenustatyta ($15,6 \pm 2,07$ ir $16,2 \pm 4,38$ mmHg, $p=0,79$). Tačiau iš karto po krūvio sportuojančių grupėje IOS buvo statistiškai reikšmingai mažesnis ($12,4 \pm 2,61$ ir $18,2 \pm 1,79$ mmHg, $p<0,05$), po 5 min. ($12,4 \pm 1,67$ ir $15,4 \pm 1,67$ mmHg, $p<0,05$) ir po 10 min. ($13,4 \pm 1,34$ ir $16,8 \pm 2,17$ mmHg, $p<0,05$) nei nesportuojančių. Po 15 min. statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo ($14,6 \pm 1,52$ ir $15,2 \pm 2,05$ mmHg, $p=0,61$). Arterioveninio santykio statistiškai reikšmingi skirtumai nustatyti iš karto po krūvio ($0,62 \pm 0,03$ ir $0,55 \pm 0,04$, $p<0,05$) ir po 15 min. ($0,67 \pm 0,02$ ir $0,64 \pm 0,02$, $p<0,05$).

Išvados

1. Pradinės intraokulinio spaudimo reikšmės prieš fizinį krūvį, nepriklausomai nuo kvėpavimo būdo, sportuojančiųjų ir nesportuojančiųjų grupėse statistiškai reikšmingai nesiskyrė.
 2. Atlikus izometrinį fizinį krūvį, kvėpuojant normaliai ir atliekant Valsalvos mėginį, sportuojančiųjų intraokulinis spaudimas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis iš karto po krūvio ir išliko mažesnis po 5, 10 ir 15 min., palyginus su nesportuojančiaisiais.
 3. Atlikus izokinetinį fizinį krūvį sportuojančiųjų intraokulinis spaudimas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis iš karto po krūvio, po 5 min. ir 10 min. abiejomis kvėpavimo sąlygomis, o kvėpuojant normaliai šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ir po 15 min., palyginus su nesportuojančiaisiais.
 4. Arterioveninio santykio statistiškai reikšmingi skirtumai buvo nustatyti po izokinetinio fizinio krūvio: kvėpuojant normaliai – iš karto po krūvio ir po 5 min., o su Valsalvos mėginiu – iš karto po krūvio ir po 15 min. Po izometrinio fizinio krūvio reikšmingas skirtumas nustatytas tik po 15 min. kvėpuojant normaliai.
-

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Krzysztofik M, Zygałto D, et al. Resistance Training with Blood Flow Restriction and Ocular Health: A Brief Review. J Clin Med. 2022 Aug 1;11(16):4881.
- [2] Lara PM, Redondo B, et al. Influence of the body positions adopted for resistance training on intraocular pressure: a comparison between the supine and seated positions. Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology 2023 261:7. 2023 Feb 16;261(7):1971–8.
- [3] González-Devesa D, Suárez-Iglesias D, et al. Systematic review on the impact of exercise on intraocular pressure in glaucoma patients. Int Ophthalmol. 2024 Dec 1;44(1):351.
- [4] Vera J, Redondo B, et al. The intraocular pressure response to lower-body and upper-body isometric exercises is affected by the breathing pattern. Eur J Sport Sci. 2021;21(6):1–8.
- [5] Brinkmann MP, Kibele NX, et al. Evaluating Retinal and Choroidal Perfusion Changes after Isometric and Dynamic Activity Using Optical Coherence Tomography Angiography. Diagnostics. 2021 Apr 29;11(5):808.
- [6] Vera J, Morenas-Aguilar MD, et al. Evidence-Based Exercise Recommendations for the Reduction and Stabilization of Intraocular Pressure: A Practical Guide for Eye Care and Sport Specialists. Applied Sciences 2025, Vol 15, Page 1396. 2025 Jan 29;15(3):1396.

MIELIŲ FORMUOJAMŲ BIOPLĖVELIŲ TYRIMAI LABORATORINĖSE IR REALIOSE MAISTO SISTEMOSE

Maisto pramonėje mikroorganizmų panaudojimas įvairių maisto produktų gamyboje yra neatsiejamą technologinių procesų dalis. Tačiau netinkamai taikoma pasteurizacija bei nepakankamas higienos reikalavimų laikymasis sukuria palankias sąlygas nepalankių mikroorganizmų dauginimuisi bei bioplėvelių formavimuisi. Bioplėvelės – tai mikroorganizmų sankaupos, įsitvirtinusios jų pačių sintetintame ekstraląstelinio polimerinio medžiagų matricose, gebančios sukibti tarpusavyje ir/arba prisitvirtinti prie įvairių paviršių [1]. Pastaraisiais metais stebimas minimaliai perdirbtų vaisių bei vaisių sulčių vartojimo augimas. Tokios terpės, kuriose yra didesnis cukraus kiekis ir žemesnis rūgštingumas, sudaro ypač palankias sąlygas mielių augimui [2]. Pagrindinės mielių gentys, siejamos su vaisių sulčių gedimu ir bioplėvelių susidarymu ant gamybos linijų paviršių yra *Candida*, *Pichia*, *Rhodotorula* ir *Saccharomyces* [3]. Dėl šios priežasties nuolat ieškoma efektyvių strategijų, galinčių slopinti bioplėvelių formavimąsi [4].

Mielių sukibimas ir gebėjimas formuoti bioplėveles glaudžiai susijęs su paviršiaus fizikocheminėmis savybėmis. Bioplėvelių susidarymas yra nuoseklus procesas, prasidedantis ląstelių adhezija prie biotinio arba abiotinio paviršių, vėliau vyksta ląstelių proliferacija, hifų formavimasis ir galiausiai susiformuoja subrendusi bioplėvelė [4]. Mielių sukibimas priklauso nuo paviršiaus hidrofobiškumo, elektrostatinės sąveikos, specifinių adhezinių baltymų, taip pat nuo paviršiaus morfologinių savybių, tokių kaip šiurkštumas ir standumas [5]. Sulčių gamyboje naudojamos įvairios pakavimo medžiagos, pvz.: plastikas (polipropilenas, polietileno tereftalatas), stiklas ir daugiasluoksnės kombinuotos pakuotės. Stiklas yra hidrofiliškas, neigiamą krūvį turintis paviršius skatinantis bioplėvelių susidarymą dėl palankių fizikocheminių sąveikų ir stabilios pirminio mikroorganizmų sukibimo [6]. Daugiasluoksnės kombinuotos pakuotės („Tetra Pak“) turi aseptinių savybių (daugiasluoksnę struktūrą, aliuminio pagrindą) ir geba efektyviai apsaugoti produktą nuo šviesos ir drėgmės poveikio [7]. Mielių ląstelės stipriai prisitvirtina prie hidrofobiškų plastiko paviršių, nes hidrofobinė sąveika užtikrina tvirtą jų sukibimą [5].

Bioplėvelės sudarančios ląstelės yra itin atsparios išoriniams veiksniams. Didėjantis visuomenės susirūpinimas dėl cheminių priedų maisto produktuose bei dažnai naudojamų priešgrybelinių medžiagų mažėjantis efektyvumas skatina ieškoti alternatyvių bioplėvelių kontrolės strategijų. Fenoliniai junginiai, randami eteriniuose aliejuose (EA), išskiriami kaip viena iš veiksmingų priemonių tinkanti slopinti mielių bioplėvelių formavimąsi [8]. Eterinius aliejus sudaro įvairūs bioaktyvūs junginiai: monoterpėnai, seskviterpėnai, diterpėnai, taip pat fenoliai ir aldehidai. Atlikus tyrimus su *Candida albicans* mielėmis nustatyta, kad EA ir jų komponentai gali ardyti grybelinių ląstelių struktūrą, slopinti hifų ir pseudohifų formavimąsi [9]. Pipirmėčių, eukaliptų, imbiero ir gvazdikėlių EA išskiriami dėl jų stiprių priešgrybelinių savybių [10].

Šio tyrimo tikslas – ištirti mielių bioplėvelių formavimąsi laboratorinėse ir natūraliose maisto sistemose bei įvertinti eterinių aliejų poveikį jų slopinimui.

Darbo metu iš VMTI Gamtos tyrimų centro Genetikos laboratorijos mikroorganizmų kolekcijos buvo atrinkti mielių kamienai, gebantys formuoti bioplėveles. Visi tiriami mielių kamienai buvo auginami YEPD terpėje termostatuojamomis sąlygomis 2, 5 ir 7 paras. Iš ištirtų 26 mielių kamienų buvo atrinkta 10, gebančių formuoti bioplėveles: *Candida krusei*, *Candida boidinii*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Pichia fermentans*, *Pichia membranifaciens*, *Pichia kluyveri*, *Pichia kudriavzevii*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Metschnikowia fructicola* ir *Hanseniaspora uvarum*. Kituose tyrimo etapuose, šie mielių

kamienai buvo auginami maistinėse sistemose, siekiant įvertinti jų gebėjimą formuoti bioplėveles įvairių rūšių sultyse (apelsinų, vynuogių, obuolių, kriaušių ir slyvų). Nustatyta, kad bioplėvelių formavimosi intensyvumas tiek laboratorinėse sąlygose, tiek maistinėse sistemose reikšmingai nesiskyrė tarp skirtingų inkubacijos trukmių, todėl 2 parų auginimo laikotarpis buvo pasirinktas kaip optimalus tolimiesiems tyrimams. Atrinktų mielių kamienų gebėjimas formuoti bioplėveles buvo analizuojamas ant skirtingų sulčių pakavimo medžiagų paviršių (stiklo, plastiko, daugiasluoksnės kombinuotos pakuotės). Mielės buvo suskirstytos į silpnai, vidutiniškai ir stipriai formuojančias bioplėveles pagal kristalvioleto ir resazurino testus.

Išanalizavus gautus duomenis buvo nustatyta, kad mielės geriausiai bioplėveles formuoja ant plastiko, kiek silpniau – ant stiklo, o silpniausiai ant daugiasluoksnės kombinuotos pakuotės. Stipriausiai bioplėveles formavo *C. krusei* ir *H. uvarum* mielių kamienai. Palankiausia terpė jų susidarymui yra vynuogių sultys, o nepalankiausia – slyvų. Pastebėta, kad natūralios šviežiai spaustos sultys (išskyrus apelsinų) labiau skatina bioplėvelių augimą nei parduotuvėje įsigytos.

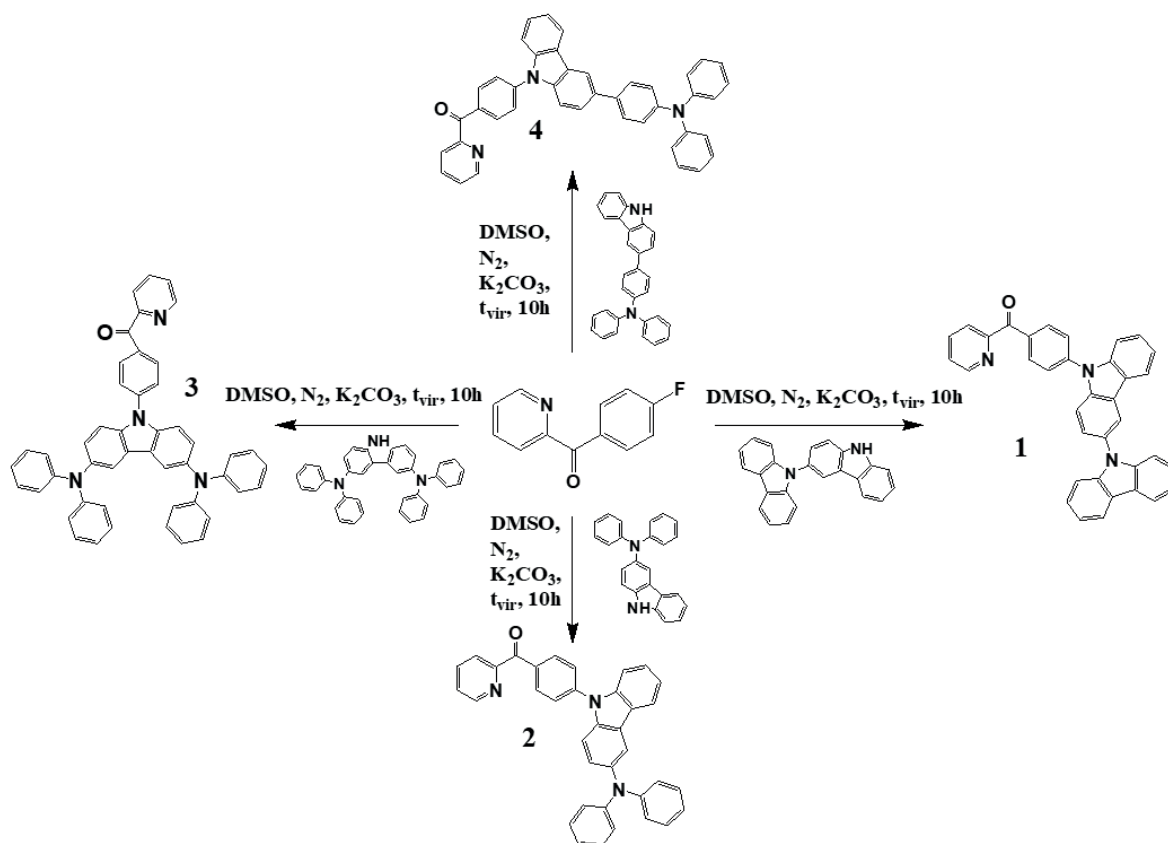
Vertinant eterinių aliejų slopinimo poveikį bioplėvelių formavimuisi, nustatyta, kad raudonėlio EA turi stipresnes priešgrybelines savybes nei gvazdikėlio EA. Raudonėlio EA efektyviai slopino *C. krusei* ir *W. anomalus* (MSK – 0,18 µL/mL) kamienus. Gvazdikėlio EA silpniausiai veikė *C. boidinii* (MSK – 0,99 µL/mL). *P. membranifaciens* abu eteriniai aliejai slopino panašiu efektyvumu (atitinkamai 0,24 ir 0,25 µL/mL). Eterinių aliejų slopinimo poveikis bioplėvelių susidarymui buvo kiekybiškai įvertintas nustatant IC₅₀ vertes. Raudonėlio EA veikė daugiau mielių rūšių (*C. boidinii*, *P. kluyveri*, *H. uvarum* – 0,002 %), o gvazdikėlio EA efektyviau slopino *C. krusei* ir *P. kluyveri* (minimali koncentracija 0,001 %). Raudonėlio ir gvazdikėlio EA slopinimo poveikis maistinėse sistemose buvo įvertintas vynuogių sultyse ant plastiko ir daugiasluoksnės pakuotės paviršių. Šios sultys buvo palankiausia terpė formotis bioplėvelėms maistinėse sistemose. Nustatyta, kad raudonėlio EA priešgrybelinės savybės buvo stipresnės nei gvazdikėlio.

LITERATŪRA

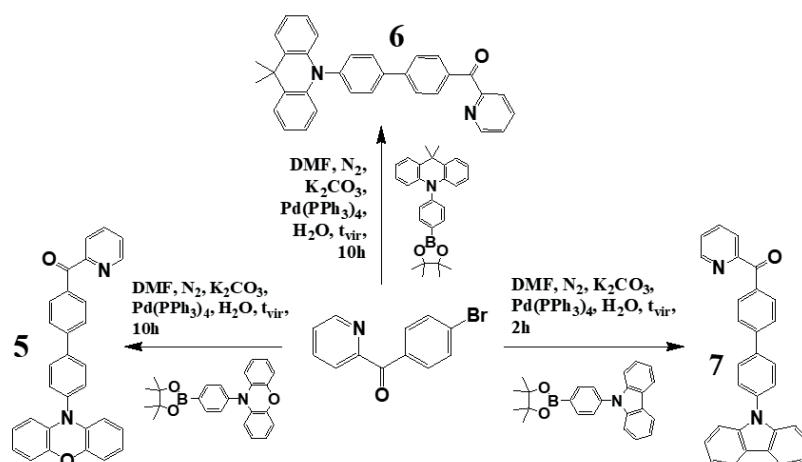
- [1] Flemming, H.C., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., Rice, S., Kjelleberg, S. *Nature Reviews Microbiology*, 2016, 14(9): 563-575.
- [2] Tournas, V.H., Heeres, J., Burgess, L. *Food Microbiology*, 2006, 23(7): 684-688.
- [3] Vella, F.M., Calandrelli, R., Del Barone A., Guida, M., Laratta, B. *European Food Research and Technology*, 2023, 249: 465–472.
- [4] Cruz Almeida, E., Targino de Souza, G., Sousa Guedes J., Barbosa, I.M., Paiva de Sousa, C., Castellano, L.R.C., Magnani M., Leite de Souza, E. *Food Microbiology*, 2019, 82 : 20-29.
- [5] Alonso, V.P.P., Lemos, J.G., Nascimento, M.S. *International Journal of Food Microbiology*, 2023, 400(110265): 1-13.
- [6] Oda, S., Tanikawa, A. *Journal of Microbiological Methods*, 2022, 203(106608): 1-6.
- [7] Robertson, G.L. *Recycling*, 2021, 6(20): 1-20.
- [8] Kimani, B.G., Kerekes, E.B., Szebenyi, C., Krisch, J., Vágvölgyi, C., Papp, T., Takó, M. *Foods*, 2021, 10(7): 1652.
- [9] Karpiński, T.M., Ożarowski, M., Seremak-Mrozikiewicz, A., Wolski, H. *Frontiers in Bioscience*, 2023, 28(2): 1-9.
- [10] He, M., Du, M., Fan, M., Bian, Z. *Mycopathologia*, 2007, 163: 137–143.

AZOTO HETEROCIKLINIŲ JUNGINIŲ MOLEKULINĖ INŽINERIJA TREČIOSIOS KARTOS OLED PRIETAISAMS

Organiniai šviesos diodai (OLED) keičia technologijų rinką, ypač atsiradus antrosios kartos prietaisams, kuriuose šviesos generavimas remiasi fosforescencija. Naudojant sunkiųjų metalų kompleksus pavyko padidinti išorinį kvantinį efektyvumą, tačiau dėl ilgai gyvuojančių tripletinių sužadintųjų būsenų būtina taikyti krūvį pernešančias matricas [1]. Trečiosios kartos OLED technologija remiasi termiškai aktyvuojama uždelstąja fluorescencija (TADF), kuri suteikia galimybę efektyviai panaudoti tripletines sužadintąsias būsenas, jas konvertuojant į šiek tiek aukštesnės energijos singletines būsenas. Kad šis mechanizmas vyktų efektyviai, būtina užtikrinti nedidelį energijos skirtumą tarp singletinių ir tripletinių sužadintųjų būsenų (ΔE_{ST}) [2]. Šis fotonų generavimo būdas teoriškai leidžia pasiekti iki 100 % vidinį kvantinį efektyvumą. Ilgaamžiškumui ypač svarbus emisinio sluoksnio komponentų morfologinis ir terminis stabilumas. Iki šiol ištirta nemažai elektronus priimančių fragmentų, tokių kaip benzonitrilas, difenilsulfonas ar triazinas, o tarp donorinių struktūrų vyrauja karbazolas ir jo dariniai. Tolimesnei pažangai būtina kurti naujus TADF emiterius, pasižyminčius mažu ΔE_{ST} , pakankamu terminiu bei morfologiniu stabilumu ir geru tirpumu organiniuose tirpikliuose. Atsižvelgiant į dabartinius rinkos poreikius, buvo sukurtos septynios naujos molekulės, kurių sintezė pavaizduota 1 ir 2 pav. Naujų medžiagų sintezė OLED prietaisams buvo vykdoma naudojant pradinę medžiagą (4-fluorofenil)(2-piridinil)metanoną sintetinant 1-4 junginius, ir pradinę medžiagą (4-bromofenil)(2-piridinil)metanoną 5-7 junginiams.



1 pav. 1-4 molekulių sintezė



2 pav. 5-6 molekulių sintezė

Reakcijos vyko šarminėje terpėje, dalyvaujant kalio karbonatui, (4-fluorofenil)(2-piridinil)metanonas reagavo dimetilsulfoksido, aromatinių nukleofilių pakeitimo reakcijų metu, o (4-bromofenil)(2-piridinil)metanonas dalyvavo Suzuki reakcijoje *N,N*-dimetilformamide, pridėdant degazuotą distiliuotą vandenį ir katalizatorių. Reakcijos vykdytos mišinių virimo temperatūroje nuo 2 iki 10h. Gautos medžiagos išgrynintos kolonėlinės chromatografijos metodu, o jų struktūros patvirtintos branduolių magnetinio rezonanso bei masių spektrometrijos metodais. Toliau, medžiagų savybės buvo ištirtos diferencinės skenuojamosios kalorimetrijos (DSK) ir termogravimetrinės analizės (TGA) metodais, leidžiančiais nustatyti stiklėjimo temperatūrą (T_g) ir destrukcijos temperatūrą (T_d). Molekulėms atlikti DFT skaičiavimai, kurie atskleidė HOMO bei LUMO orbitalių erdvinį atsiskyrimą bei ΔE_{ST} vertes. Sužadintų singletinių (S_1) ir tripletinių (T_1) buvių energijų vertės. Medžiagų savybių rezultatai pavaizduoti 1 lentelėje.

1 lentelė. Molekulių savybių rezultatai

Medžiagos	T_g , (°C)	T_d , (°C)	S_1 , (eV)	T_1 , (eV)	ΔE_{ST} , (eV)	HOMO, (eV)	LUMO, (eV)	E_g , (eV)
1	100	417	2,8211	2,7099	0,1112	-5,62	-2,42	3,20
2	73	383	2,4486	2,3513	0,0973	-5,14	-2,36	2,78
3	117	442	2,3674	2,2472	0,1202	-5,05	-2,36	2,69
4	90	446	2,6529	2,5387	0,1142	-4,87	-1,95	2,92
5	53	378	2,1210	2,1189	0,0021	-4,64	-2,20	2,44
6	60	342	2,5521	2,5482	0,0039	-4,95	-2,01	2,94
7	57	379	2,9870	2,6728	0,3142	-5,79	-2,50	3,29

Apibendrinant galima teigti, kad visi junginiai geba sudaryti stabilūs amorfinius sluoksnius, o junginiai 1 ir 3 pasižymi aukšta stiklėjimo temperatūra (≥ 100 °C), puikiai tinkantys komerciniam naudojimui. Taip pat, TADF emitteriams įprastai reikalaujama, kad ΔE_{ST} vertė turėtų būti $\leq 0,2$ eV, beveik visi junginiai šį reikalavimą atitinka, todėl demonstruoja aukštą potencialą pritaikymui TADF prietaisams.

LITERATŪRA

- [1] Zhang, Q., Guo, S., Zhang, K., Yu, C., Zhou, H., Wang, Q., Zhang, Z., Huang, J., Wang, H., Wei, B. *Dyes and Pigments*, 2024, 222, 111874.
- [2] Zhang, T., Xiao, Y., Wang, H., Kong, S., Huang, R., Ka-Man Au, V., Yu, T., Huang, W. *Angewandte Chemie*, 2023, 62, e202301896.

INDŽIO SULFIDO PLONŲ SLUOKSNIŲ NUSODINIMAS ANT POLIAMIDO 6 PAGRINDO IR SAVYBIŲ TYRIMAS

Įvadas

Indžio sulfidas (In_2S_3) yra perspektyvi medžiaga UV spinduliuotės fotodetektoriams dėl savo plataus draustinės energijos juostos pločio (angl. band gap). Šio junginio draustinės energijos juostos plotis priklauso nuo junginio kristalinės struktūros ir sintezės metodo, tačiau dažniausiai kinta 2,12–2,60 eV intervale. Be to, In_2S_3 pasižymi dideliu cheminiu stabilumu, geru fotolaidumu ir netoksiškumu. Dėl šių savybių In_2S_3 plonosios plėvelės ir nanostruktūros plačiai taikomos kaip buferiniai sluoksniai kadmio neturinčiuose CIGS saulės elementuose, taip pat naudojamos regimosios šviesos fotokatalizėje, fotodetektoriuose ir dujų jutikliuose [1–3].

In_2S_3 dangos gali būti formuojamos įvairiais metodais, tokiais kaip cheminės vonelės nusodinimo metodas (CBD), ultragarso purškiamoji pirolizė, terminis garinimas vakuume, atominio sluoksnio nusodinimas (ALD) ir kt. Vis dėlto, CBD ir ultragarso purškiamosios pirolizės metodai yra labiausiai paplitę dėl savo paprastumo, mažos kainos ir galimybės išplėsti iki pramoninio lygio. CBD metodas leidžia kontroliuoti plėvelės storį, stochiometrinį santykį ir yra tinkamas didelio ploto dangoms formuoti esant žemai temperatūrai [2].

Projekto tikslas – nusodinti In_2S_3 dangas ant lankstaus poliamido 6 pagrindo, taikant cheminės vonelės nusodinimo metodą ir ištirti gautų dangų cheminę sudėtį, paviršiaus morfologiją bei optines charakteristikas.

In_2S_3 dangų nusodinimas

Prieš nusodinimą PA 6 bandiniai buvo paruošiami verdant distiliuotame vandenyje 2 val., po to džiovinami eksikatoriuje virš silikagelio. In_2S_3 dangų nusodinimas buvo atliekamas keičiant tirpalo temperatūrą (70 °C ir 80 °C) bei indžio sulfato ($\text{In}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) koncentraciją (0,025–0,1 M). Kaip sieros šaltinis naudotas tioacetamidas ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NS}$), kurio koncentracija buvo parenkama 10 kartų didesnė nei indžio druskos. Bandiniai tirpale, sudarytame iš tioacetamido, distiliuoto vandens ir indžio druskos, buvo laikomi 15–70 min., po to nuplaunami distiliuotu vandeniu ir džiovinami eksikatoriuje virš silikagelio.

Cheminės sudėties analizė (AAS)

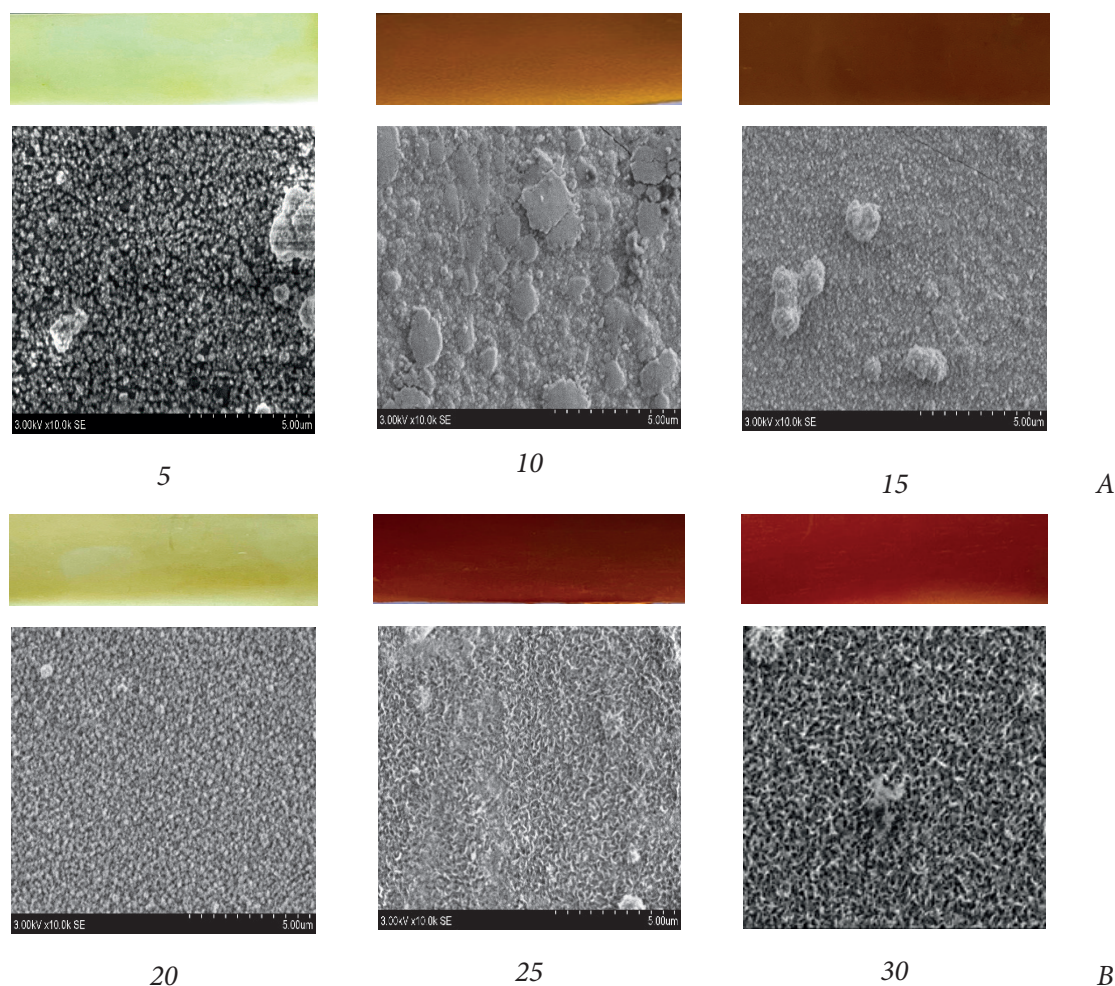
PA 6 paviršiuje sudaryto sluoksnio kiekybinė analizė buvo atlikta atominės absorbcinės spektroskopijos metodu, naudojant OPTIMA 8000 spektrometrą (PerkinElmer, Konektikutas, JAV). Maži, 0,02–0,05 g bandinių gabalėliai ištirpinami 5 ml koncentruotame nitrato rūgšties tirpale. Gautas tirpalas virinamas 30 min. vandens vonioje, taip įvykdydamas negrįžtamą PA destrukciją ir tirpalą išgryninant nuo azoto oksidų. Po virinimo tirpalas skiedžiamas distiliuotu vandeniu iki 25 mL tūrio ir atliekama analizė.

Remiantis gautais rezultatais, tolimesniems tyrimams atrinkti bandiniai, kurie buvo ilgiausią laiką išlaikyti skirtingų temperatūrų ir koncentracijų tirpaluose.

Paviršiaus morfologijos ir elementinės sudėties analizė (SEM/EDX)

Dangų paviršiaus morfologija ir elementinė analizė atlikta taikant skenuojančiosios elektroninės mikroskopijos (SEM) ir energijos dispersijos rentgeno spektroskopijos (EDX) metodus. Analizei naudotas skenuojantis elektroninis mikroskopas Hitachi S-3400N su įmontuotu Bruker Quad 5040 EDX detektoriumi.

EDX analizė parodė, jog nusodinant dangas iš skirtingos koncentracijos tirpalų, indžio kiekis juose kinta labai nežymiai. Esant 70 °C temperatūrai, indžio dalis svyruoja nuo 35,33 iki 36,26 norminių atominių procentų, o 80 °C temperatūroje – nuo 38,49 iki 39,76 norm. at. %. Panaši tendencija stebima ir sieros atveju: jos kiekis dangoje taip pat mažai kinta. Esant 70 °C temperatūrai, sieros dalis sumažėja nuo 64,67 iki 63,74 norm. at. %, o 80 °C temperatūroje – nuo 61,51 iki 60,24 norm. at. %.



1 pav. Skirtingos temperatūros tirpaluose, (A) 70 °C ir (B) 80 °C, nusodintų In_2S_3 dangų ant PA 6 paviršiaus nuotraukos ir SEM vaizdai ($\times 10\,000$), esant skirtingoms indžio druskos koncentracijoms: 0,025 M (5 ir 20), 0,05 M (10 ir 25) ir 0,1 M (15-30)

Rentgeno spindulių difrakcinė analizė (RSDA)

Indžio sulfidų sluoksnių, nusodintų ant PA 6 paviršiaus, rentgeno difrakcinė analizė buvo atlikta naudojant D8 Advance rentgeno difraktometrą Bruker AXS. Kadangi PA 6 yra būdingos labai intensyvios smailės ties $2\theta = 20,41^\circ$ ir $23,71^\circ$, rentgenogramos buvo užrašytos 2θ intervale nuo 25 – 70° . Gauti analizės duomenys buvo apdoroti naudojantis „Search Match“ bei „Microsoft Excel“ programomis. Analizuojant rentgenogramas remtasi tarptautinio difrakcijos duomenų centro (ICDD) duomenų baze. Rentgenogramose išryškėja smailės, būdingos kubiniam In_2S_3 (JCPDS Nr. 5-731) ir heksagoniniam In_2S_3 (JCPDS Nr. 33-623).

Optinių savybių tyrimas (UV-RŠv)

Gautų sluoksnių optinės savybės buvo tiriamos taikant ultravioletinės ir regimosios šviesos (UV-RŠv) spektroskopiją. Absorbcijos spektrai buvo užrašyti 200–1100 nm intervale, naudojant PerkinElmer

Lambda 35 UV-Vis spektrofotometrą. Draustinės energijos juostos plotis buvo apskaičiuotas iš UV-RŠv sugerties spektrų, taikant Tauc formulę:

$$(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g)$$

čia: α – absorbcijos koeficientas, h – Planko konstanta, ν – bangos ilgis, E_g – draustinės energijos plotis, A – konstanta.

Nustatyta, kad gautų dangų vertės svyruoja nuo 2,5 iki 2,8 eV. Šis intervalas yra suderinamas su mokslinėje literatūroje pateikiamomis vertėmis [3].

Išvados

Gauti rezultatai rodo, jog CBD metodas yra tinkamas formuoti In_2S_3 dangas ant lankstaus polimerinio pagrindo, o tokios dangos yra potencialiai pritaikomos optoelektrikoje, ypač fotodetektoriuose ir saulės energetikoje.

LITERATŪRA

- [1] Alagarasan, D., Hegde, S. S., Kumar ir kt.. (2023). Influence of La^{3+} doping on nebulizer spray pyrolysed In_2S_3 thin film for enhanced photodetector performance. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 444.
- [2] Ledesma-Juárez, A., Quintero-Guerrero, J. F., & Fernández, A. M. (2025). Structural, Morphological and Optical Comparison of In-S Films Deposited by CBD and Ultrasonic Pyrolytic Spraying, as a Buffer Layer in CIGS So-lar Cells. *Chalcogenide Letters*, 22(12), 1009–1018.
- [3] Timoumi, A., Belhadj, W., Alamri, S. N., & al Turkestani, M. K. (2021). Experimental studies and new theoretical modeling on the properties of In_2S_3 thin films. *Optical Materials*, 118.

STIBIO (III) SELENIDO SLUOKSNIŲ ANT FTO STIKLO SUDARYMAS IR TYRIMAS

Didėjant pasauliniam energijos vartojimui ir tuo pačiu mažėjant neatsinaujančių energijos ištekliams, energetikos sektorius susiduria su būtinybe ieškoti ilgalaikių, aplinkai draugiškų sprendimų. Todėl energetikoje vis svarbesnę vietą užima technologijos, leidžiančios energiją išgauti iš atsinaujančių šaltinių, mažinant priklausomybę nuo iškastinio kuro. Dėl plataus prieinamumo ir technologinio pritaikomumo Saulės energija išsiskiria kaip vienas perspektyviausių atsinaujančių energijos šaltinių. Pastaraisiais metais intensyviai plėtojami sudėtiniai plonasluoksniai saulės elementai kaip kadmio telurido (CdTe), vario indžio galio selenido (CIGS) ir vario cinko alavo selenido (CZTS), kurių energijos konversijos efektyvumas atitinkamai yra 22,1 %, 23,35 % ir 12,6 % [1, 2]. Plonasluoksnių fotovoltinių elementų šeimai priklausantis Stibio selenidas (Sb_2Se_3), pastaraisiais metais sulaukė didelio mokslinio dėmesio kaip perspektyvi funkcinė medžiaga energetikos ir optoelektronikos reikmėms, kadangi pasižymi tiesioginiu draudžiamuoju energijos tarpu (~1,1–1,3 eV), dideliu sugerties koeficientu ($> 10^5 \text{ cm}^{-1}$), vidutiniu krūvininkų judrumu ($10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$), ilgu krūvininkų gyvavimo laiku (60 ns) [3] bei maža kaina. Be to jis netoksiškas, gausiai aptinkamas Žemės plutoje, todėl laikomas vienu perspektyviausių kandidatų kuriant naujos kartos aplinkai nekenksmingas saulės energijos technologijas.

Šio darbo tikslas buvo FTO stiklo paviršiuje sudaryti plonus Sb_2Se_3 sluoksnius ir ištirti jų savybes. Šie sluoksniai buvo sudaromi ant fluoru legiruoto alavo oksidu dengtų (FTO) stiklinių plokštelių paviršiaus chemiais nusodinimo būdais: cheminiu nusodinimu vonioje (CVN), nuosekliaja jonų adsorbcija ir reakcija (SILAR) ir lašo paskirstymo ant substrato (LPA) metodu.

Sb_2Se_3 sluoksnių paviršiaus morfologija buvo tirta optine stereo mikroskopija (OSM) ir skenuojančia elektronine mikroskopija (SEM), fazinė sudėtis buvo tirta rentgeno spindulių difrakcine analize (RSDA), paviršiaus elementinė sudėtis – elektronine dispersine spektroskopija (EDS). Sb_2Se_3 sluoksnių optinės savybės tirtos ultravioletinio ir regimojo spektro (UV–RS) absorbcinė spektroskopija.

LITERATŪRA

- [1] Dharmadasa I. M., Alam A. E. *Energies*, 2022, 15(24), 9510.
- [2] Cantas A., Gundogan S. H., Turkoglu F., Koseoglu H., Aygun G., Ozyuzer L. *Thin Solid Films*, 2023, 784, 140070.
- [3] Wijesinghe U., Longo G., Hutter O. S. *Energy Adv.*, 2023, 2, 12-33.

HIBRIDINIO FORMIATO PEROVSKITO EPR TYRIMAI

Hibridiniai organiniai–neorganiniai perovskitai, tokie kaip MAPbCl₃, pasižymi sudėtinga struktūrine dinamika, kurią lemia organinio katijono judėjimas. Žemose temperatūrose ši dinamika gali pasireikšti kaip kvantinio tuneliavimo procesas. Šioje praktikoje ši dinamika buvo tiriama naudojant Ni²⁺ jonų pulsinę elektronų paramagnetinio rezonanso (EPR) spektroskopiją.

Buvo atlikti trijų impulsų elektronų sukinio aidų moduliacijos (ESEEM) eksperimentai esant skirtingiems magnetinio lauko stiprumams, siekiant ištirti hiperplonąją sąveiką ir žemo dažnio dinamiką NH₃ grupėje. Eksperimentai atskleidė moduliacijos dažnius apie 0,4 MHz ir 1,6 MHz, kurie nepriklauso nuo magnetinio lauko stiprumo. Tokie signalai yra būdingi kvantinio tuneliavimo procesams, o ne įprastoms branduoliniams hiperplonosioms sąveikoms.

Siekiant atskirti branduolinių sąveikų ir tuneliavimo indėlius, NH₃ grupė buvo modeliuojama naudojant MATLAB ir EasySpin programas. Simuliacijos leido identifikuoti, kurie signalai kyla iš hiperplonųjų sąveikų, o kurie yra susiję su tuneliavimo dinamika. Gauti rezultatai rodo, kad Ni²⁺ EPR metodika yra tinkamas įrankis organinio katijono dinamikai hibridiniuose perovskituose tirti ir papildo ankstesnius Mn²⁺ sistemų tyrimus.

LITERATŪRA

- [1] Usevičius, G., Turčak, J., Zhang, Y., Eggeling, A., Einorytė, Ž., Hope, M. A., Svirskas, Š., Klose, D., Kalendra, V., Aidas, K., Jeschke, G., Bany, J., Šimėnas, M. Dalton Transactions, 2024, 53, 7292–7302.

CHANGES IN ANTIOXIDANT PROPERTIES AND VOLATILE COMPOUNDS OF BEE-COLLECTED POLLEN DURING STORAGE

Bee pollen is a highly valuable product widely used for scientific purposes in medicine, nutrition, and related fields. It has been actively studied for many years due to its unique and rich chemical structure. Bee pollen possesses favourable organoleptic characteristics, including smell, taste, and texture, while containing a large array of beneficial compounds [1]. These include phenolic compounds, flavonoids, chlorophylls, and carotenoids, all of which contribute to its antiradical scavenging activity. Together, these characteristics make bee pollen a valuable product that can enhance the quality of life in humans and other living organisms. However, despite its nutritional and biological potential, bee pollen is highly biodegradable. Storage conditions, including temperature, packaging type, and light exposure, can significantly alter its chemical composition and functional properties [2]. Understanding these changes is essential for preserving pollen quality from harvest to consumption.

The study aimed to analyze how storage conditions affect the chemical composition of bee-collected pollen, specifically changes in antioxidant properties and volatile compound composition. Polyfloral Lithuanian bee pollen was stored under six different storage conditions, varying in temperature, packaging, and light availability. Measurements were performed every 4 weeks using spectrophotometric methods. Total phenolic content (TPC) was determined using the Folin-Ciocalteu method. Total flavonoid content (TFC) was determined using the aluminium chloride method. Antiradical activity (RSA) was measured using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay [3]. Chlorophyll a (Chl a), chlorophyll b (Chl b), and total carotenoids were quantified spectrophotometrically at specific wavelengths [4]. For TPC, TFC, and RSA measurements, methanolic extracts of bee pollen were prepared. For chlorophyll a, chlorophyll b, and total carotenoids, acetonic extracts were prepared. Volatile compounds were evaluated in ethyl acetate extracts employing GC-MS technique. All measurements were performed in triplicate. Statistical analysis was conducted using Pearson correlation to assess relationships between antioxidant parameters and pigment content over time and across storage conditions.

The initial chemical composition of bee-collected pollen and the values after 20 weeks of storage under six different conditions are presented in Table 1. The presented data indicate that the chemical composition of bee pollen changes non-uniformly over 20 weeks of storage and is strongly influenced by storage conditions. Notably, TPC and TFC increased under all conditions, regardless of temperature or packaging, with the highest TPC observed in samples stored in plastic at 20 °C and the highest TFC under refrigerated conditions. This increase is likely not due to the synthesis of new compounds, but rather to structural degradation (e.g., cell wall disruption) and enzymatic processes that improve the extractability of the compounds.

Radical scavenging activity (RSA) remained relatively stable, showing only minor fluctuations, suggesting that increased TPC and TFC do not directly correspond to higher antioxidant capacity, likely due to qualitative changes in phenolic composition.

Chlorophylls a and b were not detected after 20 weeks, indicating high instability, while carotenoids decreased across all conditions, particularly at elevated temperatures, confirming their sensitivity to oxidation and heat.

Table 1. Chemical composition of bee pollen before and after 20 weeks of storage under six storage conditions.

Time	Storage condition	TPC (mg/g)	TFC (mg/g)	RSA (mg/g)	Chl a (µg/mL)	Chl b (µg/mL)	Carotenoids (µg/mL)
Initial	Fresh (freezer)	37.2±0.9	9.3±0.4	32.9±1.2	0.0±0	0.6±0.7	1.3±0.8
	Dried	38.9±1.4	10.3±0.5	27.6±0.8	0.0±0	0.2±0.5	1.4±0.4
After 20 weeks	Fresh (freezer)	40.8±1.6	11.1±1.1	35.2±0.3	ND	ND	1.1±0.8
	Fridge (4-6 °C)	45.9±2.2	16.1±2.3	30.2±0.4	ND	ND	0.9±0.3
	Dark glass jar (20 °C)	46.1±1.1	14.7±2.2	32.9±0.5	ND	ND	0.7±0.7
	Plastic (20 °C)	50.7±0.5	13.9±1	34.0±0.7	ND	ND	0.8±0.2
	Plastic (dark, 20 °C)	50.1±1.2	14.4±0.6	33.9±0.5	ND	ND	0.7±0.3
	Glass jar (dark, 30-32 °C)	49.5±1.9	15.3±0.8	31.9±1.2	ND	ND	0.5±0.5

Note. TPC – total phenolic content, TFC – total flavonoid content, RSA – radical scavenging activity, Chl a – chlorophyll a, Chl b – chlorophyll b.

The overall trend (Fig. 1) for all measured compounds showed a gradual increase from the initial point up to week 15, where the highest values were observed, followed by a decrease by week 20 to levels comparable to approximately week 11. In general, this pattern reflects a moderate accumulation phase during storage, followed by a subsequent decline. Such behaviour is consistent with previous findings [2, 5], where an initial increase in measured bioactive compounds is attributed to the progressive disruption of the pollen wall structure. This phenomenon can be explained by the breakdown of sporopollenin, the highly resistant outer layer of bee pollen, which enhances the release and extractability of phenolic compounds, flavonoids, and other bioactive constituents, leading to higher analytically detected values.

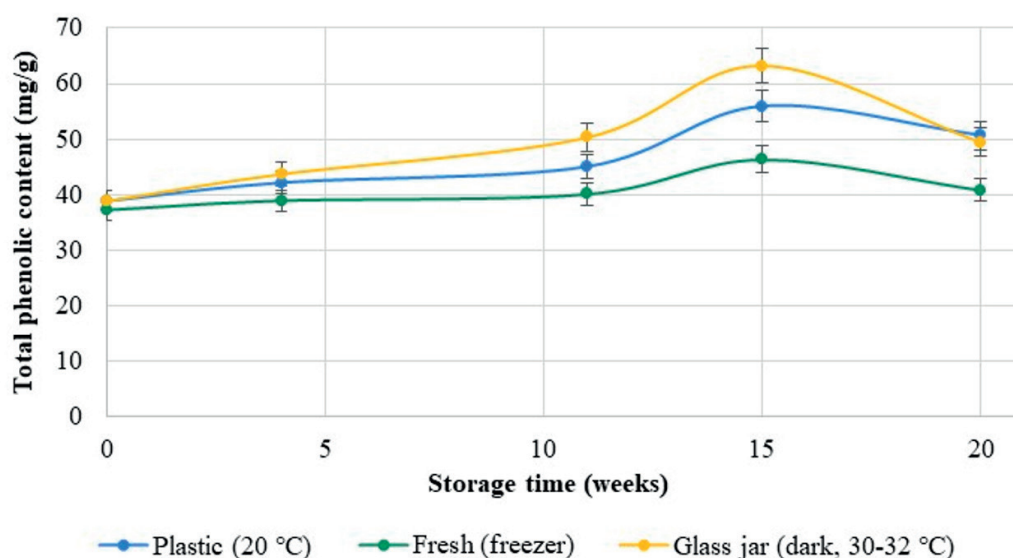


Figure 1. Changes in total phenolic content (TPC) of bee-collected pollen during 20 weeks of storage under plastic (20 °C), fresh (freezer), and glass jar (dark, 30-32 °C) conditions.

The observed turning point between weeks 15 and 20 likely represents a shift from enhanced extractability to prevailing degradation processes. This transition is particularly important, as it indica-

tes that the apparent improvement in chemical composition during early storage is transient and may mask the onset of compound instability. Consequently, prolonged storage beyond this point would be expected to result in a further decline in bioactive compounds, especially under less controlled conditions.

Pearson correlation analysis at peak storage time (week 15) revealed a strong positive relationship between TPC and TFC ($r = 0.71$, $p \leq 0.05$), suggesting that flavonoids constitute a substantial fraction of the total phenolic compounds in bee pollen. In contrast, a moderate negative relationship between TPC and RSA ($r = -0.47$, $p \leq 0.05$), as well as a weak negative relationship between TFC and RSA ($r = -0.34$, $p \leq 0.05$), was observed. These inverse correlations may indicate that not all phenolic compounds contribute equally to antioxidant activity, and that qualitative changes in compound composition play a significant role in determining RSA. It is also possible that degradation products formed during storage possess lower antioxidant capacity or even interfere with radical scavenging measurements.

Volatile and semi-volatile compounds were extracted using ethyl acetate, including hexanal, nonanal, α -pinene, d-limonene, 2-methylpropanoic acid, as well as hexadecanoic acid, octadecatrienoic acid, tricosane, pentacosane and pentylbenzene. Overall, the storage-induced changes were mainly both quantitative and qualitative. The largest decrease in volatile compounds was found in the warm-stored pollen sample.

In balance, this study revealed a non-linear pattern of chemical changes in stored bee pollen, characterized by an initial increase followed by a decline in most measured parameters. The peak observed at week 15, followed by a decrease at week 20, suggests that the period between the 15th and 20th weeks marks the onset of significant chemical degradation. From a practical perspective, this indicates that storage beyond 15 weeks should be carefully controlled and monitored, particularly with respect to temperature and oxygen exposure, in order to preserve the functional and nutritional quality of bee pollen.

Acknowledgments

This work was funded by the Research Council of Lithuania (LMTLT), Grant No. S-ST-25-103. The authors would like to thank Dr. Neringa Sutkevičienė for providing the bee pollen samples.

LITERATURE

- [1] Khalifa, S. A. M. ir kt. *Nutrients*, 2021, 13(6), 1876.
- [2] Alcalá-Orozco, M., Lobo-Farfan, I., Tirado, D. F., Mantilla-Escalante, D. C. *Foods*, 2024, 13(21), 3437.
- [3] Kaškonienė, V., Kaškonas, P., Maruška, A. *Chemical Papers*, 2015, 69, 291–299.
- [4] Lichtenthaler, H. K. *Methods in Enzymology*. Academic Press Inc., New York, 1987, 350–382.
- [5] Rzepecka-Stojko, A., Stec, M., Kurzeja, E., Pawłowska-Góral, K. ir kt. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2012, 21(4), 1007–1011.

GLP-1 POVEIKIS ŽMOGAUS ŽARNYNO LYGIŲJŲ RAUMENŲ LĄSTELIŲ GYVYBINGUMUI IR DPP-4 RAIŠKAI METABOLINIO STRESO SĄLYGOMIS

Įvadas

Gliukagono tipo peptidas-1 (GLP-1) yra inkretininis hormonas, kurį išskiria žarnyno L ląstelės kylančios gliukozės lygiui organizme. Jis reguliuoja gliukozės homeostazę, skatindamas nuo gliukozės priklausomą insulino sekreciją ir slopindamas gliukagono išsiskyrimą [1]. Nors geriausiai yra išnagrinėtas GLP-1 metabolinis poveikis, tačiau jis veikia ir kitose organizmo vietose [2]. Nustatyta, kad GLP-1 receptorių yra įvairiuose audiniuose: širdyje, kraujagyslių endotelyje bei lygiuosiuose raumenyse. Taip šis hormonas daro įtaką lygiųjų raumenų susitraukimams ir gali tiesiogiai dalyvauti kraujagyslių funkcijos reguliacijoje [1, 2]. Aterosklerozės modelyje pelėse buvo nustatyta, kad GLP-1 didina endotelio azoto sintazės kiekį taip sukeldamas kraujagyslių išsiplėtimą [3]. GLP-1 taip pat padeda atsistatyti kraujagyslių sienelėms po įvairių būklių tokių kaip hiperglikemija ar uždegiminių pokyčių [3]. GLP-1 veikia lygiųjų raumenų ląsteles storajame žarnyne, moduluodamas jų kontraktiliškumą ir proliferaciją slopindamas jų susitraukimus [4]. GLP-1 biologinį aktyvumą reikšmingai riboja dipeptidilpeptidazė-4 (DPP-4). Tai yra serino proteazės fermentas greitai inaktyvuojantis GLP-1 pašalinant N-terminalinius peptidus nuo GLP-1 molekulių. Dėl itin trumpo GLP-1 pusinės eliminacijos laiko (1-2 minutės) DPP-4 aktyvumas yra pagrindinis veiksnys, ribojantis GLP-1 veikimo trukmę ir intensyvumą [5]. DPP-4 padidėja nutukimo metu visceraliniame riebaliniame audinyje ir koreliuoja su padidėjusiu adipocitų dydžiu ir metaboliiniu ląstelių funkcijų sutrikimu [6]. Tyrimai rodo, kad GLP-1 poveikis endotelio ląstelėms reikšmingai sumažina oksidacinio streso sukeltą endotelio disfunkciją ir autofagiją mažinant reaktyvius deguonies junginius [7].

Tyrimo tikslas

Ištirti GLP-1 poveikį žmogaus žarnyno lygiųjų raumenų ląstelių gyvybingumui ir DPP-4 raiškai metabolinio streso sąlygomis.

Tyrimo metodai

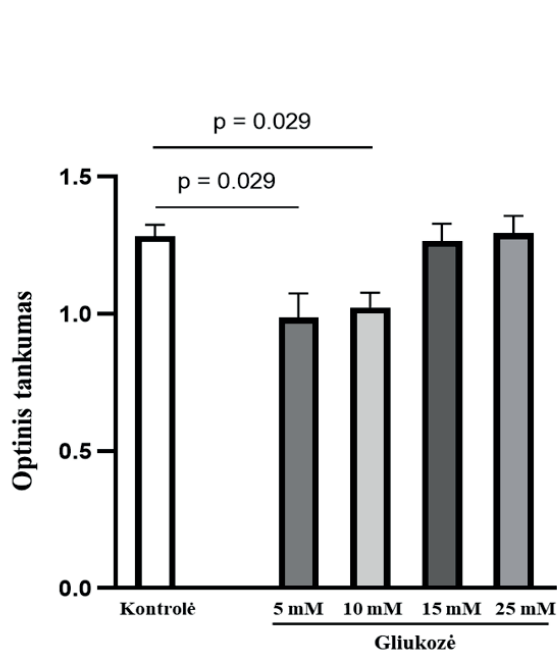
Tyrimo metu ląstelių kultūros kolboje, kurios naudingas paviršiaus plotas 75 cm², augintos žmogaus žarnų lygiųjų raumenų ląstelės (HSMC angl. *human intestinal smooth muscle cells*). Ląstelės išsodintos 5000 ląst./cm² tankiu ir auginamos norint pasiekti tinkamą ląstelių kiekį išsodinimui į šulinėlius. Užaugintos žarnų lygiųjų raumenų ląstelės išsodintos į 96 šulinėlių plastikinę ląstelių kultūros plokštelę. Šulinėliuose ląstelės suskirstytos į tiriamąsias grupes (n = 4), iš kurių I grupė buvo kontrolinė, II veikiama 50 μM palmitino rūgštimi (sukeliamas metabolinis stresas), III grupė veikiama 50 μM palmitino rūgštimi ir po 24 valandų veikiama 0,1 μM GLP-1 receptoriaus agonistu. Praėjus 72 valandoms po ląstelių užsodinimo iš kiekvieno šulinėlio nutraukta po 100 μl supernatanto ir užšaldyta -80°C šaldiklyje vėlesniam DPP4 matavimui ELISA (angl. enzyme-linked immunosorbent assay) metodu. Ląstelių gyvybingumas buvo nustatytas naudojant CCK-8 gyvybingumo testus (angl. Cell Counting Kit-8) pagal gamintojo protokolą. Trumpai, ląstelės buvo inkubuojamos su CCK-8 reagentu nustatytą laiką, o susidaręs formazano dažas, susijęs su ląstelių dehidrogenazių aktyvumu, buvo kiekybiškai įvertintas matuojant absorbanciją ties 450 nm bangos ilgiu mikroplokštelių spektrofotometru.

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Duomenų pasiskirstymas buvo vertinamas taikant Šapiro–Vilko testą. Jei duomenys atitiko normalųjį skirstinį, grupių vidurkiams palyginti buvo naudojamas Studento t testas. Jei duomenys neatitiko normaliojo skirstinio, taikyti neparametriniai metodai – Manno–Whitney U testas. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$.

Rezultatai

LĄSTELIŲ GYVYBINGUMO VERTINIMAS

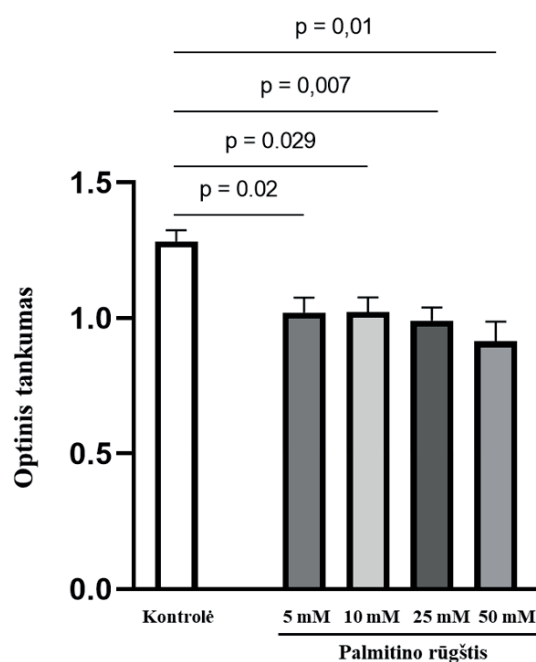
Tyrimo rezultatai parodė, kad ląstelių gyvybingumas (optinis tankumas) buvo mažesnis esant 5 mM ir 10 mM gliukozės koncentracijoms, palyginti su kontrole ($p < 0,05$). Tuo tarpu esant 15 mM ir 25 mM gliukozės koncentracijoms statistiškai reikšmingo skirtumo, lyginant su kontrole, nenustatyta ($p > 0,05$). Nors didėjant gliukozės koncentracijai buvo stebima gyvybingumo didėjimo tendencija, ji nebuvo statistiškai reikšminga visose tirtose koncentracijose.



1 pav. Gliukozės poveikis ląstelių gyvybingumui

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Kontrolinė grupė ($n = 3$), eksperimentinės grupės ($n = 4$). Statistinė analizė atlikta naudojant Manno–Whitney U ir Studento t testą. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$.

Tyrimo rezultatai parodė, kad didėjant palmitino rūgšties koncentracijai, po 72 val. nuo užsodinimo ląstelių gyvybingumas mažėjo. Nustatyta nuo koncentracijos priklausoma gyvybingumo mažėjimo tendencija. Didžiausias statistiškai reikšmingas gyvybingumo sumažėjimas nustatytas esant 50 mM palmitino rūgšties koncentracijai ($p < 0,05$). Ši koncentracija buvo pasirinkta tolesniems tyrimams kaip galimai didžiausią metabolinį stresą sukelianti.

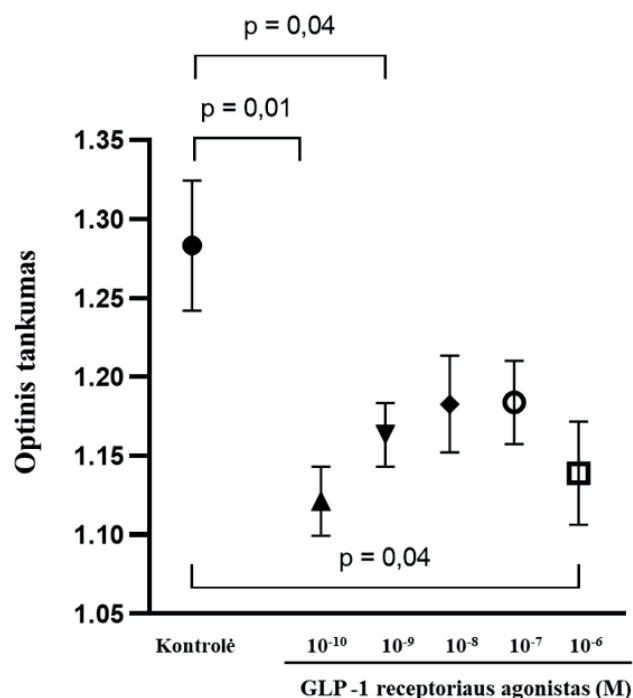


2 pav. Palmitino rūgšties poveikis ląstelių gyvybingumui

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Kontrolinė grupė ($n = 3$), eksperimentinės grupės ($n = 4$). Statistinė analizė atlikta naudojant Manno–Whitney U testą. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$.

Tyrimo rezultatai parodė, kad didėjant GLP-1 receptoriaus agonisto (Exendin) koncentracijai buvo stebima ląstelių gyvybingumo didėjimo tendencija. Ląstelių gyvybingumas buvo reikšmingai mažesnis, palyginti su kontrole, esant 10^{-10} M ($p = 0,01$) ir 10^{-9} M ($p = 0,04$) koncentracijoms. Taip pat nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp kontrolės ir didžiausios GLP-1 agonisto koncentracijos (10^{-6} M) ($p = 0,04$). Esant šiai koncentracijai nustatytas mažesnis ląstelių gyvybingumas, palyginti su 10^{-9} M, 10^{-8} M ir 10^{-7} M koncentracijomis ($p < 0,005$).

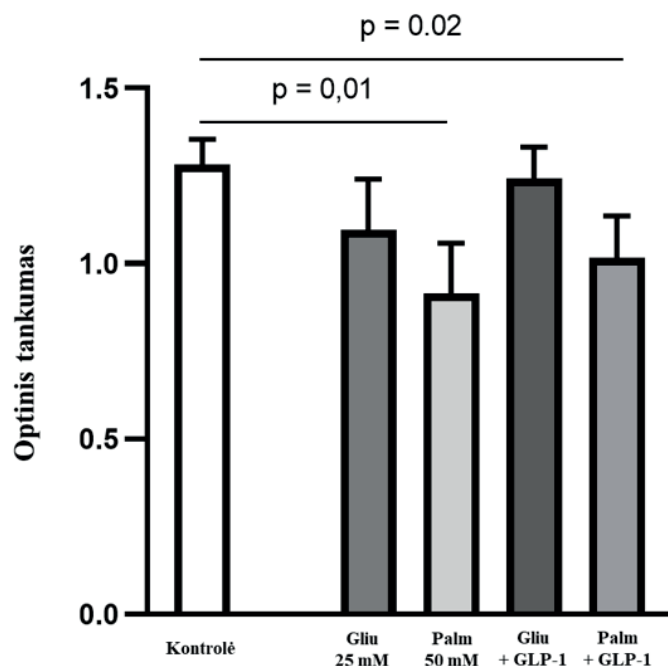
Tolimesniems tyrimams pasirinkta 10^{-7} M koncentracija, užtikrinusi didžiausią ląstelių gyvybingumą.



3 pav. GLP-1 agonisto (Extendin) poveikis ląstelių gyvybingumui

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Kontrolinė grupė ($n = 3$), eksperimentinės grupės ($n = 4$). Statistinė analizė atlikta naudojant Sjudento t testą. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$. **GLP-1** – gliukagonui panašus peptidas-1.

Tyrimo rezultatai parodė, kad ląstelių gyvybingumas statistiškai reikšmingai sumažėjo veikiant 50 mM palmitino rūgštimi, palyginti su kontrole ($p = 0,01$). Įdomu tai, kad pridėjus GLP-1 receptoriaus agonistą prie palmitino rūgštimi veikiamų ląstelių, buvo stebimas ląstelių gyvybingumo padidėjimas. Tačiau šis gyvybingumas išliko mažesnis, lyginant su kontrolės grupe ($p = 0,02$).

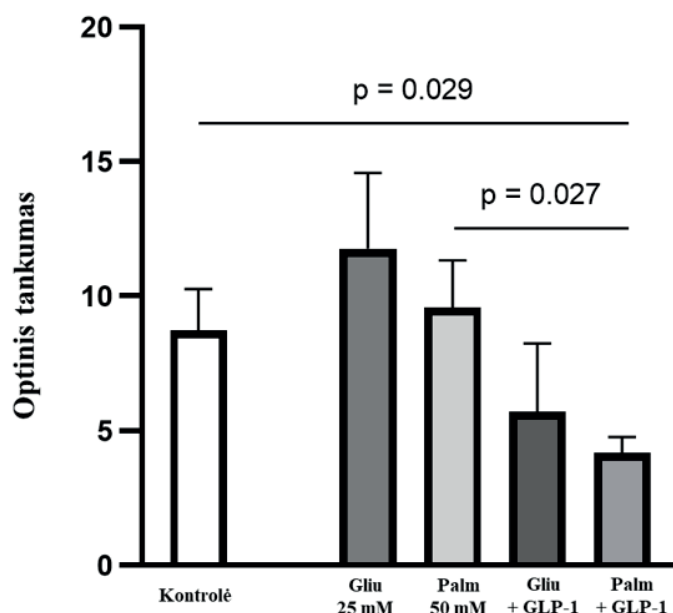


4 pav. GLP-1 receptorių agonisto poveikis ląstelių gyvybingumui esant gliukozės ir palmitino rūgšties sukeltam poveikiui.

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Kontrolinė grupė ($n = 3$), eksperimentinės grupės ($n = 4$). Statistinė analizė atlikta naudojant Manno-Whitney U testą. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$. **Glu** – gliukozė; **Palm** – palmitino rūgštis; **GLP-1** – gliukagonui panašus peptidas-1.

Tyrimo rezultatai parodė, kad GLP-1 receptoriaus agonistas reikšmingai sumažino DPP-4 raišką ląstelėse, kurioms buvo sukeltas metabolinis stresas naudojant 50 mM palmitino rūgštį ($p = 0,027$). Lyginant su kontrole, DPP-4 raiška buvo reikšmingai mažesnė GLP-1 agonistu veiktoje, palmitino rūgštimi paveiktoje ląstelėse ($p = 0,029$).

DPP-4 RAIŠKOS VERTINIMAS



5 pav. GLP-1 receptorių agonisto poveikis ląstelių DPP-4 raiškai esant gliukozės ir palmitino rūgšties sukeltam poveikiui.

Duomenys pateikiami kaip vidurkis $\pm$ SEM. Kontrolinė grupė ($n = 3$), eksperimentinės grupės ($n = 4$). Statistinė analizė atlikta naudojant Manno–Whitney U testą. Statistiškai reikšmingas skirtumas laikytas, kai $p \leq 0,05$. **Glu** – gliukozė; **Palm** – palmitino rūgštis; **GLP-1** – gliukagonui panašus peptidas-1.

Išvados

Tyrimo rezultatai rodo, kad GLP-1 receptoriaus agonistas gali sumažinti palmitino rūgšties sukeltą metabolinį stresą žarnyno lygiųjų raumenų ląstelėse. Be to, nustatyta, kad GLP-1 receptoriaus agonistas gali mažinti DPP-4 raišką, kuri, tikėtina, prisideda prie metabolinio streso išsivystymo dėl padidėjusios DPP-4 ekspresijos.

LITERATŪRA

- [1] Nilsson M, Bové KB, Suhars E, Hermann T, Madsbad S, Holst JJ, Prescott E, Zander M. The effect of DPP-4-protected GLP-1 (7–36) on coronary microvascular function in obese adults. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2019;22:139–144. doi:10.1016/j.ijcha.2019.01.004.
- [2] Król M, Kupnicka P, Żychowska J, Kapczuk P, Szućko-Kociuba I, Prajwos E, Chlubek D. Molecular insights into the potential cardiometabolic effects of GLP-1 receptor analogs and DPP-4 inhibitors. *Int J Mol Sci*. 2025;26:6777. doi:10.3390/ijms26146777.
- [3] Kimura T, Obata A, Shimoda M, et al. Down-regulation of vascular GLP-1 receptor expression in human subjects with obesity. *Sci Rep*. 2018;8:10644. doi:10.1038/s41598-018-28849-1.
- [4] May AT, Crowe MS, Blakeney BA, Mahavadi S, Wang H, Grider JR, Murthy KS. Identification of expression and function of the glucagon-like peptide-1 receptor in colonic smooth muscle. *Peptides*. 2019;112:48–55. doi:10.1016/j.peptides.2018.11.007.
- [5] Gilbert MP, Pratley RE. GLP-1 analogs and DPP-4 inhibitors in type 2 diabetes therapy: review of head-to-head clinical trials. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:178. doi:10.3389/fendo.2020.00178.
- [6] Lamers D, Famulla S, Wronkowitz N, et al. Dipeptidyl peptidase 4 is a novel adipokine potentially linking obesity to the metabolic syndrome. *Diabetes*. 2011;60(7):1917–1925. doi:10.2337/db10-1707.
- [7] Cai X, She M, Xu M, et al. GLP-1 treatment protects endothelial cells from oxidative stress-induced autophagy and endothelial dysfunction. *Int J Biol Sci*. 2018;14(12):1696–1708. doi:10.7150/ijbs.27774.

RYTŲ LIETUVOS PILKAPIŲ MORFOMETRINIŲ PARAMETRŲ APSKAIČIAVIMAS TIKIMYBINIAM PILKAPIŲ APTIKIMUI

Pilkapiai – supiltos antropogeninės kilmės teigiamos reljefo formos, siejamos su baltų laidojimo tradicija. Miškingoje Rytų Lietuvos teritorijose kasmet aptinkami nauji pilkapiai. Naujų pilkapių paieška tapo efektyvesnė atsiradus detaliems lazerinio skenavimo (Lidar) pagrindu sudarytiems skaitmeniniams reljefo modeliams (SRM), kuriuose gerai matomos net miškingose teritorijose esančios smulkios reljefo formos. Šis procesas išlieka subjektyvus ir itin lėtas, kadangi paieška atliekama rankiniu būdu skenuojant SRM itin stambiu masteliu, vizualiai atpažįstant į pilkapius panašias formas. Tačiau pilkapiai pasižymi jiems būdingais morfometriniais parametrais, besiskiriančiais nuo natūralių reljefo formų – aukščiu, spinduliu, polinkio kampu, plotu bei charakteringais įdubimais viršūnėje. Tai leidžia pilkapius atpažinti automatinėmis priemonėmis (Vasilevičius, Balakauskas, 2025). Tačiau siekiant sukurti tikimybinį pilkapių aptikimo modelius, reikalingi statistiniai duomenys apie šių parametrų pasiskirstymą jau žinomuose pilkapiuose. Šio tyrimo tikslas – apskaičiuoti žinomų Rytų Lietuvos pilkapių morfometrinius parametrus.

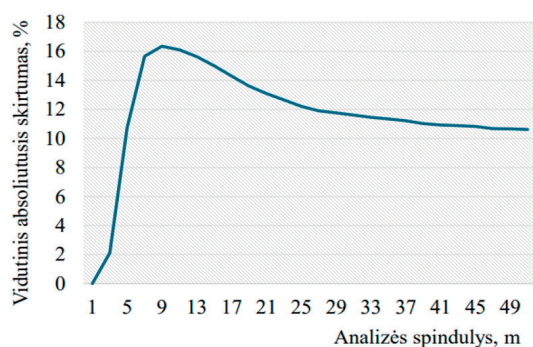
Skaitmeninio reljefo modeliui sudaryti naudojau Lidar skenavimo erdvinių duomenų rinkinį SEŽ-P_0.5LT iš Geoportal.lt (Nacionalinė žemės tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2009). Lazerinio skenavimo taškų duomenų pagrindu, naudojant ArcGIS Pro programinę įrangą, sudariau 2x2 m raiškos skaitmeninį reljefo modelį Ignalinos, Molėtų, Šalčininkų, Širvintų, Švenčionių, Trakų, Utenos, Vilniaus ir Zarasų rajonų savivaldybių teritorijoms. Kultūros paveldo registre (Kultūros paveldo departamentas prie Kultūros ministerijos, 2015) esančių žinomų pilkapynų plotuose vizualiai atpažinau pilkapius ir rankiniu būdu pažymėjau juos taškais. Morfometrinių parametrų (aukščio, polinkio kampo, ploto bei charakteringų įdubimų gylio) automatiniam apskaičiavimui sukūriau geoduomenų apdorojimo modelius. Morfometrinius parametrus skaičiavau tiek pilkapiams, tiek foninėms reljefo formoms, naudojant skirtingus analizės spindulius (nuo 1 iki 51 m), siekiant surasti analizės spindulius, kuriuose pilkapių morfometrija nuo foninės morfometrijos skiriasi labiausiai. Kiekvieno parametro kiekvienam spinduliui geoduomenų apdorojimo modeliai sudarė morfometrinių parametrų verčių procentinio pasiskirstymo histogramas. Tuomet kiekvienam spinduliui apskaičiavau absoliučiuosius vidutinius skirtumus pagal formulę:

$$AVS = \frac{\sum |P_n - A_n|}{C}$$

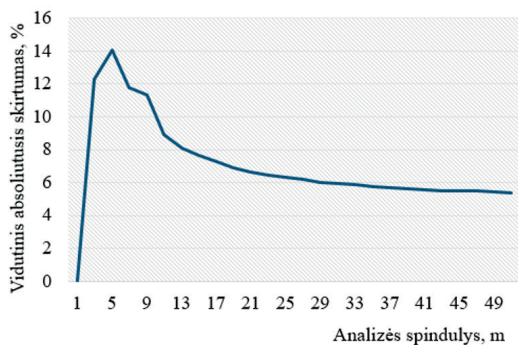
1 pav. Absoliučiojo vidutinio skirtumo formulė. AVS – absoliutusias vidutinis skirtumas; P – pilkapių morfometrinio parametro procentinė reikšmė; A – atsitiktinės (foninės) reljefo formos morfometrinio parametro procentinė reikšmė; n – klasifikacinio režio eilės numeris; C – klasifikacinių režijų kiekis.

Toliau kiekvienam morfometriniam parametrui sudariau grafikus, atvaizduojančius pilkapių ir foninių reljefo formų absoliučiuosius vidutinius skirtumus prie kiekvieno analizės spindulio. Santykinio aukščio vidutinio absoliutaus skirtumo grafikas parodė, kad pilkapių aukštis labiausiai išsiskyrė ties 9 metrų analizės spinduliu, kur vidutinio absoliutaus skirtumo reikšmė – 16,1% (1 pav.). Šio analizės spindulio pilkapių ir foninių reljefo formų procentinio pasiskirstymo histogramoje pilkapių aukštis

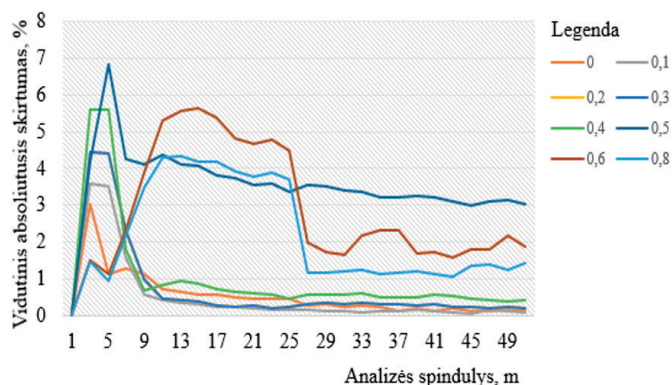
dažniausiai siekė 0,4–0,6 metro. 2 pav. matyti, kad polinkio kampas ryškiausiai išsiskiria ties 5 metrų analizės spinduliu, kur vidutinio absoliučiojo skirtumo reikšmė siekia 14%. Pilkapių polinkio kampo histogramos dažniausia reikšmė – 5°. Ploto vidutinio absoliučiojo skirtumo grafike pilkapių tikimybiniam aptikimui tinkamiausias 5 metrų analizės spindulys, o maksimali vidutinio absoliučiojo skirtumo reikšmė – 6,9% (3 pav.). Dažniausia pilkapių ploto histogramos reikšmė – 5 m². Charakteringų įdubimų grafike pilkapių tikimybiniam aptikimui tinkamiausias 17 metrų analizės spindulys (4 pav.). Ties šiuo spinduliu maksimali pilkapių charakteringų įdubimų gylio reikšmė – 0,1–0,2 m. Charakteringų įdubimų vidutinio absoliutaus skirtumo maksimumo reikšmė pati mažiausia – 5,1%.



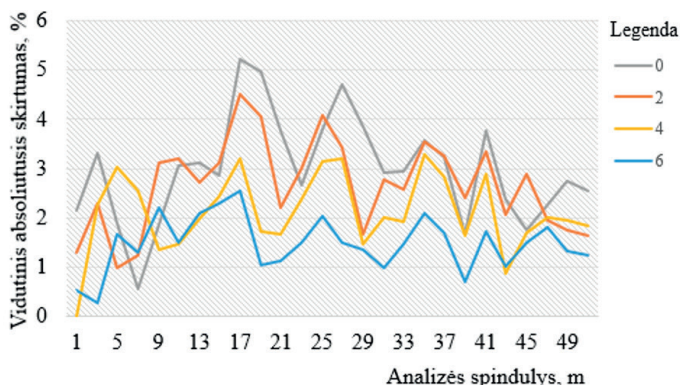
1 pav. Pilkapių ir atsitiktinių teigiamų reljefo formų santykinio aukščio vidutinio absoliutaus skirtumo grafikas



2 pav. Pilkapių ir atsitiktinių teigiamų reljefo formų polinkio kampo vidutinio absoliutaus skirtumo grafikas



1 pav. Pilkapių ir atsitiktinių teigiamų reljefo formų santykinio aukščio vidutinio absoliutaus skirtumo grafikas



2 pav. Pilkapių ir atsitiktinių teigiamų reljefo formų polinkio kampo vidutinio absoliutaus skirtumo grafikas

Šiame tyrime įvertinau Rytų Lietuvos pilkapių morfometrinius parametrus. Nustačiau, kad geriausiai iš tirtų charakteristikų pilkapius apibūdina santykinio aukščio morfometrinis parametras. Santykinio aukščio maksimali vidutinio absoliutaus skirtumo reikšmė – 16,1%. Pilkapių aukštis geriausiai išsiskiria ties 9 metrų spinduliu. Santykinio aukščio histogramoje pilkapiams būdingas santykinis aukštis – 0,4–0,6 metro. Taip pat vertingas polinkio kampo parametras, kurio maksimalus vidutinis absoliutusias skirtumas – 14%. Ši maksimali reikšmė pasiekta ties 5 metrų analizės spinduliu. Būdingiausia pilkapių polinkio kampo reikšmė – 5°. Iš tirtų parametrų pilkapius prasčiausiai apibūdina ploto ir charakteringų įdubimų morfometriniai parametrai. Maksimalus vidutinis absoliutusias skirtumas ploto statistikoje 2,3 karto mažesnis nei santykinio aukščio vertė, siekia 6,9%. Charakteringų įdubimų statistikoje maksimalus vidutinis absoliutusias skirtumas 3,2 karto mažesnis nei santykinio aukščio statistikoje. Maksimali jo

vertė – 5,1%. Gautos pilkapių santykinio aukščio ir polinkio kampo reikšmės galės būti naudojamos kaip pagrindinės, o ploto ir charakteringų įdubimų reikšmės kaip pagalbinės tikimybinių pilkapių aptikimo įvestys ateities tyrimuose.

LITERATŪRA

- [1] Kultūros paveldo departamentas prie Kultūros ministerijos (2015). [žiūrėta 2026-04-27] *Kultūros vertybių registras*.
<https://kvr.kpd.lt/#/static-heritage-search>
- [2] Nacionalinė žemės tarnyba prie Aplinkos ministerijos, VšĮ Statybų sektoriaus vystymo agentūra (2009). [žiūrėta 2026-04-26] *LR teritorijos skaitmeniniai erdviniai žemės paviršiaus lazerinio skenavimo taškų duomenys*.
<https://www.ssva.lt/cms/atviri-duomenys>
- [3] Vasilevičius, I., Balakauskas, L. (2025). Pilotinis tyrimas: geoduomenų apdorojimo modelių panaudojimas Švenčionių rajono pilkapių morfometrinių parametrų apskaičiavimui. *IX-oji nacionalinė jaunųjų geografo konferencija „Geographia Juventa“*. VU

OMV EFEKTYVUMO PERNEŠANT GENTAMICINĄ Į INFEKCIJOS VIETOJE ESANČIAS ACINETOBACTER BAUMANNII BAKTERIJAS TYRIMAS

Acinetobacter baumannii yra Gram-neigiamas oportunistinis patogenas, žinomas kaip vienas pagrindinių ligoninėse įgytų infekcijų sukėlėjų [1]. *A. baumannii* gali formuoti bioplėveles ant medicinos prietaisų paviršių ir pasižymi daugiavaisčiu atsparumu antibiotikams, kas ypač apsunkina infekcijų gydymą ir lemia aukštus pacientų mirtingumo rodiklius [2]. Gram-neigiamos bakterijos išskiria išorinės membranos pūsleles (OMV), kurios atlieka maistinių medžiagų ir mikroelementų transportavimo į bakterijas funkcijas. Šio tyrimo metu siekėme išsiaiškinti, ar OMV gali padėti pristatyti antimikrobines medžiagas į infekcijos židinį suformavusias *A. baumannii* bakterijas.

Šiame tyrime, pasitelkiant dvigubos homologinės rekombinacijos metodą, buvo kuriamas *A. baumannii* *ompA* geno delecinis mutantas, produkuojantis OMV be antigeninių OmpA baltymo struktūrų. Naudojant A549 plaučių epitelio ląstelių liniją, buvo kuriamas *A. baumannii* *in vitro* infekcijos modelis, kolonijas formuojančių vienetų (KFV) metodu vertinama antibiotiko gentamicino poveikio trukmės ir koncentracijos įtaka bakterijų išgyvenamumui. Norint įvertinti OMV įtaką antibiotiko pernašai, po infekcijos bakterijos buvo veikiamos gentamicinu arba gentamicinu, įterptu į OMV sonikacijos būdu. Papildomai, norint įvertinti antibiotikų bei OMV poveikį skirtingoms eukariotinėms ląstelėms, A549 ir J774 ląstelių gyvybingumas po poveikio buvo vertinamas MTT metodu.

Optimizuojant infekcijos protokolą buvo nustatyta, kad gentamicino koncentracija daro didesnę poveikį *A. baumannii* išgyvenamumui nei poveikio trukmė. Tarp skirtingų poveikio laikų statistiškai reikšmingų skirtumų bakterijų KFV/mL nenustatyta. Vertinant bendrą bakterijų kiekį nustatyta, kad esant 6 µg/mL gentamicino koncentracijai, bakterijų KFV/mL skaičius buvo maždaug 1000 kartų mažesnis nei esant 3 µg/mL koncentracijai, nepriklausomai nuo infekcijos trukmės, todėl 6 µg/mL buvo pasirinkta kaip pagrindinė koncentracija tolesniems tyrimams. Tolimesnių tyrimų metu buvo stebima nuosekli tendencija, kad į OMV inkorporuotas antibiotikas efektyviau mažina bakterijų išgyvenamumą nei laisvas gentamicinas, o $\Delta ompA$ mutanto OMV sąlygoja didesnę bakterijų išgyvenamumą nei laukinio tipo OMV, kas gali rodyti mažesnę $\Delta ompA$ mutanto OMV gebėjimą efektyviai pernešti gentamiciną. A549 ir J774 ląstelių gyvybingumas po poveikio OMV nepriklausomai nuo gentamicino buvimo ar jo koncentracijos, statistiškai reikšmingai nesiskyrė.

Tyrimų metu nustatyta, kad OMV gali veikti kaip antibiotikų pernešimo sistema. Laukinio tipo OMV pasižymėjo reikšmingai didesniu gebėjimu pernešti gentamiciną ir mažinti bakterijų išgyvenamumą nei $\Delta ompA$ mutanto OMV. Be to, tyrimas patvirtino, kad nei laukinio tipo, nei $\Delta ompA$ mutanto OMV neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos A549 ir J774 ląstelių gyvybingumui optimizuotomis sąlygomis. Atliktas tyrimas ne tik patvirtina OMV kaip tikslinės vaistų pernašos sistemos potencialą kovojant su daugiavaisčiu atsparumu antibiotikams pasižyminčiomis *A. baumannii* bakterijomis, bet ir sudaro pagrindą tolimesniems antimikrobinių medžiagų tyrimams.

LITERATŪRA

- [1] Akoolo, L., Pires, S., Kim, J., & Parker, D. (2022). The Capsule of *Acinetobacter baumannii* Protects against the Innate Immune Response. *Journal of innate immunity*, 14(5), 543–554.
- [2] European Centre for Disease Prevention and Control. (2024). Survey protocol for the ECDC genomic-based survey of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* in Europe (Version 1.3). Stockholm: ECDC.

HIDROGELIO SINTEZĖ IR TYRIMAS IŠ ŽELATINOS GAUTOS IŠ ŽUVŲ ANTRINIŲ ATLIEKŲ BEI HIDROLIZĖS KINETIKOS TYRIMAS TAIKANT FERMENTUS

Išvada

Šiuolaikiniame pasaulyje ieškoma antrinio perdirbimo, kad kuo mažiau būtų išmesta, taip mažinamas šiukšlių kiekis sąvartynuose. Ne išimtis yra želatina, kuri pagrinde išgaunama iš gyvulinės kilmės šaltinių, tačiau šiuolaikinėje erdvėje bandoma mažiau naudoti gyvulinės kilmės produktų ir tuo pačiu mažėja želatinos išgavimo šaltinis. Taip pat, želatina yra išgaunama iš žuvų bei iš jų antrinių žaliavų. Tai leidžia efektyviau panaudoti susidarancias atliekas, mažinti jų kiekį bei prisidėti prie tvaresnių ir aplinkai palankesnių sprendimų kūrimo. Tyrimo aktualumas siejamas su plačiu hidrogelių pritaikymu šiuolaikiniame moksle ir medicinoje. Hidrogeliai naudojami žaizdų gydymui, medžiagų pernešimui, vandens valymui. Ypač svarbus jų pritaikymas lėtinių žaizdų gijimo skatinimui, todėl bioskaidžių ir biosuderinamų hidrogelių kūrimas yra reikšmingas žingsnis šioje srityje [1].

Šio darbo tikslas yra ištirti „Innoskin“ želatiną, kuri išgauta iš antrinių žaliavų, ją išvalyti, ištirti pagrindines savybes, atlikti fermentinę hidrolizę ir susintetinti hidrogelius. Sintezė atlikta naudojant skirtingas susiuvimo sistemas. Tai yra kaip susiuvimo agentas yra glutaraldehidas, EDC/NHS sistema ir izocianatai.

Rezultatai ir jų aptarimas

Pirmojo etapo metu „Innoskin“ želatina buvo išgryninta, taip pašalinant netirpias priemaišas ir taip paruoštas tirpalas tapo homogeniškas ir pasiruošęs liofilizacijai. Po liofilizavimo želatinos gryninimo išeiga siekė 98 %.

Išgryninus želatina buvo atlikti viskozimetriniai tyrimai, kurių esminis tikslas išmatuoti klampų priklausomybes nuo koncentracijų ir apskaičiuoti molekulinę masę [2]. Želatinos 1-6 % tirpalai buvo paruošti distiliuotame vandenyje ir 0,01 M NaCl tirpale. Taip pat šiuose tirpikliuose buvo išmatuota molekulinė masė ties 37 °C temperatūra. Iš klampų buvo apskaičiuotos santykinės ir savitosios klampos, o vidinė klampa apskaičiuota taikant Schulz–Blaschke lygtį (apskaičiuoti k koeficientą) bei taikant Mark–Houwink lygtį apskaičiuota želatinos molekulinė masė.

Iš klampų duomenų gauta, kad didinant koncentraciją klampa didėja, nes stiprėja molekulinės sąveikos tarp želatinos grandžių, o esant temperatūrai virš 30 °C – mažėja klampa, nes mažėja vandens molekulių ryšių.

Ištyrus „Innoskin“ želatinos molekulinę masę, nustatyta, kad ji yra 67-73 kDa ribose. Taip pat buvo ištirta želatina iš kiaulių odos su Bloom indeksu 175, jos molekulinė masė yra 78 kDa. Iš to galima daryti išvadą, kad „Innoskin“ želatinos savybės turėtų būti artimos želatinei iš kiaulių odos su indeksu Bloom 175.

Antrame etape buvo nagrinėjama „Innoskin“ želatinos hidrolizė įvairiais fermentais. Kadangi želatina yra baltymas, todėl buvo pasirinkti proteazių klasės fermentai, kurie gali hidrolizuoti želatiną – tripsinas, pepsinas ir alkalazę. Fermentai yra skirtingi, todėl pagal literatūrą buvo surastos optimalios koncentracijų ribos – pepsinas (3 %), tripsinas (0,025–0,25 %) ir alkalazė (0,01–1 %). Šie fermentai pasirinkti dėl skirtingų veikimo sąlygų – pepsinas veikia rūgštinėje terpėje (pH ≈ 2), o tripsinas (reikalingas EDTA aktyvavimui) ir alkalazė – šarminėje terpėje (pH ≈ 8), todėl galima palyginti hidrolizės efektyvumą skirtingomis sąlygomis. Visais atvejais naudoti 6 % želatinos tirpalai, o hidrolizė vykdyta 37 °C temperatūroje.

Rezultatai parodė, kad fermentų efektyvumas ženkliai skiriasi. Tripsinas ir alkalazė greitai hidrolizavo želatiną – klampos sumažėjimas buvo ryškus jau per pirmąsias 5–15 minučių, o per 60 min pasiekta pilna hidrolizė. Tuo tarpu želatinos hidrolizė pepsinu vyko žymiai lėčiau ir pasiekta dalinė hidrolizė.

Lentelė 1. „Innoskin“ želatinos hidrolizė skirtingais fermentais

Fermentas	Koncentracija	Laikas	Hidrolizės pobūdis
PEPSINAS	3 %	60–80min	dalinė
TRIPSINAS	0,025–0,25 %	~15–60min	pilna
ALKALAZĖ	0,01–1 %	~15–60min	pilna

Gauti rezultatai rodo, kad želatina yra daug efektyviau hidrolizuojama šarminėje terpėje. Tuo tarpu rūgštinėje terpėje (pepsino atveju) hidrolizė vyksta lėčiau. Tai galima paaiškinti tuo, kad pepsinas hidrolizuoja skaidydamas baltymo grandinę bet kurioje vietoje iki oligomerų, o tripsino ir alkalazės fermentų galutiniai produktai yra amino rūgštys.

Trečiame etape, jau pilnai ištyrus želatiną, buvo atlikta hidrogelių sintezė skirtingais susiuvimo agentais – glutaraldehidais (GA), EDC/NHS (N-etil-N'-(3-(dimetilamino)propil)karbodiimido hidrochloridas)/N-hidroksisukcinimidas) sistema ir izocianatai (Desmodur T80 – toluendiizocianato monomerų mišinys; Desmodur N3300 – 1,6-heksametilendiizocianato trimeras) (lentelė 2).

Pradžioje buvo atliekama hidrogelio sintezė iš želatinos ir GA [1], kai GA praskiesta iki 25 %. Taip buvo atlikta, kad želatinos susiuvimas būtų lėtesnis. Sinteze atlikta distiliuotame vandenyje, kai želatinos koncentracija yra 10 %, o GA varijavo nuo $4.29 \cdot 10^{-4}$ iki $1.72 \cdot 10^{-3}$ mol. Naudojant EDC/NHS sistemą [3] buvo pasirinkta sudėtingesni variantai: želatina:EDC/NHS variavo nuo 5:1 iki 20:1 ir dar čia EDC:NHS pasirinkta 5:1 ir 8:1. EDC/NHS sistema yra jautri pH svyravimui, todėl buvo išbandyta distiliuotame vandenyje ir MES buferyje (pH = 5.5). Paskutinė hidrogelio sintezė buvo atlikta taikant DMSO tirpiklį ir susiuvimo agentą naudojant izocianatus [5]. Šioje sintezėje buvo pasirinkta 5 ir 10 % želatinos tirpalai bei izocianatų koncentracijos buvo $5.36 \cdot 10^{-5}$ (tik 10 %) ir $1.07 \cdot 10^{-4}$ mol (5 ir 10 %).

Lentelė 2. Hidrogelių sintezė ir jų savybių kitimo priklausomybė nuo skirtingų susiuvimo agentų

Susiuvimo agentas	Terpė	SW (%)	Mc (g/mol)	Ve (dalelės/ml)
GA (25%)	Vanduo	254 – 414	812 – 1323	$1.19E+21$ – $1.94E+21$
EDC/NHS	MES buferis	242 – 399	773 – 1275	$1.13E+21$ – $1.87E+21$
EDC/NHS	Vanduo	276 – 653	882 – 2087	$1.29E+21$ – $1.30E+21$
Desmodur T80	DMSO	153 – 277	489 – 885	$7.16E+20$ – $1.30E+21$
Desmodur N3300	DMSO	310 – 386	991 – 1234	$1.45E+21$ – $1.81E+21$

Analizuojant GA sistemą, nustatyta, kad didinant GA kiekį susidaro tankesnis tinklas – mažėja Mc (molekulinė masė tarp susiuvimo taškų), mažėja SW (brinkimo laipsnis) ir didėja Ve (– tankis). Tai rodo, kad didėja susiuvimo ryšių skaičius ir hidrogelis tampa mažiau brinkus vandenyje.

Taikant EDC/NHS sistemą, gauta, kad sintezės terpė vaidina svarbų vaidmenį EDC/NHS aktyvijoje ir tuo pačiu hidrogelio sintezėje. MES buferyje (pH = 5.5) susidaro tolygesnis susiuvimas, o vandenyje – mažesnis susiuvimas su platesniu brinkimo laipsnio intervalu. Tai yra, kad MES buferyje susidaro tolygesnis ir vidutinio tankio tinklas bei mažesnis brinkimas (SW = 242–399 %), palyginti su vandeniu (SW = 276–653 %). Taip pat tuo pačiu principu kinta Mc ir Ve duomenys.

Naudojant izocianatus buvo pasirinkta du visai skirtingi izocianatai. Naudojant Desmodur T80, susidaro labai tankus tinklas, todėl brinkimo laipsnis yra mažiausias. Tuo tarpu naudojant Desmodur N3300, tinklas yra retesnis, todėl hidrogeliai pasižymėjo didesniu brinkimo laipsniu ir M_c ir mažesniu V_e dydžiu.

Išvados

Ištyrus „Innoskin“ želatinos savybes ir nustatčius molekulinę masę, galima teigti, kad ji yra artima želatinai iš kiaulių odos Bloom 175.

Fermentinės hidrolizės rezultatai parodė, kad želatiną efektyviausiai skaido tripsinas ir alkalazė, o pepsinas veikia lėčiausiai.

Susintetinus hidrogelius su GA, EDC/NHS ir izocianatais, galima daryti išvadą, kad hidrogelių savybės priklauso nuo susiuvimo agento tipo, koncentracijos bei EDC/NHS sistemai – buferio. Esant didesnei susiuvimo agento koncentracijai formuojasi tankesnis susiuvimo tinklas, mažėja brinkimo laipsnis ir didėja susiuvimo tankis, tačiau esant didesnėms koncentracijoms sunkiau yra atlikti pačią hidrogelio sintezę.

LITERATŪRA

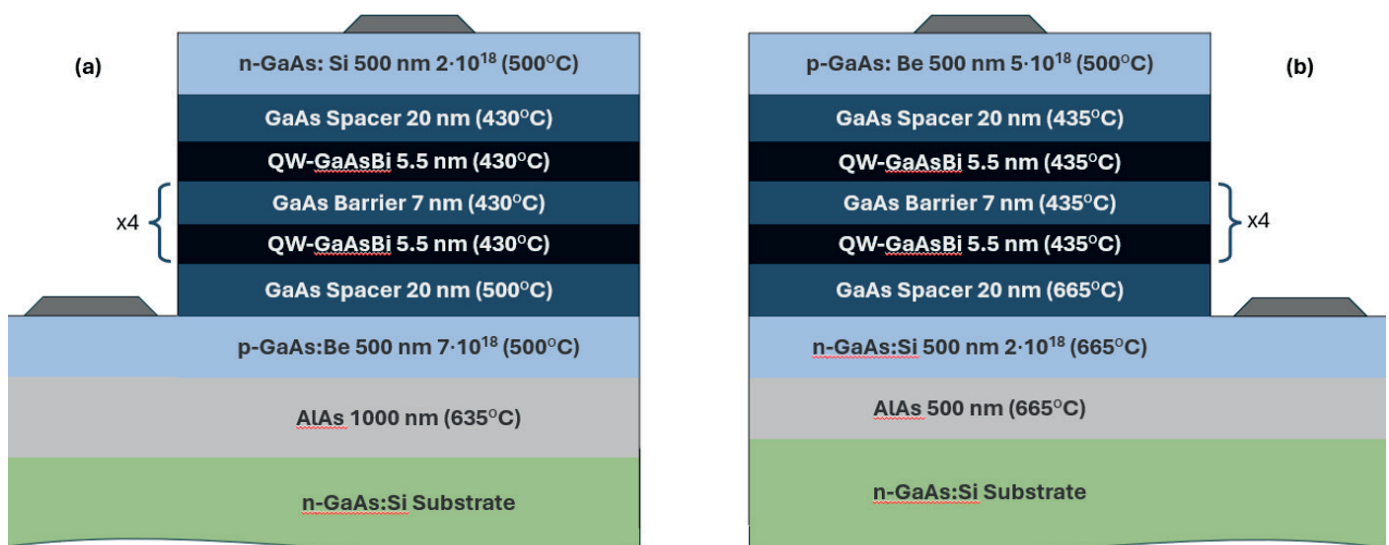
- [1] Straksys, A., Matulaityte S. Polymer Bulletin, 2026, 83:252.
- [2] Masuelli, M., A. Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry, 2014, 2, 37-43.
- [3] Gong, H., Kan, G. Food Chemistry, 2024, 436, 137700.
- [4] Strakšys, A., Kochanė, T. Food Chemistry, 2016, 211, 294-299.

BISMUTO PAGRINDU SUKURTŲ ŠVIESOS ŠALTINIŲ ELEKTROLIUMINESCENCIJOS TYRIMAS

Artimasis infraraudonasis spektrinis ruožas (NIR) šiais laikais yra plačiai taikomas daugelyje optoelektroninių sistemų – nuo biomedicininų jutiklių ir LiDAR stebėjimo iki optinio ryšio sistemų. Viena perspektyvi medžiaga NIR šviesos šaltiniams yra GaAsBi, pasižyminti sparčiu draustinių energijų tarpo () sumažėjimu įvedus vos kelis procentus bismuto [1] ir silpna priklausomybe nuo temperatūros. Be to, didėjant Bi koncentracijai, spin-orbitinio suskilimo energija gali viršyti, taip slopinant vieną iš nespindulinės Auger rekombinacijos kanalų [2]. Šios savybės yra daug žadančios siekiant našios emisijos virš 1 μm ant GaAs platformos, todėl svarbu įvertinti GaAsBi pagrindu veikiančių prietaisų optines savybes elektrinės srovės injekcijos sąlygomis.

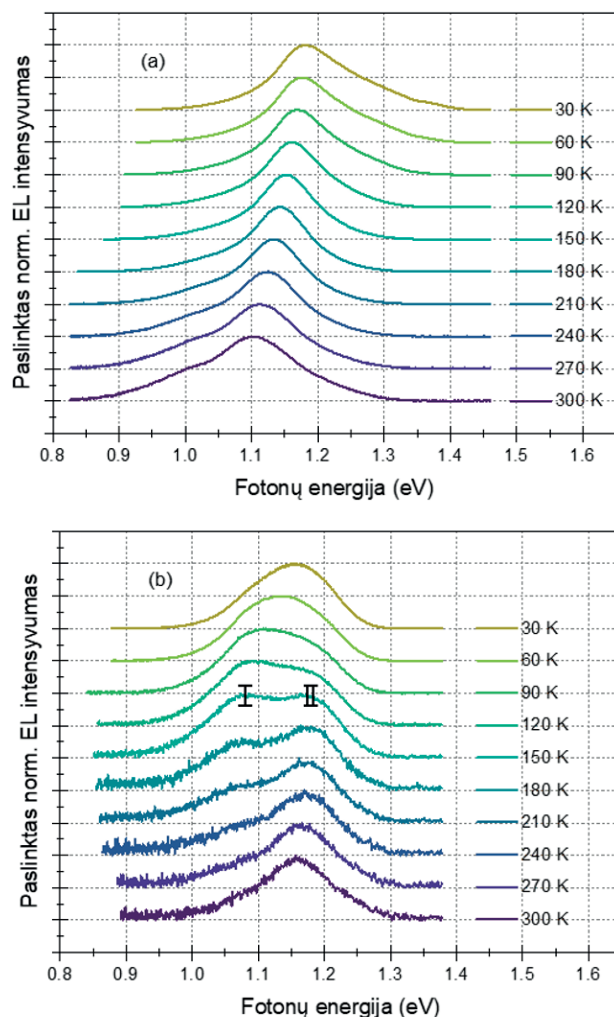
Šiame darbe elektroluminescencijos (EL) metodu buvo tirtos molekulinų pluoštelių epitaksijos būdu užaugintos lazerinių diodų ir LED prototipai, kurių aktyviąją sritį sudarė GaAsBi/GaAs daugybinių kvantinės duobės (MQW) ir tūrinis GaAsBi sluoksnis. Krūvininkai buvo injektuoti per indžio kontaktus, suformuotus ant nuėsdintų struktūrų. Matavimai buvo atlikti plačiame 30–300 K temperatūrų intervale, kartu analizuojant ir optinių savybių priklausomybę nuo injekcinės srovės stiprio.

Tirtų p-i-n ir n-i-p GaAsBi/GaAs MQW LED schemas yra pateiktos 1 pav. Abejose struktūrose papildomai buvo įterptas nukeliamasis AlAs sluoksnis, leidžiantis struktūras perkelti nuo GaAs padėklo ant Si platformos. Dėl patogesnio technologinio proceso perkėlimo metu struktūros tvirtinamos viršutiniu sluoksniu žemyn, todėl, norint jas integruoti ant standartinių n-tipo Si padėklų, diodo n-tipo kontaktas turėtų būti viršuje (1a pav.). Vis dėlto p-i-n struktūrų auginimas yra mažiau patrauklus, nes Be difuzijai riboti reikalinga $< 500^\circ\text{C}$ auginimo temperatūra [3], lemianti didesnį defektų tankį tiek p-tipo sluoksnyje, tiek ant jo augintose MQW.



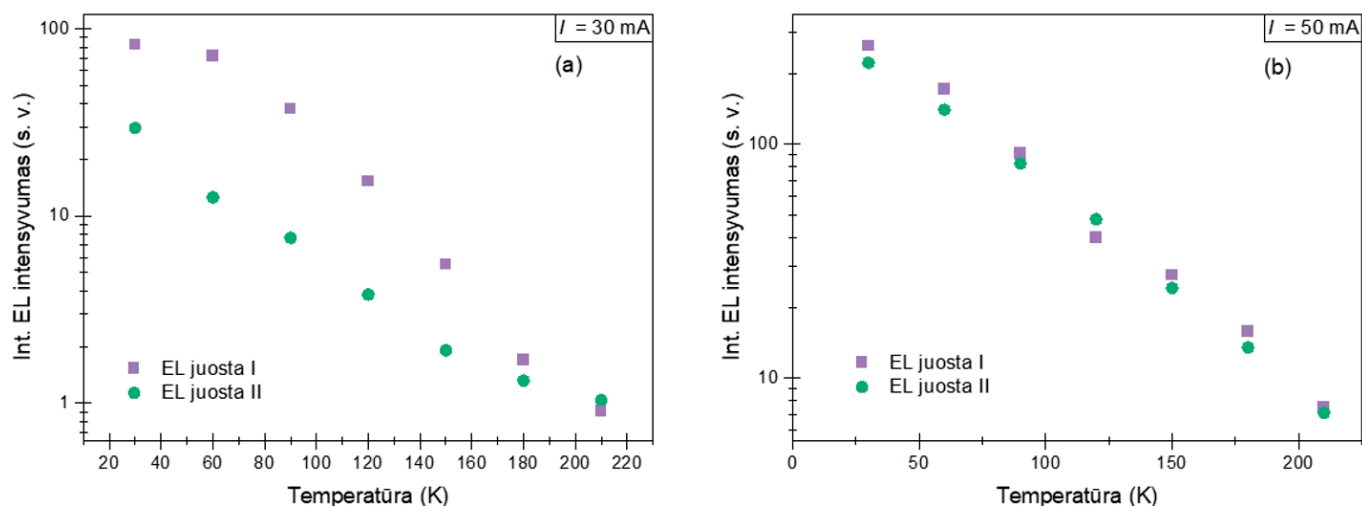
Pav 1. 5.5 nm GaAsBi/GaAs MQW LED (a) p-i-n ir (b) n-i-p struktūrų schemas.

LED p-i-n sandūros temperatūrinės priklausomybės rodo, kad visame temperatūrų ruože EL spektre dominuoja vienas emisijos kanalas, susijęs su spinduline rekombinacija GaAsBi/GaAs kvantinėse duobėse (2a pav.). Kita vertus, iš 2b paveikslo matyti, kad žemose ir tarpinėse temperatūrose n-i-p struktūros emisiją sudaro dvi EL juostos, toliau žymimos I ir II. Kambario temperatūroje p-i-n ir standartinės architektūros LED emisijos pusplotis (FWHM) yra atitinkamai 179 meV ir 129 meV. Didesnis pusplotis gali būti siejamas su prastesne p-tipo sluoksnio, ant kurio vėliau buvo nusodinta aktyvioji sritis, kristaline kokybe bei skylių koncentracijos gradientais, susidarančiais dėl Be difuzijos [4]. Vis dėlto p-i-n struktūroje centrinis bangos ilgis yra pasislinkęs į raudonąją pusę, o tai galėtų būti susiję su didesne Bi koncentracija, kuri taip pat galėtų lemti mažiau homogeniškas kvantines duobes.



Pav 2. 5.5 nm GaAsBi/GaAs MQW (a) p-i-n ir (b) n-i-p LED temperatūrinė EL priklausomybė esant 30 mA injekcijos srovei. n-i-p struktūros spektre pažymėtos išskirtos EL juostos (I ir II).

N-i-p LED I ir II EL juostų integruoto intensyvumo priklausomybės nuo temperatūros, esant 30 mA ir 50 mA injekcijos srovėms, pavaizduotos 3 paveiksle. Matyti, kad, esant 30 mA srovei, žemesnės energijos juosta pasižymi didesniu intensyvumu 30–180 K temperatūros ruože, tačiau kartu išsiskiria ir stipresniu temperatūriniu gesimu. Kita vertus, 50 mA srovės atveju, abiejų EL juostų intensyvumai seka artimas kreives, o tai gali rodyti, kad abi juostos yra susijusios su spinduline rekombinacija GaAsBi/GaAs kvantinėse duobėse. Tokiu atveju I emisijos juosta galėtų būti priskirta kvantinėms duobėms, pasižyminčioms didesne bismuto koncentracija. Tuomet didesnį žemesnės energijos EL juostos intensyvumą, esant 30 mA srovei, būtų galima paaiškinti krūvininkų lokalizacija gilesnėse būsenose, susijusiose su nehomogenišku Bi pasiskirstymu.



Pav 3. 5.5 nm GaAsBi/GaAs MQW n-i-p LED struktūros EL integruoto intensyvumo priklausomybė nuo temperatūros esant (a) 30 mA ir (b) 50 mA srovei.

Apibendrinant, šiame tiriamajame darbe buvo analizuotos bismuto pagrindu sukurtų šviesos šaltinių elektroluminescencijos charakteristikos, siekiant nustatyti, kaip jos kinta priklausomai nuo temperatūros, injekcijos srovės stiprio ir prietaiso architektūros. Tyrimą taip pat papildė fotoluminescencijos matavimai, atlikti siekiant identifikuoti su priemaišomis ir defektais susijusius rekombinacijos kanalus, ir elektroninės struktūros modeliavimas programiniu paketu *nextnano* [5], kurio pagalba buvo įvertinta Bi koncentracija tirtuose prietaisuose.

LITERATŪRA

- [1] Francoeur, S., Seong, M. J., Mascarenhas, A., Tixier, S., Adamcyk, M., Tiedje, T. Applied Physics Letters, 2003, 82, 3874–3876.
- [2] Batool, Z., Hild, K., Hosea, T. J. C., Lu, X., Tiedje, T., Sweeney, S. J. Journal of Applied Physics, 2012, 111, 113108.
- [3] Ilegems, M. Journal of Applied Physics, 1977, 48(3), 1278–1287
- [4] Schubert, E. F., Kuo, J. M., Kopf, R. F., Luftman, H. S., Hopkins, L. C., Sauer, N. J. Journal of Applied Physics, 1990, 67, 1969–1979
- [5] Žuvelis, J., Zelioli, A., Dudutienė, E., Butkutė, R. Lithuanian Journal of Physics, 2025, 65(4), 272–281.

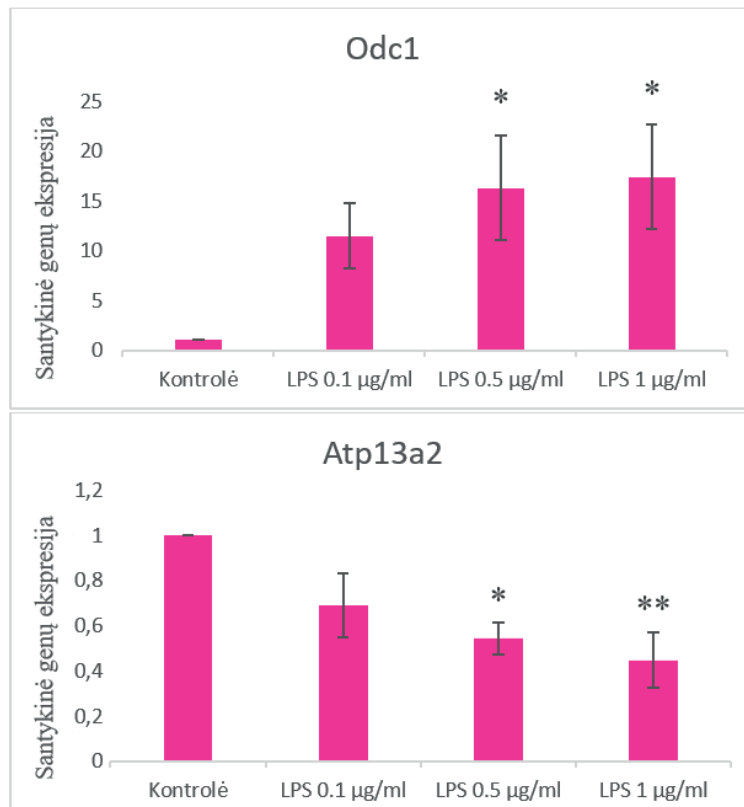
POLIAMINŲ APYKAITOS REGULIAVIMO MECHANIZMŲ TYRIMAS AKTYVINTOJE

Poliaminai – putrescinas, spermidinas ir sperminas – yra mažos polikatijoninės molekulės, kurios atlieka svarbų vaidmenį ląstelių proliferacijoje, genų raiškos reguliacijoje ir signalų perdavime. Nustatyta, kad poliaminai gali moduluoti imuninių ląstelių funkciją makrofaguose, reguliuodami uždegiminį atsaką, tačiau apie jų vaidmenį mikroglijos aktyvacijos metu iki šiol yra nedaug duomenų. Nors aktyvinta mikroglija patiria reikšmingus metabolinius pokyčius, vis dar nepakankamai ištirti poliaminų sintezės, degradacijos ir transporto pokyčiai bei jų įtaka mikroglijos funkcijai uždegimo metu. Poliaminų metabolizmo disbalansas siejamas su įvairiomis neurodegeneracinėmis ligomis, įskaitant Alzheimerio ir Parkinsono ligas [1,2]. Dėl šios priežasties poliaminų apykaitos valdymas laikomas perspektyvia terapine strategija, siekiant moduluoti įvairius su neurodegeneracija susijusius procesus ir mažinti neurodegeneracinių ligų progresavimą. Todėl svarbu ištirti poliaminų sintezės, degradacijos ir transporto pokyčius mikroglijoje, taikant skirtingus uždegiminius modelius.

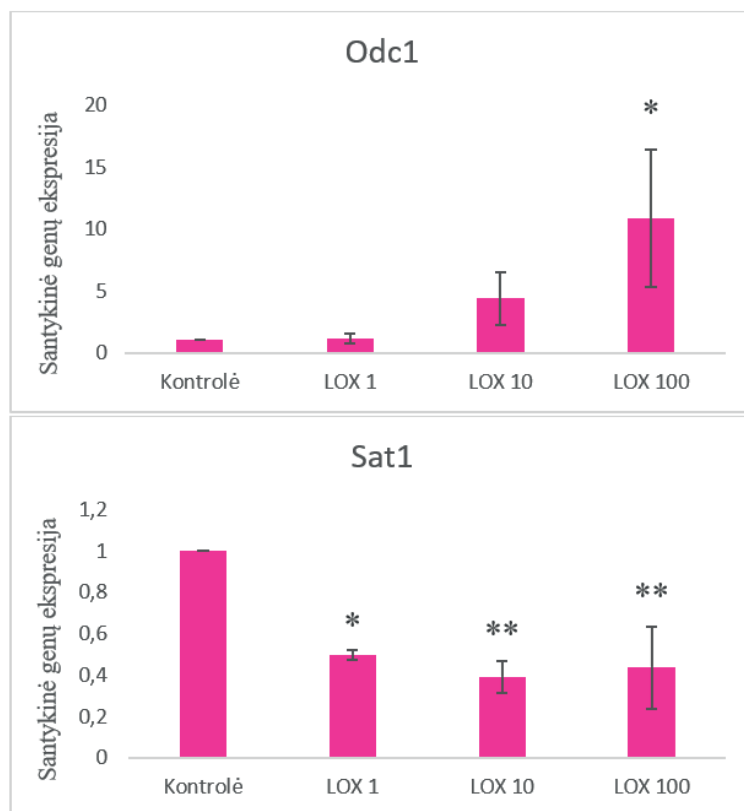
Šiame tyrime buvo analizuojama poliaminų sintezės, degradacijos bei transporto reguliacija mikroglijoje uždegiminėmis sąlygomis. Tyrimui naudojome BV-2 pelių mikroglijos ląstelės. Mikroglijos aktyvacijai sukelti ląstelės buvo 24 val. veikiamos skirtingais uždegimą sukeliančiais junginiais: įgimto imuniteto receptorių ligandais lipopolisacharidu (LPS) (TLR4) bei TLR7 agonistu loksoribinu (LOX) (TLR7), taip pat rekombinantiniais α -sinukleino (α -syn) oligomerais. Mikroglijos aktyvacija buvo patvirtinta ištiriant uždegiminių veiksnių – azoto monoksido (NO) ir naviko nekrozės faktoriaus alfa (TNF- α) – koncentracijas ląstelių auginimo terpėje. Poliaminų metabolizmo reguliacija buvo vertinama analizuojant genų, susijusių su poliaminų sinteze (Odc1, Amd1), transportu (Slc3a2, Atp13a2) ir degradacija (Sat1, Paox), raiškos pokyčius. Transkripcijos pokyčiai buvo nustatyti taikant kiekybinės realaus laiko polimerazės grandininės reakcijos (qRT-PCR) metodą.

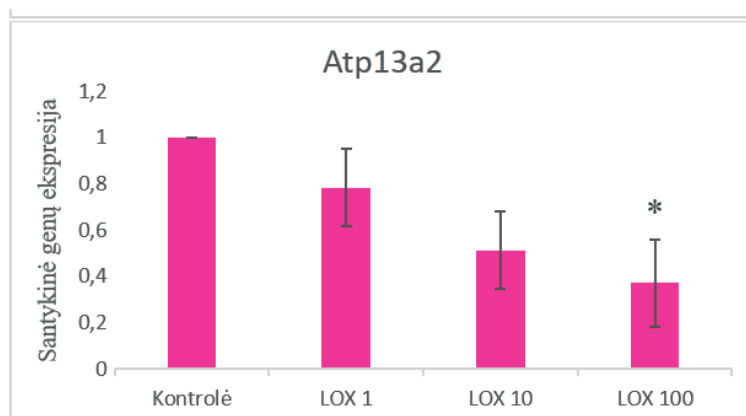
Mūsų tyrimo rezultatai parodė, kad LPS ir LOX reikšmingai padidino azoto NO ir TNF- α išskyrimą BV-2 ląstelėse o inkubacija su α -syn sukėlė tik TNF- α sekrecijos padidėjimą. Genų ekspresijos analizė parodė, kad skirtingi uždegiminiai stimulai nevienodai veikė poliaminų metabolizmo reguliaciją. LPS sukėlė ryškius transkripcinius pokyčius – nustatyta reikšminga Odc1 ekspresijos indukcija, bei reikšmingas Atp13a2 ekspresijos sumažėjimas (1 pav.). Vertinant LOX poveikį (2 pav.), stebėtas ryškus Odc1 ekspresijos padidėjimas, tuo tarpu Atp13a2 bei Sat1 raiška reikšmingai sumažėjo. Skirtingai nei LPS ar LOX atveju, α -sinukleino oligomerai nesukėlė statistiškai reikšmingų pokyčių poliaminų apykaitoje dalyvaujančių genų ekspresijoje.

Išvada: LPS sukeltas mikroglijos aktyvinimas reikšmingai keičia poliaminų metabolizmą – padidėjusi Odc1 ekspresija rodo suaktyvėjusią poliaminų sintezę, o sumažėjusi Atp13a2 raiška leidžia daryti prielaidą apie pakitusį jų transportą ląstelėje. LOX taip pat lemia poliaminų metabolizmo pokyčius – stebimas Odc1 ekspresijos padidėjimas ir Sat1 bei Atp13a2 sumažėjimas rodo sustiprėjusią poliaminų sintezę bei sumažėjusį jų katabolizmą ir pakitusį lizosominį transportą. α -sinukleino oligomerai nesukelia reikšmingų poliaminų metabolizmo pokyčių, nepaisant dalinio uždegiminio atsako, todėl jų poveikis šiam metaboliniam keliui šiame modelyje yra ribotas.



1 pav. LPS poveikis Atp13a2 ir Odc1 genų ekspresijai BV-2 ląstelėse.
*p < 0,05; **p < 0,01, lyginant su kontrole.





2 pav. LOX poveikis *Odc1*, *Sat1* ir *Atp13a2* genų ekspresijai BV-2 ląstelėse.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, lyginant su kontrole.

Projektą finansavo Lietuvos mokslo taryba (sutarties nr. S-ST-25-13)

LITERATŪRA

- [1] Chia TY, Zolp A, Miska J. Polyamine immunometabolism: central regulators of inflammation, cancer and autoimmunity. *Cells*. 2022;11(5):896.
- [2] Mahalingam SS, Pandiyan P. Polyamines: Key players in immunometabolism and immune regulation. *J Cell Immunol*. 2024;6(5):196–208

BAKTERIJŲ DNR PAIEŠKA PACIENTŲ, SERGANČIŲ ŠIRDIES IR KRAUJAGYSLIŲ LIGOMIS, KRAUJYJE

Širdies ir kraujagyslių ligos (ŠKL) išlieka viena svarbiausių visuomenės sveikatos problemų pasaulyje, kasmet nusinešančių apie 17,9 milijonus gyvybių [1]. Lietuvoje šios ligos sudaro didžiausią mirtingumo dalį ir 2023 m. siekė 52,1 proc. visų mirties priežasčių [2]. Vainikinių širdies arterijų liga, viena iš pagrindinių ŠKL formų, dažniausiai išsivysto dėl aterosklerozės ir yra pagrindinė išeminės širdies ligos (IŠL) priežastis [3,4].

Aterosklerozė yra lėtinė uždegiminė liga, kurią sukelia lipidinių plokštelių formavimasis arterijų sienelėje, palaipsniui siaurinant arterijų spindį ir mažinantis audinių aprūpinimą krauju [5]. Progresuojant ligai, plokštelės gali tapti nestabilios ir plyšti, taip sukeldamos trombozę ir miokardo infarktą [6].

Nors tradiciniai rizikos veiksniai, tokie kaip rūkymas, arterinė hipertenzija, dislipidemija ir cukrinis diabetas, yra plačiai ištirti, vis daugiau tyrimų rodo galimą mikroorganizmų vaidmenį ŠKL patogenezėje. Mikroorganizmai gali sukelti endotelio pažeidimą, skatinti sisteminės ir lokalias uždegimo reakcijas, o taip pat ir kolonizuoti aterosklerozines plokšteles taip darydamos įtaką jų stabilumui [7–9].

Tyrimo tikslas – ištirti galimą bakterijų vaidmenį ŠKL patogenezėje, analizuojant cirkuliuojančią bakterijų DNR pacientų, gydytų dėl įvykusio miokardo infarkto, kraujyje.

Metodika. Tyrime atlikta antrinė 157 paciento arterinio kraujo mėginių analizė Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Kardiologijos instituto Molekulinės kardiologijos laboratorijoje. Tyrimui atlikti gautas biomedicininis tyrimų etikos komiteto leidimas. Visi analizuoti duomenys buvo nuasmeninti, užtikrinant tiriamųjų anonimiškumą. Tiriamieji suskirstyti į tris grupes priklausomai nuo vainikinių arterijų ligos pobūdžio. Iš viso pirmąją grupę sudarė 58 pacientai, antrąją – 51 pacientas, trečiąją – 48 pacientai. Pirmąją grupę sudarė 18–85 metų pacientai, patyrę miokardo infarktą. Diagnozė nustatyta remiantis klinikiniais simptomais, elektrokardiogramos pokyčiais ir laboratoriniais tyrimais, vadovaujantis Europos kardiologų draugijos gairėmis. Antrąją grupę sudarė pacientai, kuriems diagnozuota išeminė širdies liga, nustatyta atliekant širdies kompiuterinę tomografiją arba miokardo perfuzijos scintigrafiją, identifikuojant aterosklerozines plokšteles. Šie pacientai, esant indikacijoms, buvo nukreipti invaziniam ištyrimui ir gydymui. Trečiąją grupę sudarė sąlyginai sveiki asmenys, tačiau turintys padidėjusią širdies ir kraujagyslių ligų riziką, įvertintą naudojant SCORE2 skaičiuoklę. Šios grupės pacientams atliktas išsamus kardiovaskulinės rizikos įvertinimas, įskaitant elektrokardiografiją, echokardiografiją, miego arterijų ultragarsinį ir laboratorinius tyrimus.

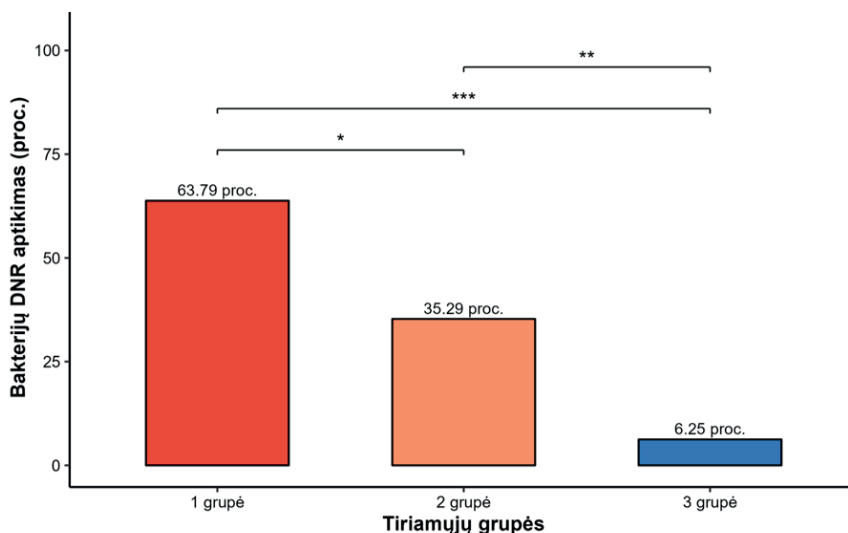
Į tyrimą nebuvo įtraukti pacientai, sergantys onkologinėmis ligomis ar lėtinėmis plaučių ligomis (astma, lėtinė obstrukcinė plaučių liga), taip pat pacientai, atsisakę dalyvauti tyrime arba negalėję dalyvauti pakartotiniuose tyrimuose.

Bakterijų DNR kraujyje laboratorinis ištyrimas. DNR iš kraujo mėginių buvo išskirta naudojant komercinius DNR skyrimo rinkinius. DNR koncentracija nustatyta naudojant Qubit fluorimetą. Bakterinė DNR mėginiuose nustatyta taikant tikro laiko PGR metodą ir specifinius 16S rRNR genui pradmenis. PGR produktai patvirtinti agarozės gelio elektroforezės metodu.

Tolimesnei analizei atrinkti tik tie mėginiai, kuriuose tikro laiko PGR metodu nustatyta bakterijų DNR. Sekoskaita atlikta naudojant Oxford Nanopore Technologies (ONT) platformą. Duomenys apdorojami bioinformatikos priemonėmis, atliekant kokybės filtravimą, sekų klasifikaciją ir taksonominį priskyrimą. Neklasifikuotos (angl. „Unknown“) sekos į analizę neįtrauktos.

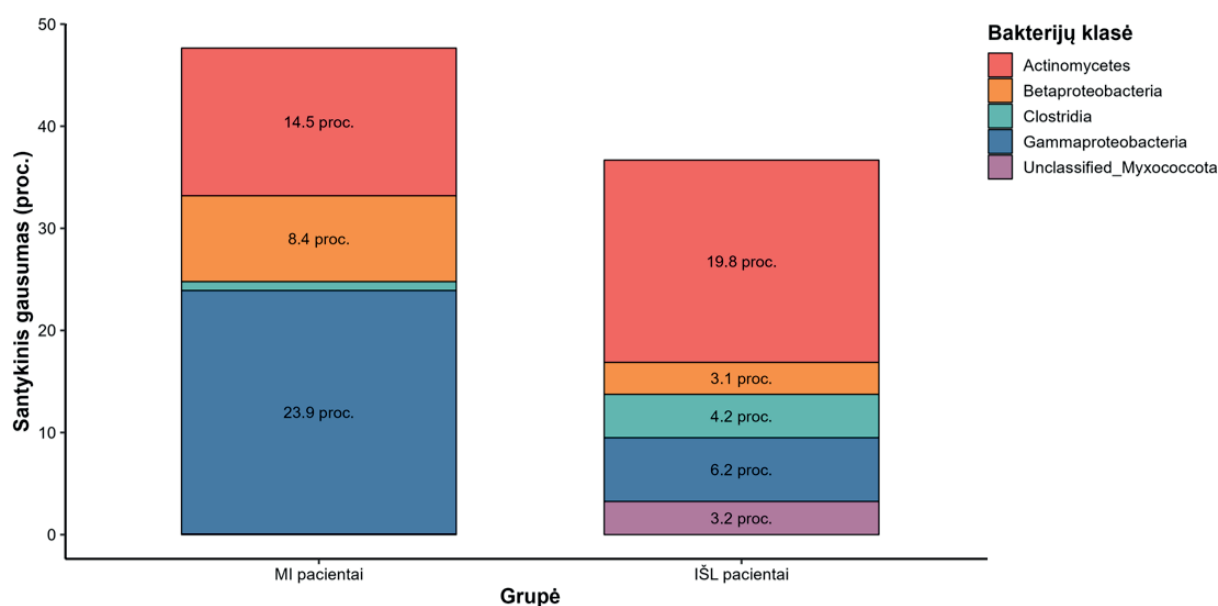
Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant „R“ programinę aplinką. Poriniams grupių palyginimams naudotas Fisher testas su Bonferroni korekcija. Statistiškai reikšminga laikyta $p < 0,05$. Duomenų vizualizacija atlikta naudojant „ggplot2“ paketą.

Rezultatai. Bakterijų DNR pirmojoje grupėje buvo aptikta 63,8 proc. pacientų, antrojoje grupėje – 35,3 proc., o trečiojoje grupėje – 6,3 proc. (1 pav.). Gauti rezultatai rodo didesnę bakterinės DNR paplitimą miokardo infarktą patyrusių pacientų grupėje.



1 pav. Bakterijų DNR aptikimo dažnis skirtingose tiriamųjų grupėse. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ (Fisher tikslusis testas su Bonferroni korekcija).

Atlikus sekoskaitą, nustatyta bakterijų taksonominė sudėtis mėginiuose. Bakterijų klasės analizuotos ir palygintos tarp grupių (2 pav.). Analizė parodė, jog pirmojoje ir antrojoje tiriamųjų grupėse dominavo Actinomycetes ir Gammaproteobacteria klasės. Miokardo infarktą patyrusių pacientų grupėje Gammaproteobacteria santykinis gausumas buvo didesnis (23,9 proc.), palyginti su tik IŠL sergančių pacientų grupe (6,2 proc.). Tuo tarpu Actinomycetes klasė dažniau nustatyta išemine širdies liga sergančių pacientų grupėje (19,8 proc.), palyginti su miokardo infarktą patyrusiais (14,5 proc.).



2 pav. Dažniausių identifikuotų bakterijų klasių pasiskirstymas tarp miokardo infarktą patyrusių ir išemine širdies liga sergančių pacientų grupių (metagenominė sekoskaita).

Išvados. Bakterijų DNR dažniausiai nustatoma miokardo infarktą patyrusių pacientų grupėje. Išemine širdies liga sergančių pacientų grupėje ji aptinkama rečiau, o rečiausiai – didelės širdies ir kraujagyslių ligų rizikos grupėje. Šie rezultatai rodo galimą ryšį tarp bakterijų DNR kraujyje ir miokardo infarkto. Bakterijų poveikis gali būti susijęs su intensyvesniu uždegiminiu atsaku arba endotelio pažeidimu. Metagenominė analizė atskleidžia, kad bakterijų klasės tiriamose grupėse pasiskirsto nevienodai, o tai gali atspindėti mikrobiotos pokyčius skirtingose ligos stadijose.

LITERATŪRA

- [1] World Health Organization. *Cardiovascular diseases*. World Health Organization, Geneva. 2021.
- [2] Higienos institutas. *Mirties priežastys 2023 (išankstiniai duomenys)*. Higienos institutas, Vilnius. 2024.
- [3] Ndrepepa, G. Atherosclerosis & ischaemic heart disease: Here to stay or gone tomorrow. *Indian Journal of Medical Research*, 2017, 146, 293–296.
- [4] Shao, C., Wang, J., Tian, J., Tang, Y. Coronary artery disease: From mechanism to clinical practice. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2020, 1177, 1–36.
- [5] Gusev, E., Sarapultsev, A. Atherosclerosis and inflammation: Insights from the theory of general pathological processes. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24, 7910.
- [6] Shah, P. K. Mechanisms of plaque vulnerability and rupture. *Journal of the American College of Cardiology*, 2003, 41, S15–S22.
- [7] Huang, X., Xie, M., Lu, X., Mei, F., Song, W., Liu, Y. The roles of periodontal bacteria in atherosclerosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24, 12861.
- [8] Chhibber-Goel, J., Singhal, V., Bhowmik, D., Vivek, R., Parakh, N., Bhargava, B. Linkages between oral commensal bacteria and atherosclerotic plaques in coronary artery disease patients. *npj Biofilms and Microbiomes*, 2016, 2, 1–13.
- [9] Hemmat, N., Ebadi, A., Badalzadeh, R., Memar, M. Y., Baghi, H. B. Viral infection and atherosclerosis. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 2018, 37, 2225–2233.

K. Jasiulionytė,¹ I. Jonuškienė¹, K. Kantminienė², I. Tumosienė¹

¹ Kauno technologijos universitetas, Organinės chemijos katedra

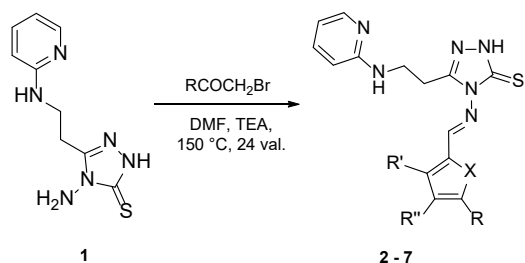
² Kauno technologijos universitetas, Fizikinės ir neorganinės chemijos katedra

RACIONALIAI SUPLANUOTA N'-(4-PAKEISTŲ BENZILIDEN) HIDRAZONŲ SINTEZĖ IR JŲ BIOLOGINIO AKTYVUMO ĮVERTINIMAS

Hidrazonai yra svarbi azotą turinčių organinių junginių klasė, pasižyminti plačiu struktūriniu lanktumu ir gebėjimu formuoti įvairias konformacijas bei tarp molekules sąveikas. Dėl šių savybių jie laikomi perspektyviais farmakoforais vaistinių medžiagų kūrimo. Hidrazonų fragmentas gali dalyvauti vandenilinių ryšių formavime, koordinuoti metalų jonus bei moduluoti biologinių taikinių aktyvumą, todėl šios klasės junginiai dažnai pasižymi antioksidaciniu, antibakteriniu, priešuždegiminiu ar priešnavikiniu aktyvumu [1]. Ypač pažymėtina, kad hidrazonų dariniai, turintys heterociklinius fragmentus, pasižymi reikšmingu biologiniu aktyvumu, įskaitant antioksidacines ir priešnavikines savybes, kas patvirtinta naujausiais tyrimais [1,3].

Medicininėje chemijoje ypatingas dėmesys skiriamas piridino žiedą turintiems junginiams. Piridino dariniai yra vieni dažniausiai vaistų struktūrose sutinkamų heterociklų, nes jų įtraukimas į molekulę gali pagerinti tirpumą, biologinį prieinamumą bei sąveiką su biologiniais taikiniiais [2,3]. Šių dviejų struktūrinių fragmentų derinimas sudaro prielaidas kurti naujus potencialiai bioaktyvius junginius.

Darbo tikslas – racionaliai suplanuoti, susintetinti N'-(4-pakeistų benziliden)hidrazonų darinius bei įvertinti jų biologinį aktyvumą.



Nr.	2	3	4	5	6	7
X	O	S	S	S	S	S
R	H	H	CH ₃	NO ₂	H	H
R'	H	H	H	H	CH ₃	H
R''	H	H	H	H	H	Br

1 Schema. Hidrazonų 2-7 sintezė.

Pirmajame etape atliktas tikslinių junginių projektavimas ir jų savybių prognozė *in silico* metodais. ADMET analizė parodė, kad suplanuoti junginiai atitinka Lipinskio taisyklę, o jų logP reikšmės neviršija 5, kas rodo palankų hidrofilinių ir lipofilinių savybių balansą. Nustatyta, kad junginiai yra lipofiliški (logP > 0) ir, tikėtina, nepraeina kraujo-smegenų barjero. Šie rezultatai leido pagrįstai atrinkti struktūras tolimesnei sintezei.

Antrajame etape vykdyta tikslinių junginių sintezė, naudojant 2-aminopiridiną ir akrilo rūgštį kaip pradinius reagentus. Šios reakcijų sekos metu gauti tarpiniai junginiai buvo toliau modifikuojami, įvedant įvairius 4-pakeistus benzilideno fragmentus ir formuojant atitinkamus N'-hidrazonų darinius **2-7**. Tokia sintezės strategija leido sistemingai keisti pakaitus aromatiniam žiede ir vertinti jų įtaką biologiniam aktyvumui.

Trečiajame etape įvertintas pasirinktų junginių **2-7** biologinis aktyvumas, naudojant melatoniną kaip kontrolinį junginį. Atlikti redukcinių savybių bei antioksidacinio aktyvumo tyrimai (FRAP, DPPH ir ABTS metodais), taip pat antibakterinio aktyvumo prieš *E. coli* ir *B. subtilis* bakterijas vertinimas agar difuzijos metodu.

Visi tirti junginiai demonstravo ryšias antioksidacines savybes ir antibakterinį aktyvumą. Atlikus antioksidacinio aktyvumo tyrimus ABTS metodu nustatyta, kad visi tirti junginiai pasižymėjo itin stipriomis radikalų slopinimo savybėmis. Pradinis junginys 1 demonstravo maksimalų ABTS radikalų slopinimą, tuo tarpu 3 ir 7 aktyvumas buvo nežymiai mažesnis, tačiau išliko labai aukštas ir artimas kontrolinio junginio melatonino poveikiui. Tokie rezultatai leidžia teigti, kad hidrazono fragmentas kartu su heterociklinėmis sistemomis efektyviai stabilizuoja laisvuosius radikalus.

Didžiausias antibakterinis poveikis nustatytas 3 junginiui – *E. coli* ir *B. subtilis* augimo slopinimo zonos siekė atitinkamai 1,39 ir 1,43 cm.

Antibakterinio aktyvumo tyrimai prieš *B. subtilis* bakterijas parodė, kad visi junginiai slopina bakterijų augimą. Didžiausias aktyvumas nustatytas 3 junginiui (slopinimo zona ~1,43 cm), tuo tarpu kiti pasižymėjo šiek tiek mažesniu, tačiau panašaus lygio poveikiu (atitinkamai 1,34–1,38 cm). Visi junginiai buvo mažiau aktyvūs nei etaloninis antibiotikas ciprofloksacinas (~1,79 cm), tačiau jų aktyvumas buvo artimas melatoninui (~1,40 cm).

Vertinant struktūros ir aktyvumo ryšį, galima pastebėti, kad junginių biologinį poveikį reikšmingai veikia aromatinio pakaito pobūdis. Junginiai, turintys tiofeno fragmentą, pasižymi didžiausiu antibakteriniu aktyvumu, kas gali būti siejama su padidėjusiu lipofiliškumu ir geresne sąveika su bakterijų membranomis. Tuo 1 junginys, turintis amino grupę, išsiskiria stipriausiu antioksidaciniu aktyvumu, tikėtina dėl gebėjimo efektyviai dalyvauti vandenilinių atomų perdavimo procesuose ir stabilizuoti radikalines formas. Junginio 7 struktūroje esantis bromintas tiofeno pakaitas didina lipofiliškumą, tačiau galimai dėl sterinių veiksnių ar elektroninio efekto šis junginys nepasižymi didesniu aktyvumu.

Apibendrinant galima teigti, kad:

- racionaliai suplanuoti ir susintetinti hidrazonų dariniai pasižymi reikšmingu biologiniu aktyvumu, o junginiai 4-7 gali būti laikomi perspektyviais kandidatais tolesniems tyrimams.
- tiek elektroninės, tiek lipofilinės pakaitų savybės turi esminę įtaką hidrazonų biologiniam aktyvumui, o optimalus šių veiksnių derinys lemia didžiausią aktyvumą pasižyminčių junginių formavimąsi.

LITERATŪRA

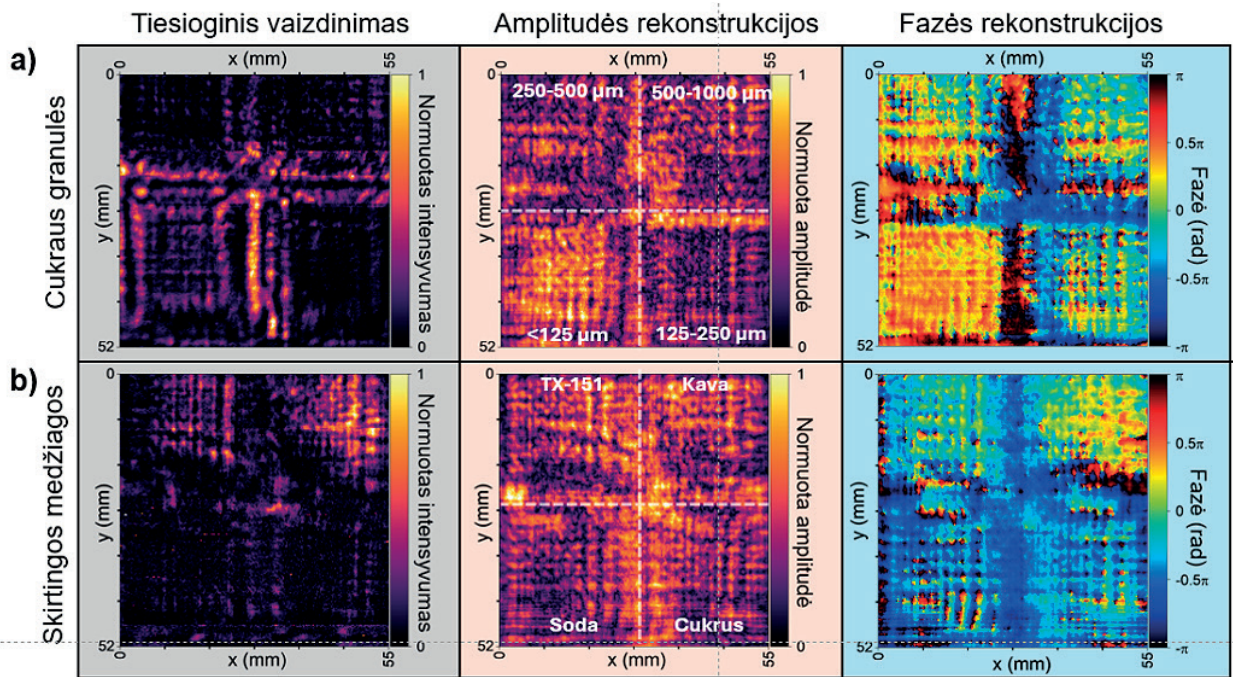
- [1] Verma, G., Marella, A. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 2014, 6, 69–80.
- [2] Chaudhari, K. S., Patel, H. M. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 2021, 21, 2584–2611.
- [3] Zubrickė, I., Jonuškienė, I. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24, 16804.
- [4] Tumosienė, I., Stasevych, M. *International Journal of Molecular Sciences*, 2025, 26, 3162.

SKLAIDANČIŲ MEDŽIAGŲ ANALIZĖ PASITELKiant SKAITMENINĘ TERAHERCINĘ HOLOGRAFIJĄ IR MI SKLAIDOS METODUS

Terahercinė (THz) spinduliuotė (0,1 – 3 THz) dėl savo nejonizuojančio poveikio ir gebėjimo praskverbti pro dielektrines, regimajai šviesai nepralaidžias medžiagas pastaruoju metu sulaukia vis didesnio dėmesio biomedicininio vaizdinimo ir spektroskopijos taikymuose [1]. THz spinduliuotės jautrumas vandeniui leidžia išryškinti skirtumus tarp sveikų ir patologiškai pakitusių audinių [2]. Tačiau, dėl stiprios vandens sugerties, tiriant biologinius audinius THz diapazone sklaidos analizė yra dažnai neįtraukiama. Tokios struktūros, kaip plaukų folikuliai ar prakaito liaukos, pasižymi matmenimis, palyginamais su bangos ilgiu THz diapazone, ir gali sukelti reikšmingą Mi sklaidą, turinčią įtakos signalui ir vaizdo formavimuisi, todėl jos įvertinimas yra svarbus siekiant užtikrinti tikslią diagnostiką. Be to, standartiniai tiesioginio THz vaizdinimo metodai registruoja tik signalo intensyvumą, todėl smulkių ar mažo kontrasto struktūrų analizė yra ribota. Šiuo atveju, koherentiniai vaizdinimo metodai, tokie kaip THz holografija, leidžia atkurti tiek amplitudės, tiek fazės pasiskirstymo vaizdus ir taip tiksliau atskleisti subtilius struktūrinius pokyčius [3]. Šiame darbe buvo tiriamas skaitmeninės THz holografijos efektyvumas vaizdinant mikrodaleles, artimas odos struktūrų masteliui, bei atliekama šių dalelių THz sklaidos savybių analizė biologinėse terpėse.

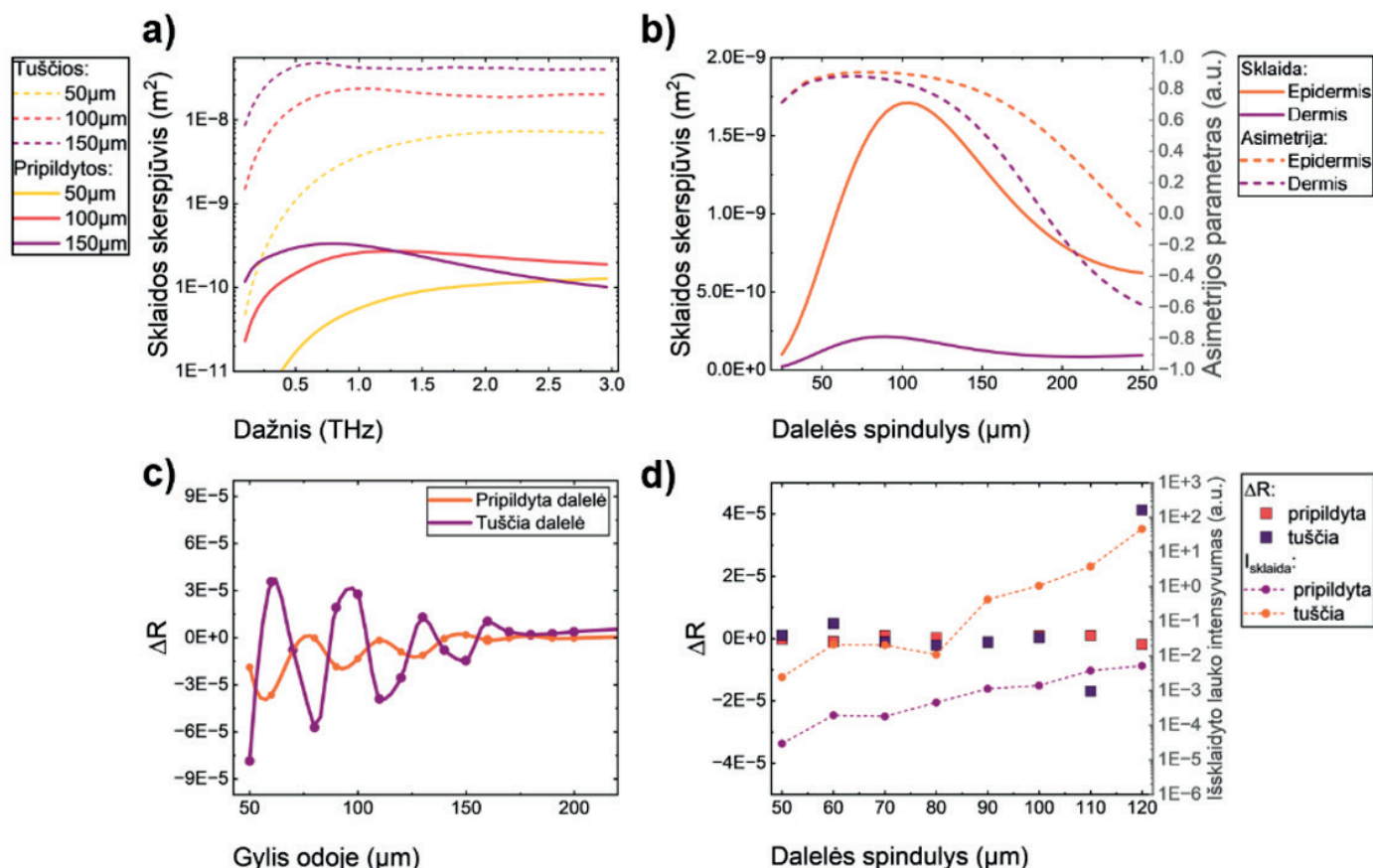
Pirmiausia buvo tiriamas sklaidančių mikrodalelių išskyrimo ore efektyvumas naudojant THz skaitmeninę holografiją. Tyrime naudoti THz spinduliuotę sklaidantys bandiniai: 1) cukraus granulės, suskirstytos į keturias dydžių kategorijas: <125 μm, 125 – 250 μm, 250 – 500 μm ir 500 – 1000 μm; 2) 125 – 250 μm dydžio kategorijai priklausančios skirtingų optinių savybių medžiagos: cukrus, soda, TX-151 ir kava. Eksperimentui buvo naudojamas Macho-Zehnderio tipo holografijos stendas. Ankstesni tyrimai parodė THz sklaidos ribotumus žemesniuose dažniuose – remiantis teoriniais modeliavimais nustatyta, kad aukštesniuose dažniuose (2 – 3 THz) sklaidos intensyvumas yra labiau koncentruotas šviesos sklaidimo kryptimi ir didesnis nei 600 GHz atveju, kas leido geriau atskirti skirtingų dydžių daleles. Remiantis šiais rezultatais, šiame projekte pasirinktas 2,52 THz dažnis ($\lambda = 119 \mu\text{m}$), artimas odos struktūrų matmenims, o šiam dažniui generuoti naudotas optiškai kaupinamas nuostoviosios veikos CO₂ THz lazeris.

Skaitmeninėms hologramų rekonstrukcijoms buvo taikytas keturių žingsnių fazės poslinkio metodas, kuris pašalina nereikalingus triukšmą lemiančius komponentus iš bendros interferencijos lygties. Holografijos amplitudės ir fazės rekonstrukcijų rezultatai parodė, kad skirtingų dydžių cukraus mikrodalelių amplitudės rekonstrukcijos aiškiau išskyrė smulkesnius amplitudės pokyčius bei ribas tarp skirtingų dydžių kategorijų, palyginus su tiesioginiu vaizdinimu (žr. 1(a) pav.). Atsižvelgiant į amplitudės rekonstrukcijas, stipriausias šviesos slopinimas ir stipriausia Mi sklaida (dydžio parametras $x = 2,6 - 3,3$) taikant 2,52 THz spinduliuotę buvo stebima 125 – 250 μm dydžio kategorijos cukraus granuliu atveju. Fazės rekonstrukcijos taip pat leido aiškiai atskirti visas dydžių kategorijas: didžiausias fazės pokytis stebimas <125 μm, o mažiausias 125 – 250 μm dydžio granuliu katogorijose. Bandinio su 125 – 250 μm dydžio skirtingų medžiagų granulėmis atveju, lyginant su tiesioginio vaizdinimo rezultatais, holografijos rekonstrukcijos taip pat suteikė daugiau informacijos ir leido geriau išskirti bandinio sritis su skirtingomis medžiagomis (žr. 1(b) pav.). Holografijos tyrimų rezultatai parodė, kad 2,52 THz skaitmeninė holografija efektyviau išskiria mikrodaleles nei tiesioginis vaizdinimas, ypač kai jų matmenys yra artimi įvairioms audinių struktūroms.



1 pav. (a) Skirtingo dydžio kategorijų cukraus granuliu bandinio rezultatai: tiesioginio vaizdinimo intensyvumo pasiskirstymas, holografijos amplitudės bei fazės rekonstrukcijos, gautos taikant keturių žingsnių fazės poslinkio metodą. (b) Skirtingų medžiagų bandinio rezultatai: tiesioginio vaizdinimo intensyvumo pasiskirstymas, holografijos amplitudės bei fazės rekonstrukcijos, gautos taikant keturių žingsnių fazės poslinkio metodą. Punktyrinės linijos žymi reikšmingas bandinio sritis.

Tolimesnei analizei buvo atliktas mikrodalelių sklaidos modeliavimas odoje. Visų pirma, siekiant įvertinti mikrodalelių sklaidos savybes odoje, buvo įvertinta trijų odos sluoksnių – raginio sluoksnio, epidermio ir dermio – dielektrinės skvarbos dispersija THz diapazone taikant dvigubą Debye modelį kartu su efektyviaja mišinių dielektrine funkcija [4]. Tuomet buvo įvertintos lūžio rodiklių skirtumo tarp mikrodalelės ir terpės savybės, kurios labiausiai lemia sklaidą. Tam buvo taikoma modifikuota Mi sklaidos teorija [5], kai terpė aplink dalelę yra sugerianti. Atsižvelgus į tai, sumodeliuoti du kraštutiniai atvejai: kai lūžio rodiklių skirtumas yra didžiausias (50 – 150 μm dydžio dalelės yra tuščios) ir kai jis mažiausias (dalelės užpildytos vandeniu). Rezultatai parodė, kad užpildžius tuščias mikrodaleles vandeniu dermyje sklaidos skerspjūvis sumažėjo dvejomis eilėmis, o ties 2,52 THz 150 μm dalelės iš stipriausiai sklaidančių tapo mažiausiai sklaidančios (žr. 2(a) pav.). Taip pat, ties 2,52 THz dažniu šių dalelių atveju stebima sklaidos intensyvumo smailė (žr. 2(b) pav.) epidermyje (ties ~ 100 μm dydžiu) ir dermyje (ties ~ 90 μm dydžiu). Daugeliu atvejų asimetrijos parametras yra teigiamas (vyrauja priekinė sklaida), tačiau dermyje, didesnių nei 200 μm dalelių atveju, didėjant dažniui, jis tampa neigiamu – 250 μm dydžio granulėms ties 2,52 THz pasiekia -0.65, o tai reiškia stiprią atgalinę sklaidą (žr. 2(b) pav. punktyrinės linijos). Siekiant įvertinti daugiasluoksnės terpės įtaką, buvo pritaikytas DDA metodas, leidžiantis nustatyti sklaidą atspindyje [6] naudojant trijų sluoksnių odos modelį (raginis sluoksnis, epidermis ir dermis). Apskaičiuotas ΔR (atspindys, atėmus odos modelio atspindį be dalelės) parametras ir išsklaidyto lauko intensyvumo priklausomybė nuo užpildytos ir tuščios dalelės dydžio dermyje (žr. 2(d) pav.). Nustatyta, jog didėjant dalelių dydžiui, ΔR vertė išlieka labai maža ($\Delta R \sim 10^{-5}$) ir beveik nekinta, nors sklaidos intensyvumas auga. Apskaičiavus ΔR priklausomybę nuo dalelės, kurios dydis 50 μm , odoje (žr. 2(c) pav.), stebimos osciliacijos, būdingos ploniems skluoksniams, kurios yra slopinamos ir 180 μm gylyje (kai dalelė buvo visiškai panirusi dermio sluoksnyje) išnyko dėl didėjančios vandens sugerties.



2 pav. (a) Mi sklaidos skerspjūvio priklausomybė nuo dažnio tuščioms ir užpildytoms dalelėms, kurių dydžiai 50–150 μm ir (b) sklaidos skerspjūvio bei asimetrijos parametro priklausomybė nuo dalelės dydžio ties 2,52 THz, epidermyje ir dermyje. (c) Atspindžio pokyčio ΔR priklausomybė nuo 50 μm dydžio dalelės (užpildytos ir tuščios) gylis daugiasluoksniame DDA odos modelyje. (d) ΔR ir išsklaidyto lauko intensyvumo priklausomybė nuo pripildytos ir tuščios dalelės dydžio dermyje taikant DDA modelį.

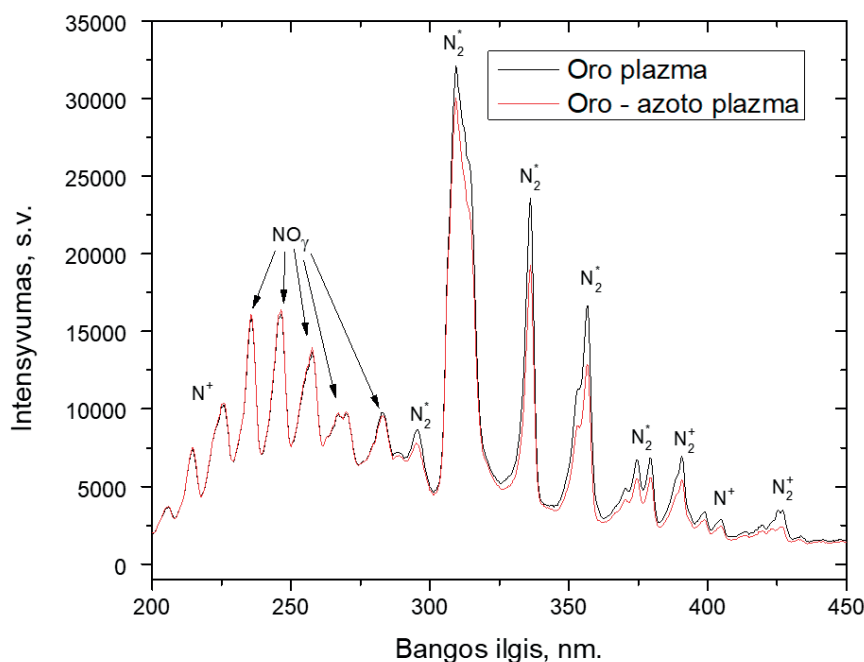
Apibendrinant, skaitmeninė THz holografija (ypač ties 2,52 THz) reikšmingai pagerina mikrodalelių ir smulkių struktūrų išskyrimą, nes leidžia vienu metu analizuoti tiek amplitudės, tiek fazės informaciją. Modeliavimas parodė, kad daugiasluoksniėje odoje sklaidos įtaka atspindžiui yra nedidelė dėl vandens sugerties ir sluoksnių ribų atspindžių, tačiau holografija išlieka jautri lokaliems struktūriniais pokyčiams ir suteikia papildomos informacijos, nepasiekiamos tiesioginiu vaizdinimu.

LITERATŪRA

- [1] Yang X, Zhao X, Yang K, Liu Y, Trends in Biotechnology, 2016; 34, 810–824
- [2] Vafapour Z, Keshavarz A, Ghahraloud H, Heliyon, 2020; 6, e05623
- [3] Ivaškevičiūtė-Povilauskienė R et al., IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, 2024; 14, 568–578
- [4] Ney M, Abdulhalim I, Journal of Biomedical Optics, 2015; 20, 125007
- [5] Frisvad JR, Christensen NJ, Jensen HW, ACM Transactions on Graphics, 2007; 26, 60 [6] Chaumet PC, Sentenac D, Maire G, Rasedujjaman M, Zhang T, Sentenac A, Journal of the Optical Society of America A, 2021; 38, 1841

ORO IR ORO-AZOTO PLAZMOS EMISIJOS SPEKTRŲ IR AZOTO OKSIDŲ KONCENTRACIJOS TYRIMAI

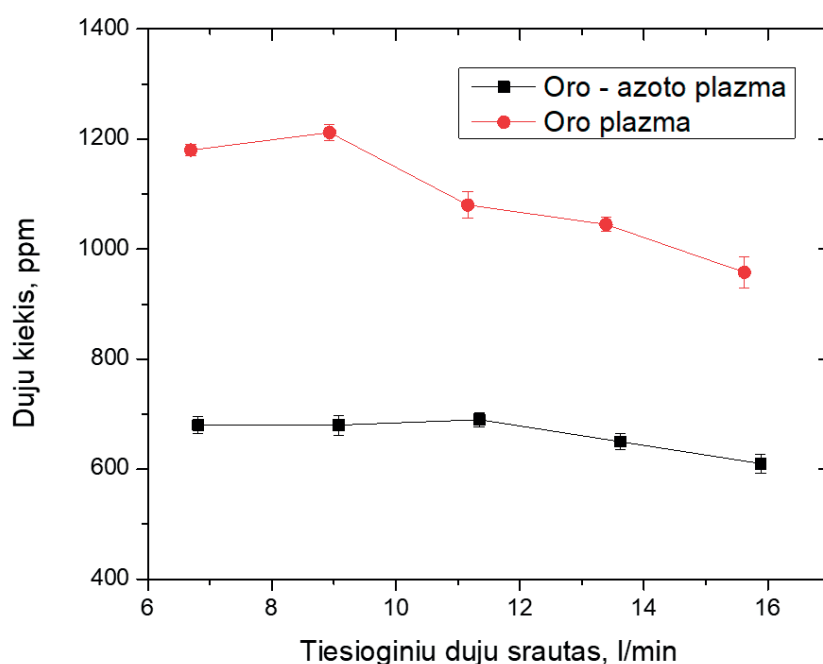
Slystančiojo lanko išlydžio plazma yra naudojama sintetinių dujų gamybai, plazma aktyvuoto vandens formavimui, medžiagų paviršiaus savybių modifikavimui, CO₂ emisijos mažinimui, azoto oksidų gamybai ir t.t. [1-3]. Šios oro ar oro-azoto plazmos platų taikymą įvairiose srityse, lemia tai, kad yra generuojamos reaktyvios dalelės, tokios kaip azoto oksidai, sužadintos azoto molekulės, sužadinti deguonies atomai ar jų jonai. Keičiant išlydžio parametrus (įtampą, dažnį, impulso trukmę), dujų rūšį ir dujų sudėtį galima valdyti šių dalelių koncentracijas, temperatūrą bei plazmoje vykstančius cheminius procesus [1-4]. Šio darbo tikslas buvo išmatuoti oro ir oro-azoto plazmos emisijos spektrus ir nustatyti azoto oksido bei azoto dioksido koncentracijų priklausomybę nuo dujų srauto, įtampos bei dažnio.



1 pav. Oro ir oro-azoto plazmos emisijos spektrai gauti esant 170 V įtampai ir 240 kHz dažniui.

Plazmai formuoti buvo panaudota slystančiojo lanko išlydžio sistema, kurią sudaro oro kompresorius, azoto dujų balionas, dujų srauto rotametrai, kintamosios srovės ir vidutinių dažnių maitinimo šaltinis su aukštos įtampos transformatoriumi (iki 10 kV) [4]. Plazma buvo formuojama naudojant orą arba oro-azoto dujų mišinį. Emisijos spektrų matavimai buvo atliekami su liepsnos-emisijos spektrometru (Flame UV-VIS) ir spektrai matuoti 200–1000 nm bangos ilgių srityje. Azoto oksidų koncentracijai matuoti buvo naudojamas dujų analizatorius SWG 300-1. Oro-azoto ir oro plazmos emisijos spektrai ir dujų koncentracijos buvo tiriamos keičiant išlydžio parametrus: dažnį nuo 240 kHz iki 290 kHz, įtampą nuo 110 V iki 250 V, oro ar azoto dujų srautą nuo ~6,7 l/min iki 15,9 l/min. Plazmos temperatūrai suskaičiuoti buvo naudojama specializuota „Specair“ programa, kurios pagalba buvo modeliuoti plazmos emisijos spektrai ir palyginti su gautais emisijos spektrais, taip nustatant plazmoje esančių dalelių temperatūrą.

Emisijos spektrų analizė parodė, kad oro ir oro-azoto plazmos spektrai yra panašios formos ir dominuoja tos pačios emisijos linijos, tačiau skiriasi šių emisijos linijų intensyvumai (1 pav.). Ryškiausios emisijos linijos stebimos 300-360 nm srityje ir yra susijusios su sužadintų azoto molekulių (N_2^*) bei molekulinio jonų (N_2^+) spinduliavimu (1 pav.). 200-300 nm bangų ilgių intervale matomos $NO\gamma$ emisijos juostos, būdingos azoto oksidų susidarymui plazmoje [1-3]. Sužadinto atominio deguonies (O^*) emisijos linijos buvo gautos ties ~777 nm ir ~845 nm, ir oro plazmoje šių emisijos linijų intensyvumai buvo ženkliai didesnis lyginant su oro-azoto plazmos [3-4]. Atlikti tyrimai rodo, kad N_2^* dalelių emisijos linijų intensyvumas naudojant oro-azoto plazmą buvo didesnis lyginant su oro plazmos, kai buvo naudojami vienodi išlydžio parametrai. Oro plazmoje, O^* emisijos linijų intensyvumas buvo net iki dviejų kartų didesnis lyginant su oro-azoto plazmoje gautą O^* emisijos linijų intensyvumu. Didėjant išlydžio įtampai visų emisijos linijų intensyvumas didėjo, o didėjant dažniui mažėjo tiek oro, tiek ir oro-azoto plazmoje.



2 pav. NO koncentracijos priklausomybė nuo dujų srauto oro ir oro-azoto plazmoje (170 V ir 240 kHz).

Dujų analizės rezultatai parodė, kad NO koncentracija stipriai priklauso nuo dujų srauto ir jų rūšies (2 pav.). Oro plazmoje NO koncentracija yra didesnė už oro-azoto plazmoje gautas NO koncentracijas. Didinant oro dujų srautą, NO koncentracija mažėja nuo 1210 ppm iki 960 ppm. Oro-azoto plazmoje gautos ženkliai mažesnės NO koncentracijos. Didėjant azoto srautui nuo 6.8 l/min iki 15.9 l/min, NO koncentracija sumažėjo nuo 680 ppm iki 610 ppm (2pav.).

LITERATŪRA

- [1] Dhungana, S. Chalise, R. *Desalination and Water Treatment*, 2026, 326.
- [2] Liu, S. Ren, L. *Journal of the Energy Institute*, 2025, 120.
- [3] Raak, T. Bogaard, H. *Catalysis Science & Technology*, 2024, 14, 5405-5421.
- [4] Marcinauskas, L., Uscila, R., Aikas, M. *Applied Sciences*, 2025, 15, 446.

ENDOMETRIUMO LĄSTELIŲ ATSAKAS Į γ - SEKRETAZĖS KOMPLEKSO SLOPINIMĄ

Notch signalinis kelias yra vienas svarbiausių signalinių kelių, reguliuojančių esminius ląstelės procesus, tokius kaip proliferacija, diferenciacija bei apoptozė [1]. Tai evoliuciškai konservatyvus signalinis kelias [2]. Notch kelias dalyvauja audinių bei organų vystymesi bei homeostazėje, šio kelio sutrikimai sukelia įvairias ligas, o naujausi tyrimai rodo, kad pasekmės priklauso nuo konteksto [3]. Šio signalinio kelio pakitimai siejami su vėžio vystymusi įvairiuose audiniuose. Įdomu tai, kad Notch signalas gali būti tiek onkogeniškas, tiek naviką stabdantis, priklausomai nuo audinio bei ląstelės konteksto, todėl šis kelias yra svarbus gydymui nuo vėžio skirtų vaistų taikinyms [2].

Notch signalo perdavime žmogaus ląstelėse dalyvauja keturi receptoriai NOTCH 1-4 bei ligandai: Jagged 1 (JAG1), Jagged 2 (JAG2), delta-like 1 (DLL1), delta-like 3 (DLL3) ir delta-like 4 (DLL4) [3]. Notch receptoriai tai transmembraniniai baltymai, turintys viduląstelinį ir užląstelinį domeną, kurie tarpusavyje sujungti nekovalentiniu ryšiu [4]. Glikozilinti šių receptorių pirmtakai yra skeliami Goldžio komplekse prieš jų transportavimą į membraną [3].

Kanoniniame kelyje ląstelės membranoje esančio ligando prisijungimas prie Notch receptoriaus užląstelinio domeno gretimoje ląstelėje inicijuoja receptoriaus konformacijos pokyčius. Dėl šių pokyčių receptoriaus skėlimo vieta tampa pasiekama ADAM10 proteazei, kuri atskelia užląstelinį domeną. Po to seka dar vienas receptoriaus skėlimas, kurį vykdo γ -sekretazės kompleksas. Šio skėlimo metu atskeliamas viduląstelinis Notch receptoriaus domenas. Šis domenas keliauja į branduolį, kur tampa transkripciją reguliuojančio komplekso dalimi arba yra degraduojamas [3, 5].

γ -sekretazė yra iš kelių subvienetų sudarytas kompleksas, kuris skaido įvairius transmembraninius baltymus, įskaitant Notch receptorius. Dėl šios priežasties γ -sekretazė yra laikoma svarbiu terapiniu taikiniu. Vienas iš šiuo metu tiriamų inhibitorių yra Nirogacestatas (OGSIVEO™) - mažamolekulinis γ -sekretazės inhibitorius. 2023 m. JAV jis buvo patvirtintas suaugusių pacientų, sergančių progresuojančiais desmoidiniais navikais, kuriems reikalingas sisteminis gydymas, terapijai [6].

Taip pat tyrime buvo naudojamas mažamolekulinis inhibitorius IMR-1, kuris slopina pilno Notch transkripcijos aktyvacijos komplekso, vadinamo NTC, susiformavimą [5].

Darbo tikslas: ištirti endometriumo ląstelių atsaką į γ -sekretazės komplekso slopinimą, naudojant Nirogacestatą.

Ankstesniuose grupės tyrimuose buvo atlikta iRNR, išskirtos iš KLE ląstelių, paveiktų Nirogacestatu, transkriptominė analizė (transkriptomika atlikta CF Genomics, CEITEC; projektas A4L_ACTIONS). Atlikus gautų rezultatų analizę, tyrimui buvo pasirinkti genai pagal kelis kriterijus: tie, kurių raiška po poveikio Nirogacestatu pakito labiausiai (*TRIB3*, *FAM129A*, *GDF15*, *NEDD4*, *WNT2B*), su Notch signaliniu keliu siejami genai (*HES1*, *NEURL1*, *NEDD4*) bei endometriumo vėžiui svarbūs genai (*GADD45A*, *P21*, *CD82*).

Šių genų raiškos pokyčiai buvo analizuoti kPGR metodu praėjus 48 val. nuo ląstelių poveikimo 40 μ M Nirogacestatu. Buvo atlikti trys biologiniai pakartojimai. Nustatyta, kad ląsteles paveikus Nirogacestatu *GDF15* transkriptų kiekis išaugo $41,0 \pm 5,6$ karto, *GADD45A* $17,3 \pm 4,0$ k., *TRIB3* $18,0 \pm 3,7$ k., *FAM129A* $10,0 \pm 2,4$ k., *NEDD4* $10,0 \pm 1,6$ k., *NEURL1* $8,8 \pm 5,7$ k., o *P21* $2,2 \pm 0,8$ k. Po poveikio *CD82* transkriptų kiekis sumažėjo $11,0 \pm 7,2$ k., *WNT2B* $37,5 \pm 20,5$ k., o *HES1* sumažėjo $2,4 \pm 0,5$ k. kPGR metodu gauti rezultatai patvirtino transkriptominės analizės duomenis. Tuo tarpu po poveikio 50 μ M IMR-1 buvo nustatyta tik *WNT2B* transkriptų kiekio pokytis, jis sumažėjo $3,5 \pm 1,0$ k. Visų kitų tiriamų genų transkriptų kiekiai ne-

pakito. Kadangi išliko nepakitęs ir *HES1* geno, kuris dažnai naudojamas kaip Notch kelio aktyvavimo žymuo, transkriptų kiekis, galime daryti prielaidą, kad IMR-1 galimai nėra aktyvus KLE ląstelėse.

Taip pat siekiant nustatyti, ar ir kitose endometriumo vėžio ląstelėse Nirogacestatas sukelia tą patį atsaką, buvo atlikta genų raiškos pokyčių analizė kPGR metodu, kuriai buvo panaudojamos mūsų laboratorijoje iš pacientų endometriumo audinių išaugintos ląstelės (Bioetikos leidimas Nr.2022/11-1464-938). Nustatyta, kad ląsteles paveikus 40 μ M Nirogacestatu genų *GDF15*, *GADD45A*, *TRIB3*, *FAM129A* bei *NEURL1* transkriptų kiekis, analogiškai kaip KLE ląstelėse, buvo padidėjęs: *GDF15* transkriptų kiekis išaugo 80,1 karto, *GADD45A* 2,9 k., *TRIB3* 30,1 k., *FAM129A* 7,0 k., o *NEURL1* 44,3 k. Po poveikio genų *WNT2B* bei *HES1* transkriptų kiekis, analogiškai kaip KLE ląstelėse, buvo sumažėjęs: *WNT2B* transkriptų kiekis sumažėjo 2,4 k., o *HES1* 2,6 k. Po poveikio *CD82*, *NEDD4* bei *P21* transkriptų kiekis, priešingai nei KLE ląstelėse, nepakito. Rezultatai rodo, kad Nirogacestatas tirtose ląstelėse sukelia panašų atsaką kaip KLE ląstelėse.

Laboratorijoje atlikta *GDF15* baltymų analizė taip pat parodė, kad po Nirogacestato poveikio *GDF15* baltymo kiekis bei jo sekrecija KLE ląstelės padidėjo.

Tolimesniems tyrimams buvo pasirinktas su Notch signaliniu keliu siejamas baltymas *NEDD4* - evoliuciškai konservatyvi ubikvitino ligazė [7, 8]. *NEDD4* katalizuoja tikslių baltymų ubikvitilinimą, taip reguliuodamas jų stabilumą ir degradaciją proteosomoje. Parodyta, kad *NEDD4* reguliuoja ląstelių proliferaciją, migraciją, vėžinių ląstelių invaziją bei jų jautrumą priešvėžinėms terapijoms. Šis baltymas gali moduluoti įvairius signalinius kelius, įskaitant ir Notch kelią, taip darydamas įtaką ląstelių išgyvenimui [8].

NEDD4 baltymo raiška buvo tildoma naudojant siRNR. Pradžioje buvo parinktos dvi skirtingos siRNR: „siRNR_1“ bei „siRNR_2“. Po 24 val. nuo poveikio „siRNR_1“ *NEDD4* transkriptų kiekis sumažėjo 5,5 k., o „siRNR_2“ 3,0 k. Po 48 val. nuo poveikio „siRNR_1“ ląstelių gyvybingumas buvo $80,9 \pm 8,3\%$, o „siRNR_2“ $91,3 \pm 13,8\%$. *NEDD4* baltymo kiekis po 48 val. nuo poveikio „siRNR_1“ sumažėjo 3,7 k. o „siRNR_2“ 1,6 k. Tolesniems tyrimams buvo pasirinkta „siRNR_1“.

Buvo atliktas tyrimas, kuriuo siekėme nustatyti, ar *NEDD4* tildymas turi įtakos Nirogacestato poveikiui KLE ląstelėse. Praėjus 24 val. nuo *NEDD4* tildymo pasirinkta siRNR, ląstelės buvo paveiktos Nirogacestatu. Po 48 val. nuo paveikimo Nirogacestatu išmatuotas jų gyvybingumas. Paveikus ląsteles *NEDD4* tildymui naudojama siRNR, jų gyvybingumas siekė $92,8 \pm 12,1\%$, o paveikus šia siRNR bei Nirogacestatu, sumažėjo iki $40,6 \pm 2,8\%$. Palyginimui, paveikus ląsteles Nirogacestatu bei kontroliniu siRNR mišiniu, ląstelių gyvybingumas siekė $34,4 \pm 0,9\%$. Gauti rezultatai rodo, kad *NEDD4* raiškos slopinimas neturėjo įtakos Nirogacestato poveikiui KLE ląstelių gyvybingumui.

LITERATŪRA

- [1] Faló-Sanjuan, J. and S.J. Bray, *Decoding the Notch signal*. Dev Growth Differ, 2020. **62**(1): p. 4-14.
- [2] Nowell, C.S. and F. Radtke, *Notch as a tumour suppressor*. Nature Reviews Cancer, 2017. **17**(3): p. 145-159.
- [3] Zhou, B., et al., *Notch signaling pathway: architecture, disease, and therapeutics*. Signal Transduct Target Ther, 2022. **7**(1): p. 95.
- [4] Lobry, C., et al., *Notch signaling: switching an oncogene to a tumor suppressor*. Blood, 2014. **123**(16): p. 2451-9.
- [5] Astudillo, L., et al., *The Small Molecule IMR-1 Inhibits the Notch Transcriptional Activation Complex to Suppress Tumorigenesis*. Cancer Res, 2016. **76**(12): p. 3593-603.
- [6] Keam, S.J., *Nirogacestat: First Approval*. Drugs, 2024. **84**(3): p. 355-361.
- [7] Boase, N.A. and S. Kumar, *NEDD4: The founding member of a family of ubiquitin-protein ligases*. Gene, 2015. **557**(2): p. 113-22.
- [8] Huang, X., et al., *The many substrates and functions of NEDD4-1*. Cell death & disease, 2019. **10**(12): p. 904.

SUNKIŲJŲ BARIONŲ SKILIMO KANALŲ ATSKYRIMAS TAIKANT ŠIUOLAIKINIUS MAŠININIO MOKYMOSI ALGORITMUS SIMULIUOTIEMS LHCB DUOMENIMS

LHCb eksperimente atrastos pentakvarkų būsenos P_c^+ žymi reikšmingą pažangą hadronų spektroskopijoje. 2015 m. atlikus $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi K^- p$ skilimo amplitudės analizę, $J/\psi p$ invariantinės masės skirstinyje buvo aptiktos dvi rezonansinės struktūros, kurios tapo pirmuoju aiškiu barioninių pentakvarkų įrodymu [1]. Vėlesnis tyrimas su didesnėmis duomenų imtimis patikslino šiuos atradimus, identifikuodamas tris skirtingas ir palyginti siauras būsenas: $P_c(4312)^+$, $P_c(4440)^+$ ir $P_c(4457)^+$ [2]. Šie rezultatai patvirtina egzotinių hadronų egzistavimą ir skatina toliau tirti jų savybes bei susidarymo mechanizmus.

Šiame darbe tiriamas $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{D}^{*0} K^-$ skilimo kanalas, remiantis simuliuotais LHCb detektoriaus duomenimis. Monte Carlo imtys generuojamos naudojant RapidSim, greitų simuliacijų įrankį, sukurtą hadronų skilimų tyrimams [3]. Skilimo produktų kinematiniai skirstiniai nagrinėjami Dalitz diagramomis, kurios leidžia tiesiogiai vizualizuoti su pentakvarkų būsenomis siejamas rezonansines struktūras (1 pav.). Tai sudaro pagrindą taikyti klasifikavimo metodus, siekiant atskirti signalo indėlį nuo nerezonansinio $\Lambda_c^+ \bar{D}^{*0} K^-$ fono.

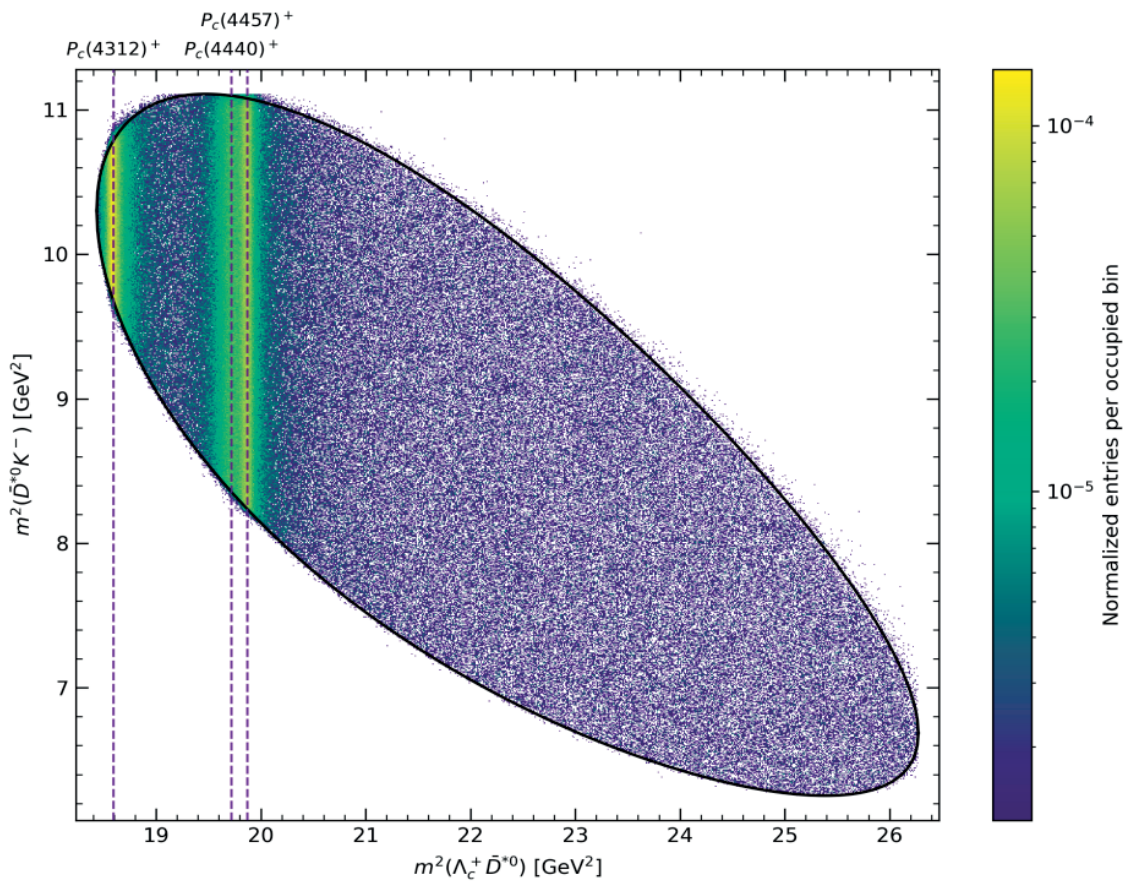
Dalitz diagramose naudojamos dviejų dalelių porų invariantinių masių kvadratų kombinacijos. Šiame darbe svarbiausia yra $\Lambda_c^+ \bar{D}^{*0}$ sistema, nes būtent joje generuojamos P_c^+ rezonansinės struktūros. Todėl rezonansiniai įvykiai turėtų pasireikšti kaip padidintos įvykių koncentracijos tam tikrose Dalitz diagramos srityse. Tokia reprezentacija leidžia ne tik vizualiai įvertinti fazinės erdvės ribas ir rezonansines sritis, bet ir paruošti fiziškai prasmingus kintamuosius klasifikavimui.

Toliau darbe taikomi keli klasifikavimo metodai, siekiant atskirti rezonansinius P_c^+ įvykius nuo nerezonansinės fazinės erdvės. Palyginami tiek paprastesni metodai, tokie kaip logistinė regresija ir *random forest*, tiek sudėtingesni mašininio mokymosi algoritmai, tokie kaip XGBoost ir neuroniniai tinklai [4]. Šie metodai vertinami naudojant ROC kreives ir AUC rodiklį, kuris parodo, kaip gerai modelis atskiria signalo įvykius nuo fono įvykių.

Svarbi darbo dalis yra ne tik klasifikatoriaus tikslumo įvertinimas, bet ir jo fizikinės interpretacijos patikrinimas. Analizuojama, kurie kinematiniai kintamieji labiausiai lemia modelio atsaką ir ar klasifikatorius remiasi fiziškai prasminga informacija. Kadangi nagrinėjamos P_c^+ būsenos susidaro $\Lambda_c^+ \bar{D}^{*0}$ sistemoje, tikimasi, kad didžiausią reikšmę turės šios dalelių poros invariantinė masė. Toks patikrinimas svarbus siekiant įsitikinti, kad mašininio mokymosi metodas ne tik formaliai atskiria klases, bet ir naudoja su nagrinėjamu skilimo procesu susijusią informaciją.

Gauti rezultatai rodo, kad mašininio mokymosi metodai gali efektyviai atskirti simuliuotus rezonansinius įvykius nuo nerezonansinės fazinės erdvės. Kartu pastebima, kad klasifikavimo galia

daugiausia kyla iš $\Lambda_c^+ \bar{D}^{*0}$ invariantinės masės. Tai atitinka fizikinį modelį, nes P_c^+ rezonansai buvo generuojami būtent šioje sistemoje. Sudėtingiausias atskyrimo atvejis susijęs su artimomis $P_c(4440)^+$ ir $P_c(4457)^+$ būsenomis, kurių masių skirstiniai persidengia.



1 pav. Simuliuoto $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{D}^{*0} K^-$ skilimo Dalitz diagrama, vaizduojanti fazinės erdvės ribą ir $P_c(4312)^+$, $P_c(4440)^+$ ir $P_c(4457)^+$ rezonansines struktūras.

LITERATŪRA

- [1] Aaij, R. et al. Observation of $J/\psi p$ resonances consistent with pentaquark states in $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi K^- p$ decays. Physical Review Letters, 2015, 115, 072001.
- [2] Aaij, R. et al. Observation of a narrow pentaquark state, $P_c(4312)^+$, and of the two-peak structure of the $P_c(4450)^+$. Physical Review Letters. 2019, 122, 222001.
- [3] Cowan, G., Needham, M., Craik, D. RapidSim: an application for the fast simulation of heavy-quark hadron decays. Computer Physics Communications, 2017, 214, 239–246.
- [4] Radovic, A., Williams, M., Rousseau, D. et al. Machine learning at the energy and intensity frontiers of particle physics. Nature, 2018, 560, 41–48.

GRANATŲ, LEGIRUOTŲ CERIO IR CHROMO JONAIŠ, SINTEZĖ IR SAVYBIŲ TYRIMAS TAIKYMUI LIUMINESCENCINĖJE TERMOMETRIJOJE

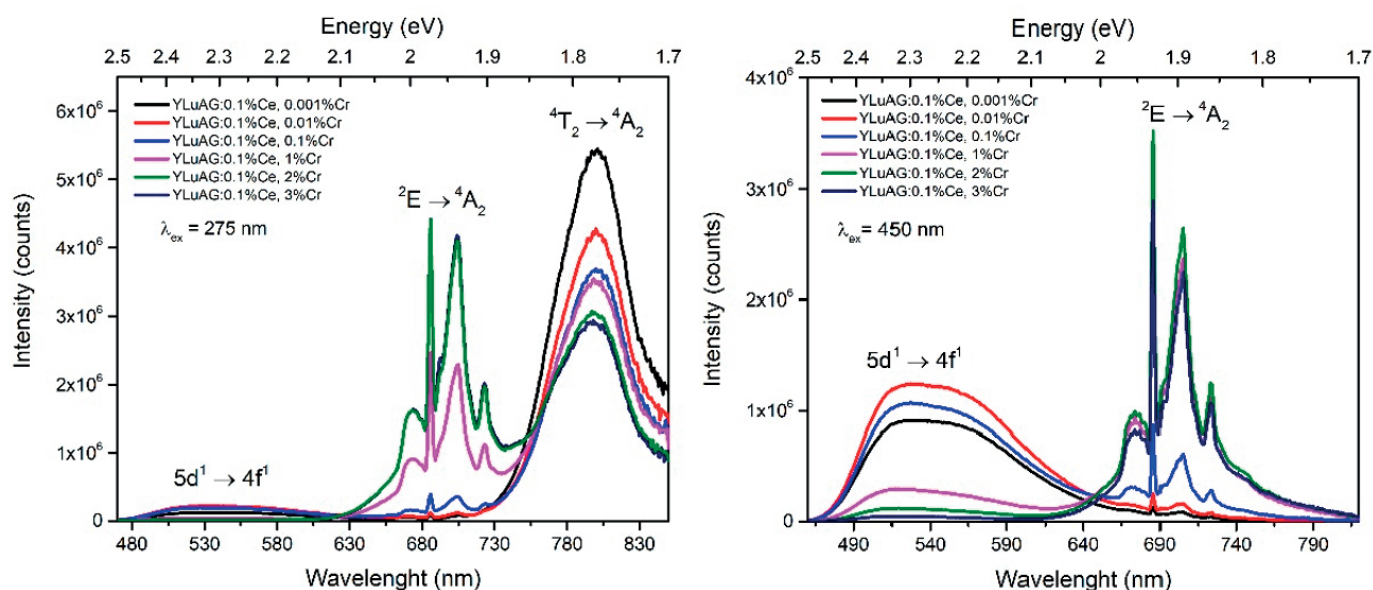
Granato struktūros junginiai itin svarbūs moksliniuose tyrimuose ir technologijose dėl išskirtinių savybių: stabilumo, gero šilumos laidumo, didelio tankio, lankstaus optinių savybių koregavimo [1]. Visa tai leidžia granatus plačiai taikyti ne tik šviesos dioduose, lazeriuose, bet ir kaip liuminescencinius termometrus [1,2]. Pastarieji ypač aktualūs onkologinių ligų diagnostikoje ir gydyme, bei pažangių gynybos technologijų kūrime. Siekiant patobulinti granatų pritaikomumo galimybes, daug dėmesio skiriama jų atsparumo radiacijai gerinimui [1], matavimų tikslumui infraraudonajame (IR) ruože didinimui. Vieni dažniausiai naudojamų granatų yra itrio aliuminio (YAG) ir lutecio aliuminio granatai (LuAG), kurie pasižymi aukštos kokybės termometrams reikalingomis savybėmis.

Vienas iš sprendimų patobulinti naudojamas medžiagas – granato struktūros junginių modifikavimas keičiant jų elementinę sudėtį. Granatų matricoje dalį Y^{3+} (arba Lu^{3+}) pakeitus lantanoidu Ce^{3+} , o dalį Al^{3+} – pereinamuoju metalu Cr^{3+} , gausime junginius, kurie gali emituoti plačiame regimosios bei IR šviesos ruožuose. Cr^{3+} jonai liuminescenciniuose termometruose dažnai naudojami dėl savybės šviesti IR spektre [2,6]. Ce^{3+} įterpimas į granato struktūrą leidžia praplėsti emisijos ribas, nes pastebimas energijos perdavimas tarp Ce^{3+} ir Cr^{3+} jonų [3,4]. Taip pat, gesimo trukmės pokyčiai yra svarbus liuminescencinių termometrų veikimo principo pagrindas. Granato matricoje esantys jonai pasižymi skirtingomis gesimo trukmėmis, tai leidžia naudoti gesimo trukmės santykio metodą, kai temperatūros pokyčiai matuojami remiantis atsirandančiu santykiu tarp išmatuotų skirtingų elementų gesimo verčių.

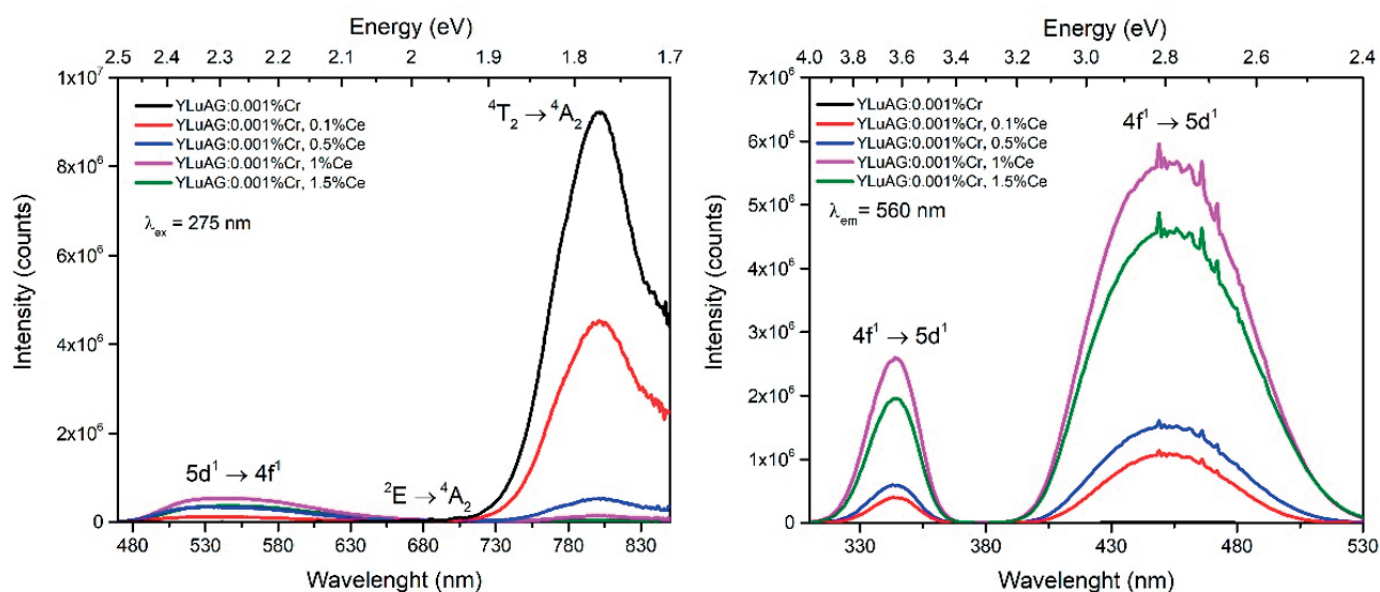
Semestro tyrimo metu zolių-gelių metodu buvo susintetintos itrio lutecio aliuminio granatų ($Y_{1,5-0,5x-0,5y}Lu_{1,5-0,5x-0,5y}Al_5O_{12} \cdot Ce_xCr_y$) serijos, legiruotos skirtingais kiekiais cerio bei chromo jonų, siekiant ištirti, kokią įtaką legiruotų jonų kiekis turi granatų liuminescencinėms savybėms. Siekiant išsiaiškinti, ar susintetinti mėginiai yra vienfaziai buvo naudotas rentgeno spindulių difrakcijos metodas (XRD), o gautų granatų morfologijai tirti – skenuojančios elektroninės mikroskopijos metodas (SEM). Liuminescencinės savybės: emisija, sužadinimas, gesimo trukmė bei kvantinė išeiga, analizuotos fluorescenciniu spektrometru. Taip pat, vienai sintetintų mėginių serijai atlikti temperatūriniai liuminescencijos matavimai.

XRD matavimų rezultatai parodė, kad visos susintetintos medžiagos pasižymėjo vienfaze granato struktūra. Iš SEM vaizdų matoma, kad chromo bei cerio kiekis dalelių struktūrai ir dydžiui reikšmingos įtakos neturėjo.

1 ir 2 paveiksluose matomi susintetintų junginių emisijos ir sužadinimo spektrai. Emisijos matavimas buvo atliekamas sužadinant mėginius 275 nm ir 450 nm bangos ilgiais. Skirtingi bangos ilgiai pasirinkti tam, kad būtų galima stebėti cerio bei chromo jonams būdingus elektronų perėjimus: cerio jonams $5d^1 \rightarrow 4f^1$ ir chromo jonams ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ bei ${}^4T_2 \rightarrow {}^4A_2$ [3,4,5,6]. Sužadinus mėginius 275 nm bangos ilgiu, intensyviausia emisija ties 800 nm pasižymi mėginys YLuAG:0.1Ce%, 0.001%Cr. Didėjant chromo jonų koncentracijai granato struktūroje, šios emisijos intensyvumas mažėja, tai gali būti siejama su koncentraciniu gesinimu [3,6]. Sužadinus mėginius 450 nm bangos ilgiu, intensyviausia emisija registruojama YLuAG:Ce0.1%, 2%Cr mėginyje, kuriame didesnis Cr^{3+} aktyvių centrų skaičius ir galimas energijos perdavimas tarp cerio ir chromo jonų lemia intensyvesnę emisiją [3,4].



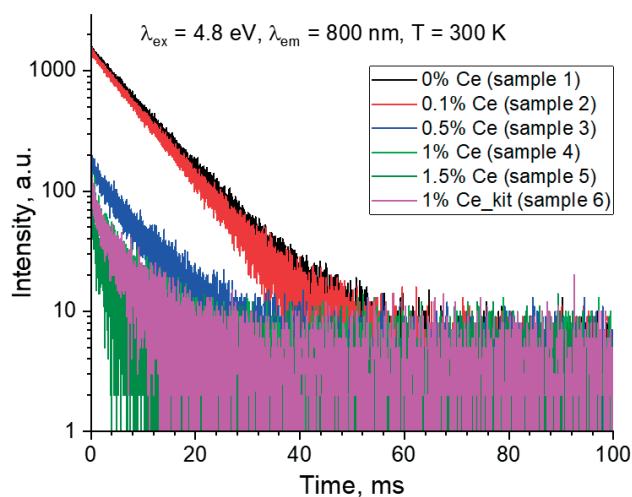
1 pav. Skirtingą Cr^{3+} jonų koncentraciją turinčių YLuAG:0.1%Ce granatų emisija, sužadinus mėginius 275 nm ir 450 nm bangos ilgiais.



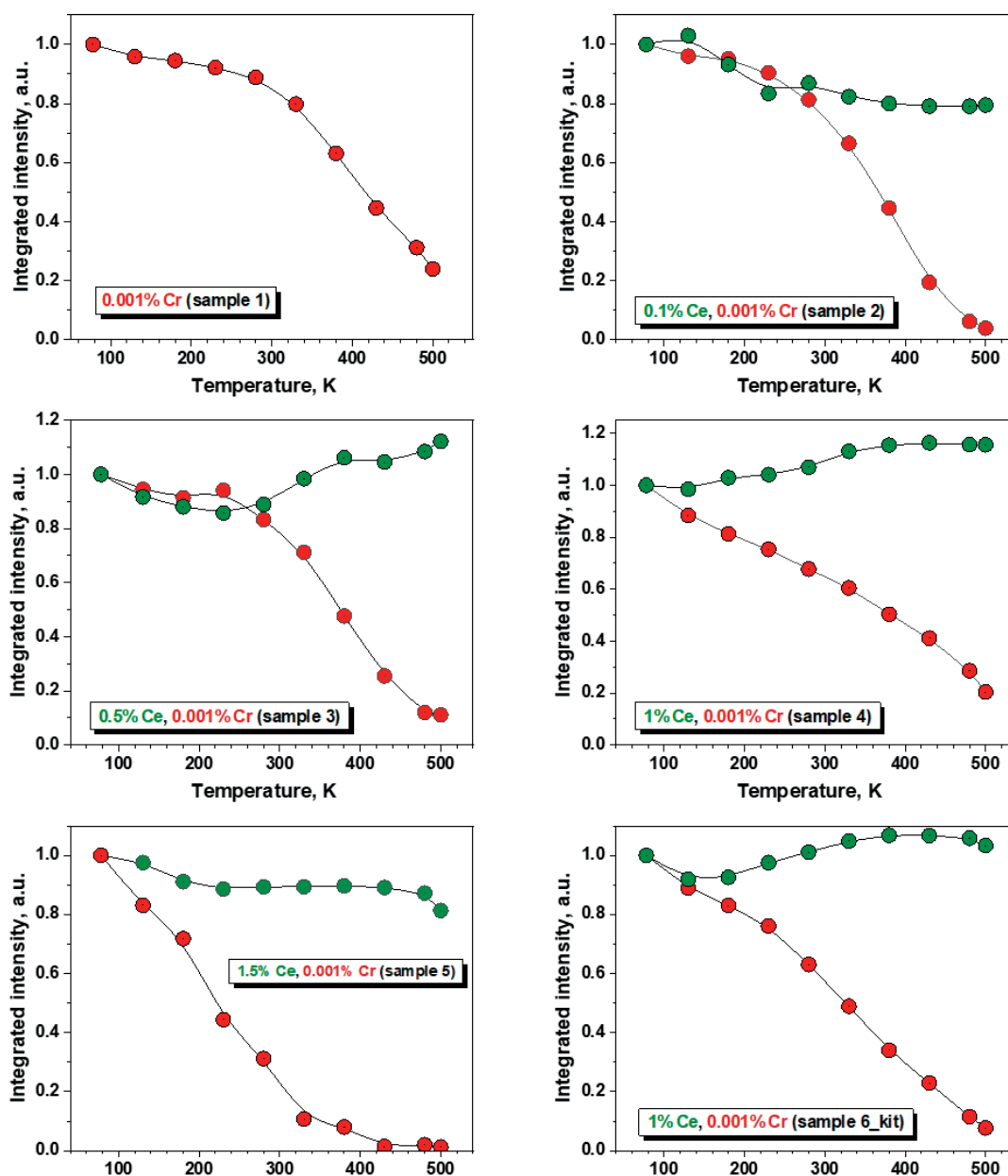
2 pav. Skirtingą Ce^{3+} jonų koncentraciją turinčių YLuAG:0.001%Cr granatų emisijos bei sužadavimo spektrai.

Gesimo trukmių analizė (žr. 3 pav.) atskleidė, kad emisijos kinetika yra susijusi su aktyvatoriaus jono koncentracija granato struktūroje. Didėjant Ce^{3+} jonų kiekiui, gesimo trukmės mažėja, nes didėja sąveika tarp aktyviųjų centrų. Šis reiškinys pastebimas ir gesimo trukmių priklausomybėje nuo temperatūros: kylant temperatūrai - gesimo trukmė trumpėja [5].

Cerio bei chromo emisijos juostų temperatūrinė priklausomybė pavaizduota 4 paveiksle rodo, kad granato struktūroje esantys Cr^{3+} ir Ce^{3+} jonai, pasižymi skirtingu terminiu stabilumu. Didėjant temperatūrai, chromo emisijos juosta yra gesinama stipriau - intensyvumas mažėja. Tuo tarpu cerio emisijos juostų intensyvumas kinta nežymiai, vadinasi, jis pasižymi didesniu terminiu stabilumu [4].



3 pav. Skirtingą Ce^{3+} jonų koncentraciją turinčių YLuAG:0.001%Cr granatų gesimo trukmių kreivės.



4 pav. Cerio bei chromo jonų emisijos juostų temperatūrinės priklausomybės skirtingą cerio jonų turinčių YLuAG:0.001%Cr granatų junginiuose.

LITERATŪRA

- [1] Inkrataite, G., Keil, J.-N., Zarkov, A., Jüstel, T., & Skaudzius, R. (2023). The effect of boron and scandium doping on the luminescence of LuAG:Ce and GdAG:Ce for application as scintillators. *Journal of Alloys and Compounds*, 966, 171634. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.171634>
- [2] Elzbieciak, K., & Marciniak, L. (2018). The Impact of Cr^{3+} Doping on Temperature Sensitivity Modulation in Cr^{3+} Doped and Cr^{3+} , Nd^{3+} Co-doped $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $\text{Y}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$, and $\text{Y}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ Nanothermometers. *Frontiers in Chemistry*, 6. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00424>
- [3] Raudonyte, E., Bettentrup, H., Uhlich, D., Sakirzanovas, S., Opuchovic, O., Tautkus, S., & Katelnikovas, A. (2014). On the $\text{Ce}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ energy transfer in $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ garnets. *Optical Materials*, 37, 204–210. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2014.05.025>
- [4] Merkininkaitė, G., Zabaliūtė-Karaliūnė, A., Jüstel, T., Klimkevicius, V., Sakirzanovas, S., & Katelnikovas, A. (2023). $\text{Ce}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ energy transfer in $\text{Y}_3\text{Al}_3\text{MgSiO}_{12}$ garnet host and application in horticultural lighting. *Ceramics International*, 49(11), 16796–16808. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.02.040>
- [5] Marciniak, Ł., K. Kniec, K. Elzbieciak-Piecka, K. Trejgis, Stefańska, J., & Miroslav Damićanin. (2022). Luminescence thermometry with transition metal ions. A review. *Coordination Chemistry Reviews*, 469, 214671–214671. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214671>
- [6] Inkrataite, G., Keil, J.-N., Rickute, N., Kareiva, A., Tamulaitis, G., Jüstel, T., & Skaudzius, R. (2026). Ultra-low chromium doping effect in boron modified $\text{Lu}_3\text{-xAl}_5\text{-yO}_{12}\text{:Cr}_x\text{,By}$ and $\text{Lu}_3\text{-xAl}_4\text{-yScO}_{12}\text{:Cr}_x\text{,By}$ scintillators. *Journal of Alloys and Compounds*, 1058, 186993. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2026.186993>

VIRUSINIAIS VEIKSNIAIS STIMULIUOTŲ KVĖPAVIMO TAKŲ UŽLĄSTELINIŲ PŪSLELIŲ POVEIKIS SMEGENŲ KAPILIARŲ ENDOTELIO LĄSTELĖMS

Šiuolaikinėje biomedicinoje plaučių–smegenų ašis laikoma svarbiu tarpstempliniu ryšiu, per kurį kvėpavimo takų uždegiminiai signalai gali veikti centrinės nervų sistemos (CNS) pusiausvyrą. Smegenų kapiliarų endotelio ląstelės yra pagrindinis kraujo–smegenų barjerą formuojantis komponentas, palaikantis CNS homeostazę ir pasižymintis dideliu jautrumu sisteminiams uždegiminiams pokyčiams. Naujausi tyrimai rodo, kad periferinės virusinės infekcijos, tokios kaip SARS-CoV-2, gali būti susijusios su neurovaskuliniais pokyčiais net ir nesant tiesioginės smegenų audinio infekcijos [1]. Manoma, kad svarbų vaidmenį šiame procese atlieka užląstelinės pūslelės (UP) – mažos membraninės struktūros, išskiriamos iš ląstelių ir dalyvaujančios tarpląstelinėje komunikacijoje. Virusinės stimuliacijos metu jos gali pernešti ir pro-uždegiminius signalus. Atsižvelgiant į tai, šio darbo tikslas – įvertinti virusiniais veiksniais stimuliuotų kvėpavimo takų epitelio ląstelių išskiriamų UP poveikį žmogaus smegenų kapiliarų endotelio ląstelėms.

Tyrimui naudotos komercinės žmogaus bronchų epitelio (HBEC3-KT) ir smegenų kapiliarų endotelio (hCMEC/D3) ląstelių linijos. Virusiniam uždegimui imituoti epitelio ląstelės buvo veikiamos poli I:C (TLR3 receptoriaus agonistu) ir SARS-CoV-2 spyglio baltymo receptorių surišančiu domenu (RBD). UP išskirtos iš ląstelių kultūrų terpės polimerinės precipitacijos metodu, charakterizuotos pagal dalelių dydį (nanodalelių sekimo analizė) ir paviršiaus žymenis (Luminex). Endotelio ląstelės inkubuotos su UP 48 val., po to vertinta jų migracija („žaizdos“ gijimo testas), oksidacinis stresas (ROS) – fluorescenciniais metodais (DCFH-DA ir MitoSOX) bei uždegiminis atsakas – genų raiška (tikro laiko PGR) ir citokinų sekrecija (Luminex). Duomenų analizė atlikta naudojant „Excel“, „ImageJ“ (vaizdų analizei) ir „GraphPad Prism“ (statistinei analizei).

Nanodalelių sekimo analizė ir paviršiaus žymenų įvertinimas patvirtino UP išskyrimą ir jų endosominę kilmę. Nustatyta, kad UP dydis svyravo nuo 50 iki 400 nm. Abiejų tipų (poli I:C ir RBD) virusiniais veiksniais stimuliuotų kvėpavimo takų epitelio ląstelių kilmės UP sukėlė reikšmingą ROS padidėjimą smegenų kapiliarų endotelio ląstelėse, taip pat padidino uždegiminių citokinų raišką ir sekreciją, tačiau „žaizdos“ gijimo testo metu reikšmingų ląstelių migracijos pokyčių nenustatyta. Gauti rezultatai rodo, kad UP gali moduluoti oksidacinio streso ir uždegiminio atsako žymenis smegenų kapiliarų endotelio ląstelėse, nepaveikdamos ląstelių migracijos *in vitro*.

LITERATŪRA

- [1] Buzhdygan, T. P., DeOre, B. J. *Neurobiology of Disease*, 2020, 146, 105131.

SUBSEA PIPELINE CRACK DETECTION: AN IMAGE PROCESSING APPROACH TO IMPROVE CNN PERFORMANCE

Large infrastructure has a pivotal role in the economic stability and development of nations. Therefore, inspection techniques are continuously updated and adapted to technological advancements to improve accuracy, speed, and feasibility, ultimately ensuring the sustainability of infrastructure. Advancements in the field of robotics has been widely used to automate inspection processes and reduce the need for manual intervention, particularly in hazardous environments. The robotic systems employ various artificial intelligence (AI) techniques to detect, identify, and quantify structural defects. Among these technologies, machine learning has become one of the most commonly used approaches for inspection robots due to its strong capability in approximating complex data patterns and performing accurate data classification. However, the performance of neural networks is highly dependent on the data quality and quantity of training data [1]. Therefore, this study aims to design methods to enhance the performance of neural networks for the inspection of concrete subsea pipelines used for oil and gas transportation as these pipelines are critical assets that significantly influence the economy, national security, industrial operations, and environmental safety of nations.

Subsea pipelines and related infrastructure are primarily inspected through manual labor, and there is a limited availability of publicly accessible datasets for training neural networks. To address this limitation, a generative approach is developed to produce large-scale synthetic data based on real footage of subsea pipelines [2]. In this study, mathematical formulations are implemented to generate two types of procedural noise maps: Perlin noise and Worley noise. The Perlin noise map is used to simulate the surface texture of concrete, while the Worley noise map is employed to model crack patterns; see *Figure 1*. By adjusting the parameters of these texture generation algorithms, it is possible to produce a wide variety of realistic textures that share similar statistical and visual characteristics.



a) Worley noise



b) Perlin noise

Figure 1. The sample generated noises. Multiple variations of the noises are used together to generate distinct and diverse random textures of concrete subsea pipelines.

The two noise maps are combined to generate a height map representing the pipeline surface texture. Subsequently, normal and diffuse maps are derived from the height map for 3D rendering to produce synthetic data. The *Figure 2* illustrates the final set of generated maps. These textures are then

applied within a 3D simulation environment that replicates seabed conditions, imaging setups, and environmental noise to produce realistic rendered images. The resulting images are used for training and testing the neural network; a sample of the final rendered outputs is shown in the figure.

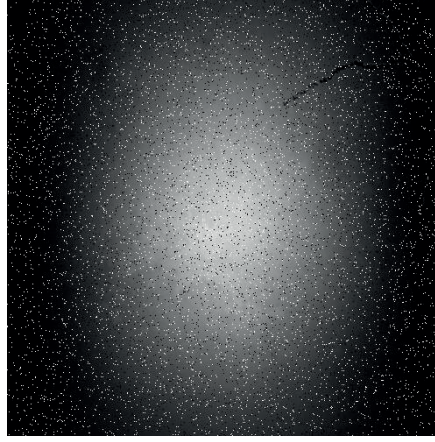


Figure 2. A sample of final result of data generation.

The subsea environment introduces various artifacts during image acquisition. These artifacts include noises caused by light reflection and refraction, resembling salt-and-pepper noise, as well as exponential variations in illumination. Illumination artifacts are mainly caused by the lighting configuration of the remotely operated underwater vehicle (ROUV) and the cylindrical geometry of the pipeline. To mitigate illumination-related distortions, an illumination mask is generated by averaging multiple images of the pipeline. Then, each image is processed to equalize and improve illumination uniformity using Equation (1), where $I(x,y)$ represents the enhanced image at pixel coordinates (x,y) , $p(x,y)$ denotes the original noisy image, and a and b are constant parameters. The illumination mask is subsequently applied to reduce lighting artifacts. In addition, a median filter is employed to suppress residual noise and smooth the image. The results of the artifact removal process are illustrated in the Figure 3. showing a significant improvement in visibility of the crack inside the image shown in Figure 2. This preprocessing pipeline is applied to all images used for training the neural network, thereby enhancing crack visibility and improving classification performance.

$$I(x,y) = a^{p(x,y)^b} \quad (1)$$

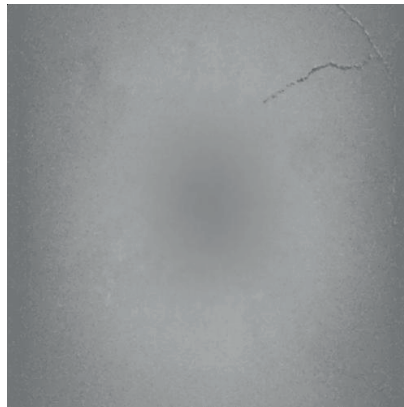


Figure 3. The result of processing on visibility of crack and image equalization.

To quantify crack characteristics in the images, Equation 2, where B is the binarized image, (x,y) is the pixel position, c is a constant value, p is the processed image, is applied in four directions: left-to-right, right-to-left, top-to-bottom, and bottom-to-top, in order to evaluate local texture variations. In regions where the surface is uniform, the difference between neighboring pixel values remains small. However, when there is a change in surface height such as at crack boundaries segmentation algorithm described by Equation 2 effectively highlights these variations. The exponential term in the equation enhances the sensitivity to significant changes while suppressing minor, irrelevant surface fluctuations. This allows for more robust detection of crack features. An example of crack segmentation using this approach is shown in Figure 4.

$$B(x, y) = c^{p(x,y+1)-p(x,y)} \quad (2)$$



Figure 4. The result of segmentation algorithm in extracting crack inside image.

The SqueezeNet convolutional neural network (CNN) is employed for image classification [3]. In total, five networks are trained and evaluated using both processed and unprocessed datasets. The dataset consists of 2,000 synthetic images, equally divided into 1,000 positive samples (containing cracks) and 1,000 negative samples (contains no cracks). The training configuration is consistent across all networks, with a mini-batch size of 128, a maximum of 200 epochs, an initial learning rate of 1×10^{-4} , and a validation frequency of 50 iterations. However, for each trained network, the data is selected randomly. The dataset is split into 80% for training, 10% for validation, and 10% for testing. The results of the training and evaluation processes are summarized in Table 1.

Table 1. The performance of trained networks on original noisy images versus processed images.

Network Name	Accuracy	
	Original Noisy Images	Processed Images
Network 1	95%	99%
Network 2	96%	95%
Network 3	88.5%	99%
Network 4	93%	96%
Network 5	87.5%	99%

This study proposes an image preprocessing methodology aimed at enhancing target features within the data, thereby improving neural network performance. By highlighting target objects characteristics within data prior to classification, the approach enables the effective use of less complex neural network architectures, reducing computational requirements for analyzing complex data. Furthermore, the proposed framework integrates the neural network as part of a broader data processing.

Specifically, the network is used for image-level classification, while segmentation is applied only to images classified as positive. This selective processing strategy reduces computational cost and processing time. As a result, the method minimizes the need for advanced, computationally intensive neural networks that rely on pixel-wise segmentation, which typically require extensive labeled data, high labor work, and significant computational resources.

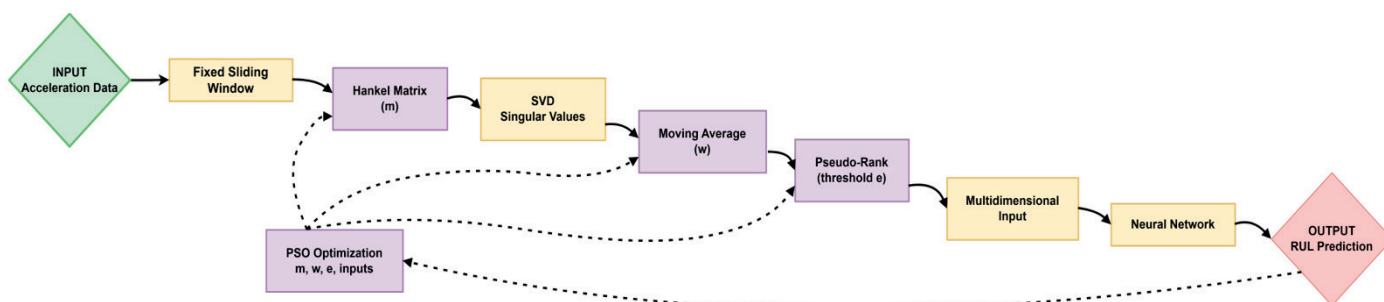
REFERENCES

- [1] P. Palevičius, M. Pal, U. Orinaitė, I. Timofejeva and M. Ragulskis, "Automatic Detection of Cracks on Concrete Surfaces in the Presence of Shadows," *Sensors*, 2022.
- [2] U. Orinaitė, V. Karaliūtė, M. Pal and M. Ragulskis, "Detecting Underwater Concrete Cracks with Machine Learning: A Clear Vision of a Murky Problem," *Applied Sciences*, vol. 13, 2023.

MATRICŲ TAIKYMAI GUOLIŲ LIKUSIOS NAUDINGOS TRUKMĖS VERTINIMUI

Guolių likusio tarnavimo laiko (RUL) vertinimas paprastai atliekamas taikant įvairius metodus, įskaitant mašininį mokymąsi, entropiją ar kitus daugiau ar mažiau klasikinio pobūdžio metodus. Šio tyrimo tikslas – RUL vertinimui panaudoti matricos rangus. Algebriniai metodai prognozuojamojoje diagnostikoje vis dar nėra plačiai paplitę, nors, pavyzdžiui, kai kuriems Hankelio matricų taikymo atvejams pastaruoju metu skiriama vis daugiau dėmesio [2, 3, 4]. Šis tyrimas dar labiau prisideda prie Hankelio matricomis pagrįstų taikymų nuspėjamojoje diagnostikoje plėtros.

Tyrimo esmė yra iš matricų išgautais požymiais prognozuoti likusią naudingą trukmę (RUL). Pirmiausiai, tiriamo RUL prognozavimas prasideda nuo guolių vibracijos įvertinimo bet kuriuo laiko momentu. Tada iš vibracijų yra nustatomas Hankelio matricos rangas, kuris turi būti pakankamai tikslus, kad atspindėtų vibracijos duomenų algebrines savybes. Tyrimo metodologija pavaizduota schemoje (žr. pav 1).



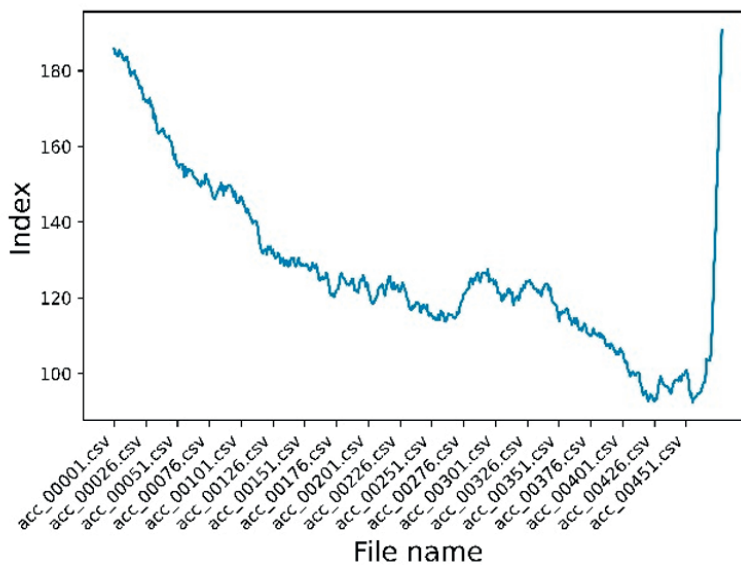
1 pav. Išsamus tyrimo metodologijos (duomenų paruošimo, modelio optimizavimo ir likusio tarnavimo laiko prognozavimo) procesas

Viena svarbiausių algebrinių matricos savybių – jos rangas, o šiuo atveju jis gaunamas iš Hankelio matricos, sudarytos naudojant fiksuoto dydžio slenkantį langą, einantį per guolių vibracijų pagreičius. Taigi, šiuo atveju aktuali savybė yra sekos $\{a_i\}_{i=0}^n$ rangas r . Reikia pažymėti, kad naudojamas Hankelio matricos pseudo-rangas, nes beveik visos realaus pasaulio sekos yra užterštos triukšmu. Pseudo-rangas paprastai yra nustatomas skaičiuojant singuliarių reikšmių $\sigma_j, j = 1, m$, didesnių už slenkstinę vertę ε , skaičių. Šiame tyrime tai prilygsta $\{\|\sigma_j - \sigma_{j-1}\|\}_{j=1}^m$ palyginimui su ε . Pirmasis indeksas j , kuriame skirtumo (lango w) slenkamasis vidurkis tris kartus iš eilės yra mažesnis už ε , laikomas tos matricos pseudo-rangu $r_k = r(\{a_i\}_{i=k}^{k+2m-2}) := j$.

Rango įvertinimas pademonstruotas naudojant eksperimentinės platformos PRONOSTIA duomenis [1]. Čia akselerometrai matuoja guolių pagreičius a_x, a_y atitinkamai išilgai Ox ir Oy ašių. Pagreičio vertė kinta laikui bėgant ir pradeda rodyti pastebimą standartinio nuokrypio padidėjimą esant mažoms RUL vertėms. Eksperimentas yra atliekamas su specialiai pagamintais rutuliniais guoliais, kurie yra sukami 1500 aps/min ir veikiami 5000 N apkrovos. Kadangi guolio duomenų rinkmenose yra užregistruotos duomenų laiko žymos, jos naudojamos guolio RUL nustatymui. Nors duomenys registruojami dviem kryptimis, šis tyrimas apsiriboja pirmąja (pagal Ox ašį).

Naudojamas fiksuotas slenkamasis langas ir taip sudaromas Hankelio matricų sąrašas. Tada yra atliekamas Hankelio matricų singuliarių verčių skaičiavimas naudojant SVD dekompoziciją. Pradiniai parametrai matricų dydžiui ir singuliarių verčių svarbos slenksčiui yra nustatomi pasirinktinai, o vėliau optimizuojami.

Ankstesnių LMT praktikos tyrimų metu buvo nustatyta, kad iš vibracijų signalo sudarytų Hankelio matricų rangai leidžia prognozuoti RUL. Naudojant tik vieną skaičių, tarsi iš signalo segmento išskirtą savybę, prognozė yra informatyvi, t. y. RUL mažėja bėgant laikui, tačiau tik likus trumpam laiko tarpui iki kol guolis visiškai susidėvės. Esant ilgesniam laikui iki pilno susidėvėjimo to nustatyti neįmanoma, nes atsiranda daugiareikšmiškumo problema, t.y., vienas nustatytas pseudo-rangas atitinka kelias skirtingas likusio naudingo laiko reikšmes (žr. pav 2). Šiai problemai spręsti buvo iškelta pagrindinė tyrimo idėja – neapsiriboti viena savybe laikui nustatyti, tačiau, verčiau, pasitelkiant slenkantį langą, formuoti vektorius, atitinkančius likusią naudingą guolio veikimo trukmę. Taip buvo tikimasi, kad RUL galima prognozuoti ne pagal specifinę reikšmę, o jų pokytį laike. Kaip matome grafike (žr. pav 1), imdami kelias reikšmes iš eilės mes neapsiribojame vienintele reikšme, tačiau stengiamės pagauti atitinkamą savybės tendenciją specifiniu RUL atveju.



2 pav. Hankelio matricos pseudo-rangų kitimas taikant bandomąją duomenų rinkinį B32 su optimaliais parametrais (m, w, e) = (500, 13, 0.03)

Galiausiai buvo palyginti vienmatis ir daugiamatis metodai. Vienmačio modelio (1D) įvestis yra r_k , o išvestis $RUL_k = t_{end} - t_k$. Šio metodo prognozei naudojamas vienas perceptronas, su 3 paslėpatais sluoksniais, turinčiais atitinkamai 32, 16 ir 8 neuronus. Tuo tarpu daugiamačio metodo (ND) įėjimas yra $(r_{k-N+1}, r_{k-N+2}, \dots, r_k)$ su ta pačia išvestimi $RUL_k = t_{end} - t_k$. Tačiau šiuo atveju prognozei naudojama specialiai sukurta funkcinė ANN architektūra. Optimalūs m, ε, w dydžiai buvo nustatyti taikant dalelių spiečiaus optimizavimo metodą, siekiant padidinti prognozės tikslumą M :

$$m_{opt}, \varepsilon_{opt}, w_{opt} = \arg \min_{m, \varepsilon, w} M(m, \varepsilon, w)$$

Tikslo funkcija abiem atvejais yra ta pati:

$$M(m, \varepsilon, w) = MSE(RUL_k^{(pred)}, RUL_k^{(actual)})$$

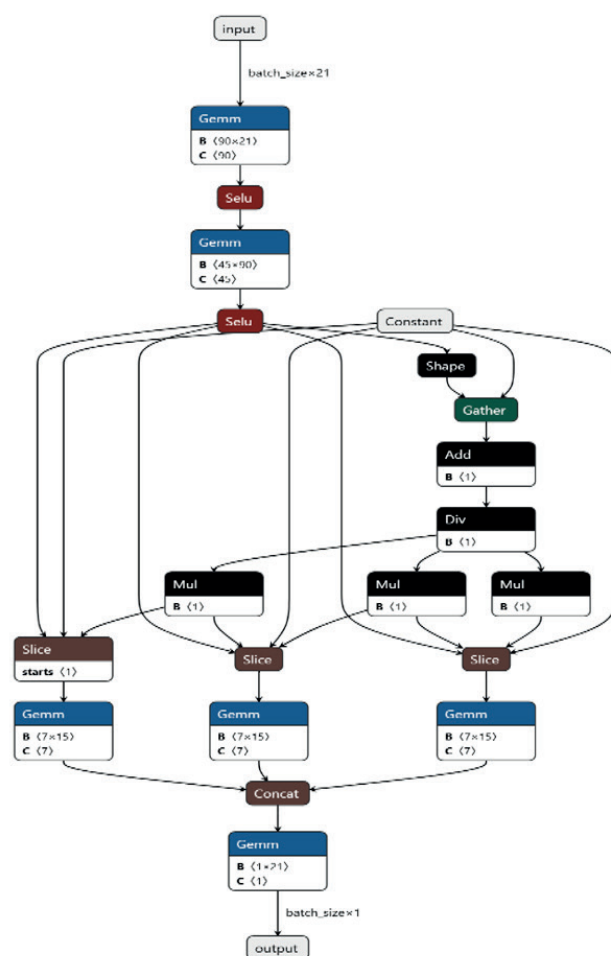
Skaitiniai eksperimentai rodo, kad realiuose taikymuose parametrus reikia optimizuoti konkrečiam guoliui, net jei eksperimentiniai parametrai yra tie patys.

Vienmatis modelis (1D) pasiekė ~80% tikslumą, tačiau jo prognozė buvo atliekama tik likus 5-10% visos likusios naudingos trukmės. Tuo tarpu daugiamatis modelis (ND) nors ir pasiekė panašų tikslumą, t.y. R^2

buvo 0.854, tačiau prognozė buvo vykdoma jau su visa duomenų aibe. Čia svarbu paminėti, kad išryškėjusi prognozės problema yra neatitinkantis skirtingų guolių susidėvėjimo laikas, todėl, norint išlaikyti prognozės tikslumą su kita duomenų aibe, svarbu normalizuoti išskirtas savybes.

Kai naudojamas 1D modelis, RUL prognozavimas yra įmanomas tik guolio tarnavimo laiko pabaigoje. Tik tuomet T_k rodo stabilią tendenciją didėti per likusį laiką (žr. pav 2). Norint nustatyti RUL mažėjimą ir prognozuoti jį nuo to momento, reikėtų atlikti pakopines prognozes.

Optimali ANN konfigūracija ND modeliui buvo suformuota apmokant keletą skirtingų pasirinktų architektūrų. Geriausias prognozavimo paklaida buvo pasiekta naudojant tinklą, turintį 3 skirtingas „šakas“ nepriklausomam požymių vertinimui (žr. pav 3). Euristicinis argumentas tai paaiškinti yra tas, kad T_k iš pradžių rodo mažėjimo tendenciją, bet vėliau, pasiekus guolio tarnavimo pabaigą, pradeda didėti. ND metodas leidžia prognozuoti RUL iš anksto ir ilgesniam laikotarpiui.



3 pav. Optimalios dirbtinių neuroninių tinklų (ANN) architektūros RUL prognozavimui pavyzdys

LITERATŪRA

- [1] Nectoux, P., Gouriveau, R., Medjaher, K., Ramasso, E., Chebel-Morello, B., Zerhouni, N., Varnier, C. PRONOSTIA: An experimental platform for bearings accelerated degradation tests. *Conference on Prognostics and Health Management*, 2012, 1–8.
- [2] Ojha, S., Shelke, A. Estimation of the Remaining Useful Life of Axially Loaded Members Through Nested Least-Square Support Vector Regression. *Journal of Earthquake Engineering*, 2025, 29 (1), 243–264.
- [3] Fan, W., Jiang, F., Li, Y., Peng, Z. A Hankel matrix-based multivariate control chart with shrinkage estimator for condition monitoring of rolling bearings. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2024.
- [4] Bisoyi, S., Rath, A. K., Mahato, S. Improvements in Prediction of Remaining Useful Life of Roller Bearings Using Deep Learning Models. *2024 8th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)*, 2024, 688–694.

INDOLO PAGRINDĄ TURINČIŲ JUNGINIŲ SINTEZĖ IR BIOLOGINIAI SAVYBIŲ TYRIMAI

Indolo dariniai yra vieni svarbiausių heterociklinių junginių, plačiai paplitusių gamtoje. Šie junginiai pasižymi įvairiai funkcionalizuota chemine struktūra ir plačiu biologiniu aktyvumu bei atstovauja natūralių produktų grupę [1]. Dažnai jie aptinkami alkaloiduose, kurie kaip antriniai metabolitai gausiai aptinkami mikromicetuose, tačiau randami ir kituose mikroorganizmuose, pavyzdžiui bakterijose [1-2]. Indolo pagrindą turintys alkaloidai turi labai įvairų biologinį aktyvumą, pasižymi priešgrybelinėmis, antivirusinėmis priešmaliarinėmis ar antibakterinėmis savybėmis bei selektyviu citotoksiškumu vėžinėms ląstelėms [1-3]. Farmakologinis šio heterociklo potencialas sėkmingai panaudojamas ir medicininėje chemijoje. Susintetinti ir įvairiai modifikuoti indolo dariniai įeina į plačiai žinomų vaistų sudėtį, tokių kaip indalpinas, ondansetronas, delaviridinas ar roksindolas [3]. Medicininėje chemijoje ypatingą reikšmę turi ir diazepino žiedą turintys dariniai, taip pat pasižymintys įvairiu biologiniu aktyvumu. Dėl šių aktyvumų šios sistemos plačiai taikomos kaip vaistų veikliosios medžiagos, pavyzdžiui, benzodiazepinai dėl savo poveikio centrinei nervų sistemai yra naudojami gaminant anksiolitikus (nerimą slopinančius vaistus), miorelaksantus, prieštraukulinius vaistus ir kt [4]. Kartu jungiant šias struktūras per bendrą azoto atomą suformuojamas išskirtinis triciklinis pagrindas, kuris dėl specifinių cheminių savybių ir molekulinio patvarumo leidžia sąveikauti su biologiniais taikiniais [5]. Atsižvelgiant į tai, naujų diazepinindolo darinių konstravimas yra nauja ir perspektyvi tyrimų kryptis, kuri dėl naujų darinių struktūrinio sudėtingumo ir sintezės iššūkių ne tik skatina naujų organinės chemijos metodikų kūrimą, bet ir atveria plačias galimybes naujų terapinių preparatų vystymui. Remiantis tuo, suformuluotas šio projekto tikslas - susintetinti naujas ciklines indolo sistemas ir ištirti jų biologines savybes.

Tarpiniai indolo dariniai gauti naudojant rinkoje prieinamus reagentus. Sintezė pradėta atliekant indolkarboksilato darinių alkilimą pagal literatūroje pateiktas metodikas. Tolesnių etapų metu, sėkmingai suformuotos indolo sistemos, savo sudėtyje turinčios diazepino žiedą, pradžioje taikant apsauginės grupės pašalinimą, tuomet ciklizacijos reakcijos sąlygas. Įvykdžius halogeninimo reakciją, susintetintas tarpinis bromintas indolo darinys tolimesnėms katalizės reakcijoms. Tiksliniai indolo dariniai su įvairiais pakaitais gauti atliekant paladžio katalizuojamas kryžminimo jungimo reakcijas, taikant Buchwald-Hartwig ir Suzuki-Miyaura reakcijų metodikas. Naujai susintetintų junginių struktūros patvirtintos instrumentinės analizės metodais. Projekto metu, taip pat nustatytas indolo darinių biologinis aktyvumas.

LITERATŪRA

- [1] Umer S. M., Solangi M., Khan K. M., Saleem R. S. Z. *Molecules*, 2022, 27, 7586.
- [2] Li S. M. *Natural Product Reports*, 2010, 27, 57–78.
- [3] Kumar P., Ahma M. I., Singh S., Pratam M. R. F., Mishra A. K. *Archiv der Pharmazie*, 2022, 46, 1–25.
- [4] Battle E., Lizano E., Viñas M., Pujol M. D. 1,4-Benzodiazepines and New Derivatives: Description, Analysis, and Organic Synthesis, 2019, 1, 1–24.
- [5] Zhou M., Yang X., Wang S. *Drug Design, Development and Therapy*, 2026, 20, 150–165.

REMIELINIZACIJOS PROCESSE DALYVAUJANČIŲ MIRNR RAIŠKOS TYRIMAI ATSIŽVELGIANT Į IŠSĖTINĖS SKLEROZĖS LIGOS EIGĄ MODIFIKUOJANTĮ GYDYMĄ

Išsėtinė sklerozė (IS) – tai autoimuninė uždegiminė liga, kuriai būdinga centrinės nervų sistemos (CNS) nervinių skaidulų, demielinizacija, dėl kurios pažeidžiami aksonai, nyksta neuronai. Liga pasireiškia motorinės, jutiminės ir kognityvinės funkcijos sutrikimais [1]. Šiuo metu IS nėra išgydoma, todėl gydymas orientuotas į paūmėjimų valdymą ligos eigą modifikuojančiais vaistais ir simptomų palengvinimą [2].

MiRNR – tai mažos nekoduojančios RNR molekulės, kurios reguliuoja įvairius ląstelės gyvybinius procesus, įskaitant ir remielinizacijos procesą, o kiekviena miRNR gali reguliuoti daugybės genų raišką. Šios molekulės yra centriniai imuninės ir CNS reguliatoriai, todėl yra pagrindinė autoimuninių ir neurologinių sutrikimų, įskaitant IS, tyrimų tema [1]. Vis dar ne iki galo aišku, ar skiriamas gydymas veikia dalyvaujančių remielinizacijos procesuose miRNR raišką kraujyje [3].

Tikslas: įvertinti remielinizacijos procese dalyvaujančių miR-219a-5p, miR-338-5p, miR-204-5p ir miR-17-5p raišką, atsižvelgiant į išsėtinės sklerozės gydymą.

Medžiaga ir metodai: miR-219a-5p, miR-338-5p, miR-204-5p ir miR-17-5p molekulių raiška buvo nustatyta bendro kraujo mėginiuose pacientams iš keturių grupių, suskirstytų pagal iki tyrimo pradžios taikytą/netaikytą gydymą: 1 grupė – gydyti tik pirmos eilės ligos eigą modifikuojančiais vaistais (n=16); 2 grupė – gydyti tik antros eilės vaistais (n=38); 3 grupė – gydyti pirmos ir antros eilės vaistais (n=29); 4 grupė – pacientai, kuriems iki tyrimo pradžios nebuvo taikytas gydymas (n=10). MiRNR skyrimas buvo vykdomas naudojant „mirVana™ miRNA Isolation Kit“ (Invitrogen, Masačusetsas, JAV) rinkinį. Kopijinės DNR sintezė atlikta naudojant „TaqMan Advanced miRNA cDNA Synthesis Kit“ (Applied Biosystems, Masačusetsas, JAV) rinkinį. MiRNR raiška buvo nustatoma tikro laiko PGR metodu, naudojant QuantStudio™ 3 System TL-PGR aparatą. Statistinei analizei atlikti buvo naudota GraphPad programa. Duomenų analizei apskaičiuotos miRNR molekulių ΔC_t reikšmės, kaip referentinę miRNR naudojant miR-16-5p.

Rezultatai: apskaičiuotos miR-219a-5p, miR-338-5p, miR-204-5p ir miR-17-5p ΔC_t reikšmės. Jos buvo palygintos tarp tiriamųjų grupių: pacientų, kuriems iki tyrimo pradžios nebuvo taikytas gydymas, pacientų, gydytų pirmos eilės ligos eigą modifikuojančiais vaistais, pacientų, gydytų pirmos ir antros eilės vaistais, bei pacientų, gydytų tik antros eilės vaistais. Trijų iš keturių tirtų miRNR raiška statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp pacientų grupių. Nustatyta, kad miR-338-5p molekulių raiška reikšmingai skiriasi lyginant pacientus, gavusius gydymą tiek pirmos, tiek antros eilės vaistais su pacientais, kurie buvo gydomi tik antros eilės ligos eigą modifikuojančiais vaistais ($p=0,012$). MiR-204-5p raiška statistiškai reikšmingai skyrėsi lyginant iki tyrimo pradžios negydytus pacientus su gydytais antros eilės vaistais ($p=0.0006$), gavusius gydymą pirmos eilės vaistais su gydytais antros eilės vaistais ($p=0.0001$) bei gydytus tiek pirmos, tiek antros eilės vaistais su gydytais tik antros eilės vaistais ($p=0.034$). MiR-17-5p raiška taip pat statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp pacientų grupių. Reikšmingi skirtumai nustatyti lyginant pacientus, kuriems iki tyrimo pradžios nebuvo taikytas gydymas, su gydytais antros eilės vaistais ($p=0.001$), pirmos eilės vaistais gydytus pacientus su gydytais pirmos ir antros eilės vaistais ($p=0.006$), pirmos eilės vaistais gydytus pacientus su gydytais antros eilės vaistais ($p<0.0001$), gydytus pirmos ir antros eilės vaistais su gydytais tik antros eilės vaistais ($p=0.001$). Taip pat buvo įvertintos koreliacijos tarp tiriamųjų miRNR raiškos pacientų grupėse. Nustatytos dvi statistiškai reikšmingos koreliacijos:

negydytų pacientų grupėje tarp miR-219a-5p ir miR-338-5p ($r=0.77$, $p=0.021$) ir gydytų tiek pirmos, tiek antros eilės vaistais pacientų grupėje tarp miR-204-5p ir miR-17-5p ($r=0.49$, $p=0.009$). Siekiant įvertinti miRNR diagnostinę vertę, buvo atlikta ROC analizė. Visos statistiškai reikšmingus raiškos skirtumus turėjusios miRNR, pasižymėjo didesniu nei 70% jautrumu ir specifiškumu ($AUC>0,70$). MiR-17-5p turėjo didžiausią diagnostinę vertę skiriant pacientus, gavusius pirmos eilės vaistus, nuo pacientų, gavusių antros eilės gydymą ($AUC=0.9606$).

Išvados: miR-338-5p, miR-204-5p ir miR-17-5p molekulių raiška statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp skirtingas ligos eigą modifikuojančias terapijas gavusių pacientų grupių, o jų gera diagnostinė vertė rodo potencialą būti IS gydymo poveikio ir remielinizacijos procesų biožymenimis. Nors nustatytas diagnostinis tikslumas perspektyvus, reikalingi didesnės apimties tyrimai šių miRNR klinikinei reikšmei patvirtinti.

LITERATŪRA

- [1] Duffy, CP., McCoy, CE., The role of microRNAs in repair processes in multiple sclerosis, *Cells*, 2020, 1711.
- [2] Machado, C., Valado, A., Therapeutic strategies in multiple sclerosis: a systematic review of current and emerging approaches, *Exploration of Neuroprotective Therapy*, 2026, 6.
- [3] Maciak, K., Dziedzic, A., Saluk, J. Remyelination in multiple sclerosis from the miRNA perspective, *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 2023, 6-8.

BALTYMŲ-POLISACHARIDŲ KONJUGATŲ KAIP NAUJOS KARTOS PREBIOTIKŲ POTENCIALO VERTINIMAS IN VITRO ŽARNYNO MODELyje

Įvadas. Žmogaus žarnyno mikrobiota yra sudėtinga mikroorganizmų ekosistema, kuri turi stiprų potencialą reikšmingai paveikti metabolizmą bei imuninę sistemą [1]. Vienas iš būdų, naudojamų siekiant palaikyti normalų žarnyno bakterijų poveikį – prebiotikai. Tai yra medžiagos, dažniausiai polisacharidai, kurie skatina mikroorganizmų augimą žarnyne [2]. Mikroorganizmų proliferacijai svarbus ne tik anglies, bet ir baltymų šaltinis. Didžioji dalis baltymų yra suvirškinami ir pasisavinami plonojoje žarnoje, dėl to žarnyno mikrobiotą pasiekia tik nedidelis jų kiekis [3]. Baltymų konjugavimas su polisacharidais apsaugo juos nuo virškinimo trakto ir leidžia pasiekti gaubtinėje žarnoje esančią mikrobiotą [4]. Konjuguotų medžiagų prebiotikai, galintys pasiekti ir maitinti žarnyno mikrobiotą yra šiuo metu yra naujovė moksle, kuri galėtų paskatinti naujos kartos prebiotikų vystymą rinkoje. Tokio tipo prebiotikai potencialiai leistu moduluoti žarnyno mikrobiotą bei jos metabolinį aktyvumą, efektyviau prisidėtų prie žmogaus sveikatos gerinimo lyginant su įprastais prebiotiniais preparatais bei valdyti chronine žarnyno ligas. Nepaisant to, naujus junginius svarbu įvertinti ir žarnyno epitelio ląstelių kontekste, vertinant jų saugumą potencialiam vartotojui.

Tyrimo tikslas. Įvertinti sukurtų polisacharidų-baltymų konjugatų poveikį žmogaus žarnyno ląstelėms *in vitro*.

Metodai. Žmogaus žarnyno epitelio ląstelių (HCEC-1CT) kultivavimas; konjugatų poveikio ląstelių metaboliniui aktyvumui įvertinimas (PrestoBlue metodas); ląstelių migracijos analizė (*in vitro* žaizdos modelis. Angl. *scratch test*); transendotelinės varžos matavimas; bakterijų adhezijos analizė naudojant prikibusią bakterijų sudarytą kolonijų skaičiavimą.

Rezultatai. KTU partnerio sukurti ir atrinkti 3 konjugatai naudojant polisacharidus inuliną ir pektiną, juos konjuguojant su baltymu zeinu. Konjugatas ZIn1b koncentracijomis 0.5-5 mg/ml nedarė įtakos HCEC-1CT ląstelių metaboliniam aktyvumui, tačiau koncentracijos virš 10 mg/ml mažino metabolinį aktyvumą 17-48%. Konjugatas ZIn2b pasižymėjo geriausiu tirpumu vandenyje ir koncentracijomis 0.5-25 mg/ml nedarė įtakos HCEC-1CT ląstelių metaboliniam aktyvumui. Konjugatas ZCP1a koncentracijomis 0.375-7.5 mg/ml nedarė įtakos ląstelių metaboliniam aktyvumui, tačiau 15 mg/ml koncentracija mažino metabolinį aktyvumą 17%. Visi konjugatai 5 mg/ml koncentracijomis nekeitė ląstelių transendotelinės varžos praėjus 24 val ir 48 val inkubacijos periodui. Visi konjugatai 5 mg/ml koncentracijomis neturėjo įtakos ląstelių migracijai *in vitro* žaizdos modelyje. Junginys ZIn2b pagerino bakterijų *L. paracasei* prikibimą lyginant su kontrole bei ZCP1a.

Išvados. Polisacharidų-baltymų konjugatai ZCP1a bei ZIn1b didelėmis koncentracijomis turėjo citotoksinį poveikį. Iš sukurtų medžiagų, ZIn2b pasižymėjo geriausiu tirpumu, bei buvo saugi tirtomis koncentracijomis. Taip pat ZIn2b pasižymi didžiausiu bakterijų prikibimu lyginant su kitais konjugatais. Ši medžiaga santykinai turėjo daugiau polisacharido (Inulino). Visi tirti konjugatai 5 mg/ml koncentracija nekeitė žarnyno epitelio funkcijų *in vitro*.

LITERATŪRA

- [1] Yoo S, Jung S-C, Kwak K, Kim J-S. The Role of Prebiotics in Modulating Gut Microbiota: Implications for Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;
- [2] Oniszczyk A, Oniszczyk T, Gancarz M, Szymańska J. Role of Gut Microbiota, Probiotics and Prebiotics in the Cardiovascular Diseases. *Molecules*. 2021;
- [3] Loveday SM. Protein digestion and absorption: the influence of food processing. *Nutrition Research Reviews*. 2023;
- [4] Nooshkam M, Varidi M, Zareie Z, Alkobeisi F. Behavior of protein-polysaccharide conjugate-stabilized food emulsions under various destabilization conditions. *Food Chem X*. 2023.

NEKODUOJANČIŲ RNR MOLEKULIŲ RAIŠKOS TYRIMAS KYLANČIOSIOS AORTOS AUDINYJE: POTENCIALIŲ BIOŽYMENŲ PAIEŠKA

Kylančiosios aortos išsiplėtimas (KAA) yra viena dažniausių kylančiosios aortos dilatacinių patologijų, kuri atsiranda dėl palaipsniui vykstančių struktūrinių pokyčių aortos sienelėje. Liga dažniausiai vystosi be aiškių simptomų ir ilgą laiką lieka nepastebėta, todėl neretai nustatoma atsitiktinai, atliekant kitus tyrimus, arba tik tada, kai jau pasireiškia gyvybei pavojingos komplikacijos [1]. Plonėjančioje kraujagyslės sienelėje lygiųjų raumenų ląstelės praranda savo kontraktilinę funkciją ir pereina į sintetinį fenotipą, kuriam būdingas proteazių išskyrimas bei ekstraląstelinės matricos irimas [2]. Dėl šių pokyčių silpnėja aortos sienelė, o negydoma KAA gali komplikuotis aortos atsisluoksniavimu ar plyšimu, keliančiu tiesioginę grėsmę gyvybei [3].

Pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama epigenetinių mechanizmų reikšmei kraujagyslių remodeliacijoje [4]. Vienas iš svarbiausių epigenetinių mechanizmų – mikro-RNR indukuota potranskripcinė genų raiškos reguliacija. Yra žinoma, kad šios molekulės dalyvauja genų nutildymo procesuose ir gali reikšmingai paveikti ląstelės biologiją [5]. Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti mikro-RNR molekulių spektrą sveikame ir KAA paveiktame audinyje. Manoma, kad mikro-RNR gali turėti reikšmingos įtakos lygiųjų raumenų ląstelių fenotipo pokyčiams ir prisidėti prie KAA vystymosi [6]. Atsižvelgiant į šių molekulių stabilumą biologiniuose skysčiuose ir jų klinikinį potencialą, tikimasi, kad jos galėtų būti naudojamos kaip perspektyvūs biožymenys bei terapiniai taikiniai [5]. Gauti rezultatai galėtų padėti geriau suprasti molekulinį ligos mechanizmą ir prisidėti prie naujų diagnostikos bei gydymo strategijų kūrimo kardiologijoje.

Tyrimo tikslas:

Nustatyti mikro-RNR molekulių raiškos skirtumus tarp kylančiosios aortos aneurizmos ir neišsiplėtusio aortos audinio, siekiant identifikuoti galimus molekulinis biožymenis, susijusius su ligos išsivystymu.

Tyrimo uždaviniai:

1. Iš KAA ir neišsiplėtusio aortos audinio mėginių išgryninti visuminę RNR ir įvertinti jos kokybę.
2. Paruošti naujos kartos sekoskaitos bibliotekas ir atlikti sekoskaitos eksperimentą.
3. Atlikti gautų sekoskaitos duomenų bioinformatinį apdorojimą ir analizę.

Tyrimo metodai:

Tyrimo metodika apėmė nukleorūgščių išskyrimą, jų kokybės įvertinimą ir tolimesnę molekulinę analizę. RNR buvo skiriama iš kylančiosios aortos audinių mėginių, tiek iš išsiplėtusių (patologinių), tiek iš neišsiplėtusių sričių naudojant skystą azotą. RNR kokybė buvo įvertinta NanoDrop 1000 spektrofotometru ir toliau naudojama naujos kartos sekoskaitos (NKS) bibliotekų formavimui pagal "QIAseq miRNA Library Kit" protokolą. Sekoskaitos bibliotekų koncentracija buvo įvertinta naudojant fluorimetrinę, „Qubit 4.0“ sistemą, o jų kokybė bei fragmentų pasiskirstymas papildomai vertinti taikant „Agilent Technologies“ kapiliarinės elektroforezės platformą Bioanalyzer 2100 ir komercinį "High Sensitivity DNA Kit" rinkinį. NKS atlikta naudojant Illumina NextSeq 550 prietaisą su 70 ciklų aukšto našumo cheminiais reagentais.

Sekoskaitos duomenų bioinformatinė analizė atlikta Linux Mint operacinės sistemos aplinkoje naudojant Bash komandas ir pritaikant standartinius, atvirai prieinamus (angl. *open source*) sekoskaitos duomenų apdorojimo paketus, tokius kaip FastQC [7], Cutadapt [8], Miraligner [9], isomiRs [10].

Tyrimo rezultatai

Tyrimo metu iš buvo sėkmingai išskirta RNR iš kylančiosios aortos audinių (N=34). Iš visuminės RNR buvo paruoštos kokybiškos NKS bibliotekos, sėkmingai atliktas sekvenavimas.

Sekoskaitos metu iš viso buvo sugeneruota nuskaitymų (angl. *reads*). Atliekant duomenų apdorojimo žingsnius buvo pašalinta 92 796 865 sekų nuskaitymų, kurie atitiko identišką pasikartojančią seką, o po šio žingsnio analizei liko 122 058 606 unikalios sekos. Sekoskaitos duomenų pirminio apdorojimo metu, naudojant „collapse reads“ įrankį Linux Mint aplinkoje, buvo atliktas identiškų sekų sugrupavimas (angl. *collapsing*). Šio proceso metu pašalintos pasikartojančios sekų kopijos, sumažinant duomenų perteklių ir palengvinant tolimesnę analizę. Naudojant miRaligner įrankį likusios sekos buvo prilygintos prie miRbase [11] duomenų bazės informacijos (angl. *mapping*). Sekoskaitos metu buvo aptiktos 2656 unikalios miRBase anotuotos mikro-RNR sekos skirtinguose tiriamuosiuose mėginiuose. Nustatyta, kad penkios labiausiai išreikštos mikro-RNR buvo: hsa-miR-125b-5p, hsa-let-7a-5p, hsa-miR-143-3p, hsa-let-7b-5p, hsa-miR-145-5p, kurios yra būdingos kraujagyslėms (kraujagyslių lygiųjų raumėnų ląstelėms) [12].

LITERATŪRA

- [1] Isselbacher, E. M., Preventza, O. Journal of the American College of Cardiology, 2022, 80, 181–205. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.004>
- [2] Pinard, A., Jones, G. T. Circulation Research, 2019, 124, 588–606. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312968>
- [3] Sessa, F., Salerno, M. International Journal of Molecular Sciences, 2023, 24, 5192. <https://doi.org/10.3390/ijms24065192>
- [4] Greco, S., Gaetano, C. International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22, 11564. <https://doi.org/10.3390/ijms222111564>
- [5] Rupaimoole, R., Slack, F. J. Nature Reviews Drug Discovery, 2017, 16, 203–222. <https://doi.org/10.1038/nrd.2016.246>
- [6] Chen, L., Wang, X. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2022, 9, 829036. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.829036>
- [7] Andrews, S. (2010). FastQC: A Quality Control Tool for High Throughput Sequence Data. Prieiga internete: <https://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>
- [7] Martin, M. (2011). Cutadapt removes adapter sequences from high-throughput sequencing reads. EMBnet.journal, 17(1), 10–12. <https://doi.org/10.14806/ej.17.1.200>
- [8] Pantano, L., Estivill, X., & Martí, E. (2010). SeqBuster: a bioinformatic tool for the processing and analysis of small RNA datasets, reveals ubiquitous miRNA modifications in human embryonic cells. Nucleic Acids Research, 38(5), e34. <https://doi.org/10.1093/nar/gkp1127>
- [9] García-López, J., Hourcade, J. D., Alonso, L., & Cava, F. (2020). isomiRs: Analysis of miRNA isoforms from small RNA sequencing data. Bioinformatics, 36(5), 1545–1547. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btz739>
- [11] Kozomara, A., Birgaoanu, M., & Griffiths-Jones, S. (2019). miRBase: from microRNA sequences to function. Nucleic Acids Research, 47(D1), D155–D162. <https://doi.org/10.1093/nar/gky1141>
- [12] Rishik, S., Hirsch, P. (2025). Nucleic Acids Research, 53, D129–D137. <https://doi.org/10.1093/nar/gkae1036>

DETERMINATION OF HOT CARRIER TEMPERATURE IN A SINGLE-JUNCTION SOLAR CELL

Introduction

The role of hot carriers (HCs) in photovoltaics is twofold. On the one hand, their impact is detrimental because the direct hot carrier photocurrent flows in the direction opposite to the generation current, while the subsequent thermalisation of hot carriers contributes to solar-cell heating. On the other hand, the concept of the hot carrier solar cell promises extremely high efficiency values compared with those of a classical single-junction solar cell. Therefore, knowledge of the hot carrier temperature is essential for evaluating their contribution and for supporting the development of novel photovoltaic devices. Although several methods for determining HC temperature have been reported, the obtained values remain scattered because they depend on the device technology, semiconductor material, and excitation conditions.

Goal of the work: To develop a universal method for determining hot carrier temperature in a single p-n junction solar cell, regardless of the semiconductor material and excitation conditions, using a current-voltage characteristic model.

1. Methodology for extracting p-n junction parameters (R_s , R_{sh} , n , I_s) from experimental dark I-V characteristic

The first step is to determine the parameters of the p-n junctions, which form the basis for subsequent modelling of the illuminated junction and for evaluation of the hot carrier temperature. The dark I-V characteristics (see Fig. 1) of the investigated p-n junctions were fitted in MATLAB (R2023b) using a real-diode formula (1) to extract the key parameters: R_s , R_{sh} , n , and I_s (Table 1).

$$I = I_s \left(\exp \left(\frac{e(V - IR_s)}{nkT} \right) - 1 \right) + \frac{V - IR_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

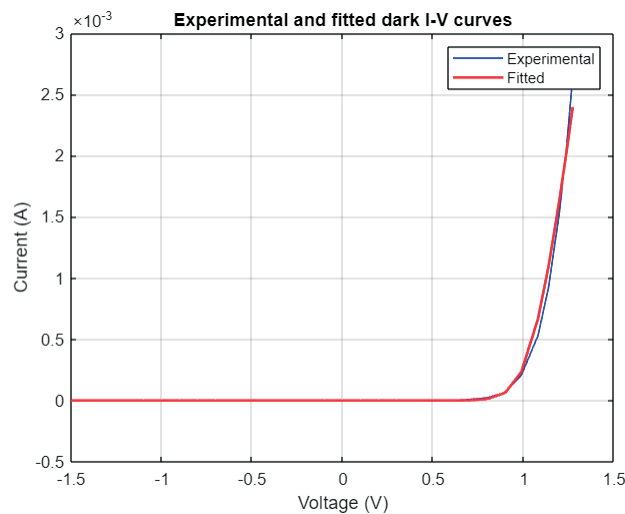


Fig. 1. Comparison of experimental and fitted dark I-V characteristics for GaAs sample at room temperature.

Table 1. Fitted key parameters of GaAs samples at 300 K and 80 K lattice temperatures.

Sample temperature, T, K	Series resistance, R_s, Ω	Shunt resistance, R_{sh} R_{sh}, Ω	Ideality factor, n	Saturation current, I_s, A
300 K	66.344	6.976E+6	2.336	2.4E-11
80 K	180.446	4.581E+9	3.284	6.3E-12

2. Derived formula of total current of non-ideal illuminated p-n junction

Using the extracted parameters, a total-current expression for a non-ideal illuminated p-n junction was derived for the case in which the measured signal contains the dark-current and hot carrier components, while the ordinary generation current is excluded from the analysis.

$$I_{dark} + I_{hot} = I_s * \left\{ \exp \left[\frac{e * (U - (I_{dark} + I_{hot}) * R_s)}{n * k * T_{HC}} + \frac{e * V_k}{n * k * T} \left(1 - \frac{T}{T_{HC}} \right) \right] - 1 \right\} \quad (2)$$

3. Methodology to find hot carrier temperature at specific voltage for different materials, illumination parameters, and temperatures

The GaAs p-n junction (MBI-grown at Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius, Lithuania) was illuminated with pulsed laser light of wavelength 1.064 μm , maximum intensity 5.450 MW/cm², and pulse duration 17 ns [1].

An industrial polycrystalline Si single-junction solar cell (SoliTek, Vilnius, Lithuania) was exposed to pulsed laser irradiation of 1.342 μm , a maximum intensity 0.36 MW/cm², and a pulse duration 1.7 ns [2].

To suppress ordinary carrier generation and isolate the pure HC photocurrent, the excitation wavelength was chosen so that the photon energy remained below the semiconductor bandgap energy. In the GaAs reference measurements, laser radiation with a wavelength of 1.064 μm (1.17 eV) was used for a material with a bandgap of $E_g = 1.42$ eV, which satisfies this condition. For Si, laser radiation with a wavelength of 1.342 μm (0.92 eV) was used, while $E_g = 1.12$ eV.

Short nanosecond laser pulses were used to minimise crystal heating, since additional lattice heating would distort the HC photocurrent and reduce the accuracy of temperature evaluation.

A MATLAB script was developed using formula (2) and fitted dark parameters values to calculate the hot carrier temperature in a p-n junction of a selected semiconductor material under specified illumination and temperature conditions.

The calculated hot carrier temperatures T_{HC} of GaAs are presented in Table 2 for laser intensities of 0.303, 2.41, and 5.45 MW/cm² at lattice temperatures of 300 K and 80 K.

Table 2. Hot carrier temperatures for GaAs at different intensities and temperatures.

Sample temperature T, K	Applied voltage, U, V	Illumination intensity, MW/cm ² MW/cm^2	HC temperature, T_{HC} K T_{HC}, K
300	1	0.303	872.7
		2.410	1713.3
		5.450	1808.1
80	1.3	0.303	96.4
		2.410	171.7
		5.450	242.0

Using same methodology, a hot carrier temperature of 367.3 K was calculated for Si under 1.342 μm laser excitation at 0.36 MW/cm^2 and 300 K.

Conclusions

A method for estimating hot carrier temperature in a p-n junction and single-junction solar cell is proposed based on p-n junction I-V analysis and an analytical current-voltage model. Its main advantage is its applicability to different semiconductor materials, illumination conditions, and lattice temperatures, which directly corresponds to the objective of the work.

The reference studies [1, 2] showed that the HC temperatures obtained by this method fall within the range reported by other experimental and theoretical approaches, which supports the validity of the methodology. The developed approach can contribute to a more accurate analysis of hot carrier effects in solar cells and may support both the reduction of HC-related efficiency losses and the development of advanced photovoltaic concepts.

LITERATURE

- [1] Ašmontas, S., Masalskyi, O., Zharchenko, I., Sužiedėlis, A., Gradauskas, J. *Some Aspects of Hot Carrier Photocurrent across GaAs p-n Junction*. *Inorganics* 2024, 12, 174.
- [2] Ihor Zharchenko, Jonas Gradauskas, Oleksandr Masalskyi, Aleksej Rodin. *Hot carrier photocurrent induced by 0.92 eV photon energy radiation in a Si solar cell*. *Opto-Electronics Review* 2024, 32, e150181.

The image features a solid blue background. In the center, there are two overlapping squares. The front square is a vibrant blue and contains the text 'Žemės ūkio mokslai' in white. The back square is white and is partially obscured by the blue one. The text is arranged in three lines: 'Žemės' on the first line, 'ūkio' on the second, and 'mokslai' on the third.

Žemės
ūkio
mokslai

ANTIMIKROBINIO ATSPARUMO GENŲ IDENTIFIKAVIMAS PAUKŠČIŲ ŽARNYNO IR APLINKOS MIKROBIOTOJE BEI JŲ SĄSAJOS SU DOMINUOJANČIOMIS BAKTERIJŲ RŪŠIMIS

Antimikrobinėms medžiagoms atsparių (AMR) mikroorganizmų ir genų atsakingų už atsparumą antimikrobinėms medžiagoms plitimas tarp žmonių, gyvūnų ir aplinkos kelia rimtą grėsmę visuomenės ir gyvūnų sveikatai bei ekosistemų pusiausvyrai [1]. Mikrobiota – tai sudėtinga mikroorganizmų bendrija, galinti kaupti ir perduoti atsparumo genus. Dominuojančios bakterijų rūšys neretai veikia kaip pagrindiniai šių genų nešiojai [2], todėl jų identifikavimas ir sąsajų su AMR genais analizė yra svarbus žingsnis siekiant suprasti atsparumo paplitimo mechanizmus. Šio projekto tikslas – identifikuoti atsparumo genų įvairovę paukščių žarnyno ir aplinkos mikrobiotoje bei nustatyti jų sąsajas su dominuojančiais mikroorganizmais, taikant viso genomo metagenominę sekoskaitą.

Tyrime analizuoti broilerių išmatų ir aplinkos mėginiai, surinkti viso viščiukų auginimo ciklo metu. Metagenominė analizė atlikta taikant viso genomo sekoskaitą, o duomenys apdorojami naudojant bioinformatinius įrankius: *Kraken2* – mikrobiotos taksonominei sudėčiai nustatyti, *CARD* duomenų bazė – genams, atsakingiems už atsparumą antimikrobinėms medžiagoms, identifikuoti.

Mikrobiotos analizė parodė aiškią sudėties kaitą broilerių augimo metu. Ankstyvuoju laikotarpiu (1–7 dienomis) mėginiuose dominavo *Proteobacteria* tipo bakterijos, viduriniu laikotarpiu (19–27 dienomis) didėjo *Firmicutes* bakterijų gausa, o vėlyvuoju laikotarpiu (39 dieną) ši bakterijų grupė tapo vyraujanti beveik visuose mėginiuose. Tokie pokyčiai rodo nuoseklią mikrobiotos struktūros kaitą augimo metu.

AMR genai buvo nustatyti visuose auginimo etapuose. Ankstyvuoju laikotarpiu dažniau aptikti β -laktamų atsparumo genai (*bla*CTX-M, *bla*TEM), o vėlesniais etapais dominavo už atsparumą tetraciklinams (*tetA*, *tetB*) ir sulfonamidams (*sul1*, *sul2*) atsakingi genai. AMR genų pasiskirstymas mėginiuose buvo nevienodas – dalis jų aptikta tik pavieniuose mėginiuose, o kai kuriuose nustatyta didelė jų gausa. Taip pat nustatyti su daugiavaistiniu atsparumu susiję genai (*patA*, *patB*) bei kliniškai reikšmingi glikopeptidų atsparumo genai (*vanA*, *vanB*, *vanD*).

Nepaisant mikrobiotos sudėties pokyčių, AMR genai buvo aptikti viso laikotarpio metu, o jų pasiskirstymas siejosi su dominuojančiomis bakterijų grupėmis. Gauti rezultatai rodo, kad paukščių žarnyno ir aplinkos mikrobiota gali veikti kaip svarbus atsparumo genų rezervuaras ir prisidėti prie jų cirkuliacijos.

LITERATŪRA

- [1] World Health Organization (2023). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. [žiūrėta 2026.04.21]
- [2] Liu, K., Wang, M., Zhang, Y. et al. Distribution of antibiotic resistance genes and their pathogen hosts in duck farm environments in south-east coastal China. *Appl Microbiol Biotechnol* 108, 136 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12842-4>.

EGLYNŲ STRUKTŪROS IR RŪŠINĖS SUDĖTIES KAITA REZERVATINIUOSE MIŠKUOSE

Santrauka

Pastaraisiais dešimtmečiais vietinė paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) H. Karst) populiacija Lietuvoje buvo reikšmingai veikiama vėjo ir žievėgraužio tipografo pažeidimų, kas lėmė eglynų dalies sumažėjimą Lietuvos miškuose. Vykę ir šiuo metu vykstantys (nuo 2020 m. besitęsiantis žievėgraužio tipografo protrūkis), daro reikšmingą poveikį eglynų ekosistemoms tiek tvarkomuose ūkinės paskirties miškuose, tiek ir saugomose teritorijose. Dėl šių pažeidimų žūsta medžiai, keičiasi medynų struktūra, vyksta natūrali rūšių kaita. Visgi, dėl ūkiniuose miškuose taikomų sanitarinių kirtimų, nėra galimybės stebėti ir vertinti natūraliai vykstančius procesus, o natūraliai vykstančių procesų stebėjimas galimas tik rezervatiniuose miškuose. Tyrimų tikslas – įvertinti medyno struktūros, rūšinės sudėties kaitą rezervatiniuose miškuose. Tyrimo rezultatai parodė reikšmingą medyno struktūros kaitą analizuojamu laikotarpiu – vidutinio medynų tankumo ir skerspločių sumos mažėjimą. Didžiausias rodiklių reikšmių sumažėjimas nustatytas paprastajai eglei. Šie pokyčiai buvo nulemti aukšto eglių mirtingumo.

Išvadas

Vidutinių platumų ir hemiborealinių miškų medynų struktūrą bei raidą daugiausia lemia pusiausvyra tarp medžių žuvimo ir atsikūrimo [1]. Dėl medžių žūties vyksta lajų atsivėrimas, kuris skatina naujų medžių atsiradimą, įsitvirtinimą ir augimą. Tačiau sėkmingas atsinaujinimas ne visada įvyksta. Dėl vykstančių globalių pokyčių dažnėja gamtiniai medynų trikdžiai, o ryšys tarp medyno žūties ir atsikūrimo gali silpnėti [2,3].

Rezervatiniai miškai suteikia galimybę tirti šiuos procesus natūraliomis ar artimom natūralioms sąlygomis. Hemiborealinė miškų zona ypatingai svarbi, nes yra pereinamoji juosta tarp borealinių spygliuočių ir vidutinių platumų lapuočių miškų, jautriai reaguojanti į aplinkos pokyčius [4]. Vis dėlto ilgalaikių tyrimų, tiesiogiai siejančių medžių žuvimą su atsikūrimu ir perėjimu į medyną vis dar trūksta. Tokių ryšių pažinimas yra svarbus prognozuojant būsimą miškų raidą, atsparumą ir atsinaujinimo galimybes po gamtinių trikdžių.

Tyrimo tikslas – įvertinti medyno struktūros, rūšinės sudėties kaitą rezervatiniuose miškuose.

Tyrimo objektas ir metodai

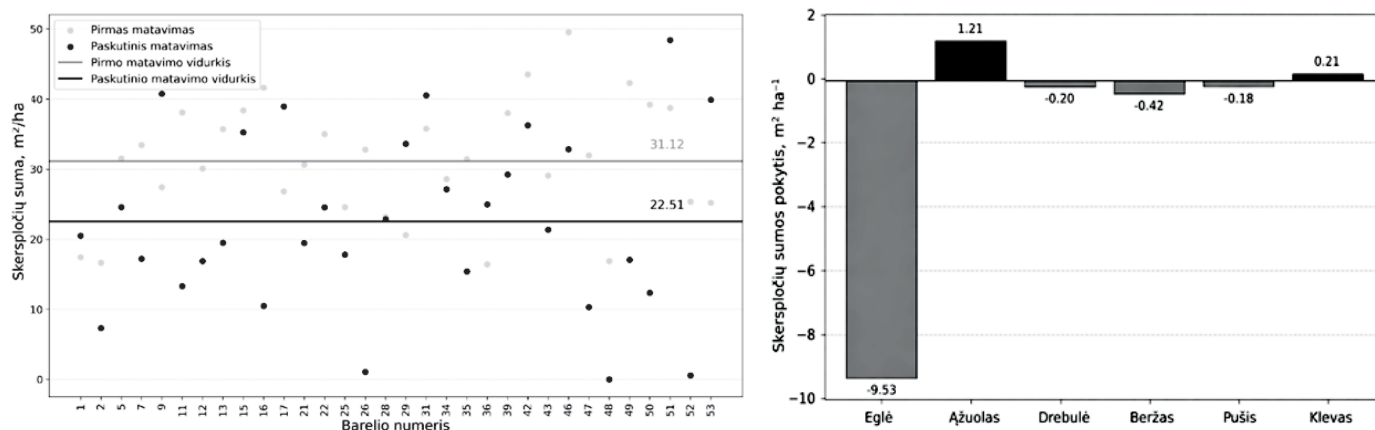
Tyrimo objektas. Tyrimai atlikti gamtiniuose rezervatuose įsteigtuose ilgalaikiuose tyrimų ploteliuose. Tyrimų plotelis suskirstytas į skirtingus sektorius (500 ir 100 m²), kuriuose buvo analizuojami skirtingi miško ekosistemos komponentai. 500 m² plotelyje nustatyta >14 cm diametro medžių padėtis plotelyje, diametras 1,3 m aukštyje nuo šaknies kaklelio, medžio aukštis, lajų defoliacija, kiti medžio pažeidimai. 100 m² plotelyje buvo nustatoma 4-14 cm skersmens medžių ir trako skaičius bei išmatuojamas diametras 1,3 m aukštyje nuo šaknies kaklelio. 100 m² plotelyje buvo apskaitomas ir pomiškio bei trako gausumas.

Duomenų analizė. Nustatyti medyno struktūros parametrai: medyno amžius, medyno tankumas (vnt/ha), suminė medyno skerspločių suma (m²/ha), atskirų rūšių skerspločių suma (m²/ha). Skerspločių suma skaičiuota kiekvienam individui ir sumuojama pagal sekančią formulę – skersplotis = $\pi \times (DBH/2)^2$, kur DBH – diametras 1,3 m aukštyje. Savaiminis atsikūrimas vertintas suskirstant pomiškio ir trako savaiminukus į keturias aukščio kategorijas: H0 = 0-0,3 m, H1 = 0,3-1,3 m, H2 = 1,3-3,0 m, H3 > 3,0 m.

Duomenų apdorojimas atliktas Excel ir STATISTICA12 programomis. Statistinis reikšmingumas buvo vertinamas esant $\alpha = 0,05$.

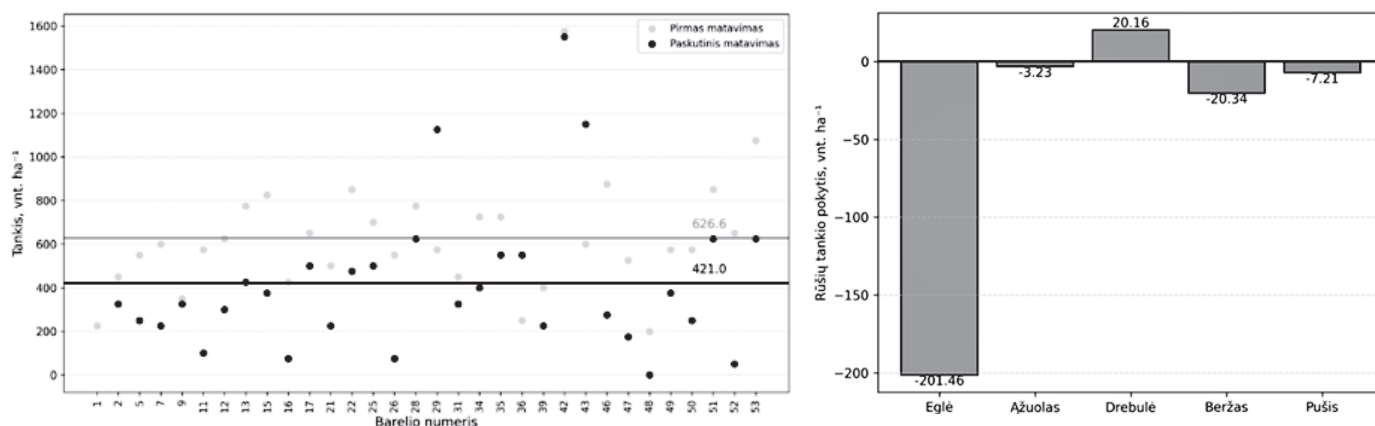
Rezultatai

Medynų struktūros dinamika. Bendra medynų skerspločių suma reikšmingai sumažėjo tarp pirmo ($31,1 \text{ m}^2/\text{ha}$) ir paskutinio ($22,5 \text{ m}^2/\text{ha}$) matavimų. Skirtingų tyrimo plotelių palyginimas rodo, jog dalyje plotelių skerspločių suma išliko santykinai aukšta, tuo tarpu kituose nustatytas ryškus sumažėjimas. Labiausiai sumažėjo paprastosios eglės skerspločių suma – $9,5 \text{ m}^2/\text{ha}$; paprastojo ąžuolo ir paprastojo kleva nežymiai padidėjo.



1 pav. Skerspločių suma (m^2/ha) (grafikas kairėje) ir jos pokytis vyraujančioms medžių rūšims (dešinėje). Pateikiamos pirmojo ir paskutinio matavimų vidutinės (horizontalios linijos) ir atskirų tyrimo plotelių (taškai) vertės.

Medynų tankumo pokytis. Bendras medynų tankumas reikšmingai sumažėjo – nuo maždaug $627 \text{ medžių ha}^{-1}$ pirmo matavimo metu iki $421 \text{ medžio ha}^{-1}$ paskutinio matavimo metu, kas rodo bendrą medynų retėjimą. Tankio pokyčiai barelių lygmeniu pasižymėjo didele variacija. Tai leidžia daryti išvadą, kad medyno dinamika nėra vienalytė. Rūšinė tankumo struktūra atitiko skerspločių sumos pokyčius – eglės tankis reikšmingai sumažėjo. Drebulės santykinis tankumas padidėjo.



2 pav. Vidutinio medynų tankumo (vnt./ha) (grafikas kairėje) ir vyraujančių medžių rūšių tankumo (vnt./ha) medynuose pokytis tarp pirmo ir paskutinio matavimų (grafikas dešinėje). Teigiamos reikšmės rodo didėjimą, neigiamos – mažėjimą.

Medyno atsikūrimas. Ankstyvuoju laikotarpiu pomiškyje dominavo eglės savaiminukai, tuo tarpu vėlesniu laikotarpiu padidėjo lapuočių rūšių, ypač klevo ir ąžuolo. Tai sudaro prielaidas numatyti tolimesnius medyno struktūros pokyčius ateityje.

LITERATŪRA

- [1] Johnstone, J.F., Allen, C.D., Franklin, J.F., Frelich, L.E., Harvey, B.J., Higuera, P.E., Mack, M.C., Meentemeyer, R.K., Metz, M.R., Perry, G.L.W., Schoennagel, T., Turner, M.G., 2016. Changing disturbance regimes, ecological memory, and forest resilience. *Front. Ecol. Environ.* 14(7), 369–378. <https://doi.org/10.1002/fee.1311>
- [2] Franklin, J.F., Spies, T.A., Van Pelt, R., Carey, A.B., Thornburgh, D.A., Berg, D.R., Lindenmayer, D.B., Harmon, M.E., Keeton, W.S., Shaw, D.C., Bible, K., Chen, J., 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *For. Ecol. Manage.* 155(1–3), 399–423. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00575-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00575-8)
- [3] Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M.J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T.A., Rey, C.P.O., 2017. Forest disturbances under climate change. *Nat. Clim. Chang.* 7, 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- [4] Jõgiste, K., Korjus, H., Stanturf, J.A., Frelich, L.E., Baders, E., Donis, J., Jansons, A., Kangur, A., Köster, K., Laarmann, D., Maaten, T., Marozas, V., Metslaid, M., Nigul, K., Polyachenko, O., Randveer, T., Vodde, F., 2017. Hemiboreal forest: natural disturbances and the importance of ecosystem legacies to management. *Ecosphere*. 8(2), e01706. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1706>

The image features a light blue background. In the center, there are two overlapping squares. The front square is blue and contains the text 'Medicijos ir sveikatos mokslai' in white. The back square is white and is partially obscured by the blue square. The text is centered within the blue square.

Medicijos ir sveikatos mokslai

DEPRESIŠKUMO IR KOGNITYVINIO SUTRIKIMO PAPLITIMAS IR SĄSAJOS SU BLOGESNE LIGOS EIGA DĖL LĖTINIO ŠIRDIES NEPAKANKAMUMO HOSPITALIZUOTŲ PACIENTŲ GRUPĖJE

Įvadas

Širdies nepakankamumu (ŠN) serga daugiau nei 64 milijonai žmonių, o sergamumas toliau auga dėl visuomenės amžėjimo [1]. Be somatinių sunkumų, ŠN sergantiems pacientams dažnai pasireiškia ir psichikos bei kognityviniai sutrikimai, iš kurių plačiai yra paplitę nerimo ir depresijos simptomai [2]. Šie sutrikimai ne tik apsunkina pacientų kasdienybę, bet ir yra susiję su sunkesne ligos eiga bei prastesne prognoze [3]. Tarp ŠN ir psichikos sveikatos problemų egzistuoja abipusis ryšys: pati liga gali skatinti depresijos vystymąsi, o depresija ir kognityviniai sutrikimai – gali dar labiau pabloginti širdies funkciją. Nepaisant to, šie sutrikimai dažnai lieka nepakankamai įvertinti dėl simptomų persidengimo, todėl gali būti nepakankamai diagnozuojami ir gydomi [4].

Tikslas

Ištirti depresiškumo ir kognityvinių funkcijų sutrikimo paplitimą ir sąsajas su blogesne ligos eiga dėl lėtinio širdies nepakankamumo (LŠN) hospitalizuotų pacientų grupėje.

Metodika

Biomediciniame tyrime (tyrimui atlikti buvo gautas Kauno regioninio biomedicininio tyrimų Etikos komiteto leidimas Nr. BE-2-134; tyrimas buvo užregistruotas *ClinicalTrials.gov* registre (identifikacinis Nr. NCT07284446)) dalyvavo hospitalizuoti pacientai, kurie atitiko įtraukimo kriterijus ir pasirašė informuoto asmens sutikimo formą. Į tyrimą buvo įtraukti vyresni nei 18 m. pacientai, hospitalizuoti dėl LŠN, neturintys nustatyto sunkaus kognityvinio sutrikimo. Neįtraukti pacientai, kurie hospitalizuoti dėl ūminio ŠN, vyresni nei 85 m., gydyti mažiau nei 96 val., kuriems neatlikta ir neplanuota transtorakalinė echokardiografija, turintys regėjimo sutrikimą ar atsisakę dalyvauti tyrime.

Duomenys buvo renkami 48 val. po paciento būklės stabilizavimo ir paskutinę hospitalizacijos dieną. Apklausiant ir tiriant į tyrimą įtrauktus tiriamuosius buvo vertinti demografiniai, klinikiniai, anamnezės, antropometriniai ir klinikiniai duomenys bei pildyti šie klausimynai: paciento sveikatos klausimynas (PHQ-9), klinikinė anketa apie nerimą ir depresiją (HADS), Monrealio kognityvinis testas (MoCA). Papildomi duomenys buvo surenkami iš medicininės dokumentacijos (fizinės ir elektroninės ligos istorijos). Duomenims įvesti ir kaupti naudota „Microsoft Excel 365“ skaičiuoklių programinė įranga (Microsoft Corporation, Vašingtonas, JAV). Duomenų analizei naudotas IBM Statistical Package for Social Sciences Statistics for Windows (IBM korporacija, Niujorkas, JAV).

Depresiškumui, nerimui ir kognityvinei funkcijai vertinti naudoti PHQ-9, HADS ir MoCA klausimynai. Pacientų ligos baigčių vertinimui buvo pasirinktos literatūroje nurodytos ribinės reikšmės, kurios atskiria asmenis su nerimo, depresiškumo arba kognityviniu sutrikimu su didžiausiu jautrumu ir specifiskumu (HADS depresijos subskalė (HADS-D) ≥ 7 balai, HADS nerimo subskalė (HADS-N) ≥ 8 balai, PHQ-9 ≥ 10 balai, MoCA < 23 balai) [5–8]. Shapiro ir Wilko bei Kolmogorovo ir Smirnov kriterijais įvertinta, ar tolydieji kintamieji yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Tolydieji kintamieji, kurie buvo pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, aprašomojoje statistikoje pateikti, kaip vidurkis ir standartinis nuokrypis. Tolydieji kintamieji, kurie nebuvo pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, aprašomojoje statistikoje pateikti, kaip mediana ir pirmasis ir trečiasis kvartilai. Vienaveiksnis Coxo regresijos proporcinės rizikos santykių modelis naudotas rodiklių įtakai pacientų išgyvenamumui ir pakartotinėms hospitalizacijoms nustatyti, įvertinant rizikos santykį ir jo 95 proc. pasikliautinąjį intervalą. Pacientų išgyvena-

mumui analizuoti panaudotas Kaplano ir Mejerio metodas ir logaritminio rango kriterijus. Tikrinant statistines hipotezes, rezultatai laikyti statistškai reikšmingais, kai p vertė buvo < 0,05.

Rezultatai

Į tyrimą įtraukti 125 pacientai: 55 moterys (44 proc.) ir 70 vyrų (56 proc.). Pacientų amžiaus mediana 75 metai (68–80). Moterų amžiaus mediana 77 metai (73–82), vyrų – 71 metai (65,75–78,25). Pagrindinė LŠN priežastis buvo arterinė hipertenzija – 67 pacientai (53,6 proc.), antroje vietoje išeminė širdies liga – 53 pacientai (42,4 proc.), trečioje vietoje kardiomiopatija – 5 pacientai (4,0 proc.). Funkcinė pacientų klasė pagal Niujorko širdies asociacijos (NŠA) klasifikaciją atvykus: NŠA II – 11 (8,8 proc.), NŠA III – 93 (74,4 proc.), NŠA IV – 21 (16,8 proc.). Įtraukimo į tyrimą metu 49 pacientams (39,2 proc.) elektrokardiogramoje nustatytas sinusinis ritmas, prieširdžių virpėjimas – 68 (54,4 proc.), prieširdžių plazdėjimas – 3 (2,4 proc.), efektyvi skilvelių stimuliacija – 4 (3,2 proc.), efektyvi prieširdžių stimuliacija – 1 pacientui (0,8 proc.). Iš visų tiriamųjų per visą stebėjimo laikotarpį pakartotinai hospitalizuoti bent vieną kartą 37 (29,6 proc.) pacientai, iš jų, per pirmąsias 30 dienų – 11 (8,8 proc.) pacientų. Trukmės iki pakartotinio hospitalizavimo mediana 46 dienos (18,0–65,5). Iš visų į tyrimą įtrauktų pacientų ligoninėje mirė 4 (3,2 proc.), išgyveno 121 (96,8 proc.) pacientai; per šešis mėnesius mirė 8 (6,4 proc.) pacientai, išgyveno 117 (93,6 proc.) pacientų. Pacientų stebėjimo mediana – 4 mėn. (2,59–5,02), minimali stebėjimo trukmė – 0 mėn., maksimali stebėjimo – 6,11 mėn.

Hospitalizavimo metu vidutinis HADS-N įvertis buvo 7,89 balai (4,205), o vidutinis HADS-D įvertis – 7,66 balai (4,068). Tiriamųjų hospitalizavimo metu PHQ-9 skalės mediana buvo 9 balai (5,5–13,0), o MoCA skalės mediana buvo 22 balai (18–24). Hospitalizacijos metu depresiškumo (HADS-D ≥ 7 balai) paplitimas tarp tiriamųjų buvo 57,6 proc. (n = 72); nerimo (HADS-N ≥ 8 balai) paplitimas – 52,8 proc. (n = 66). Įtraukimo į tyrimą metu kognityvinio sutrikimo (MoCA < 23 balai) paplitimas buvo 54,4 proc. (n = 68).

Nerimo, depresiškumo ir kognityvinio sutrikimo reikšmė pacientų ligos baigtims buvo vertinta naudojant Coxo regresijos modelį. Įvertinta HADS-N, HADS-D subskalių, PHQ-9 ir MoCA skalės balų sumos reikšmė pakartotinėms hospitalizacijoms ir pacientų išgyvenamumui. Naudojant vienaveiksnės Coxo regresijos modelį, nenustatyta statistškai reikšmingos depresiškumo, nerimo ir kognityvinio sutrikimo įtakos pakartotinėms hospitalizacijoms ar pacientų mirtims. Rezultatai pateikiami 1.1 lentelėje.

1. lentelė. Vienaveiksnės Coxo proporcingų rizikos santykių analizės modelis širdies ligos nulemtos pakartotinės hospitalizacijos ir mirties rizikai per visą pacientų stebėjimo laiką

Kintamasis	RS (95 proc. PI)	p – vertė
Rodiklių įtaka pakartotinėms hospitalizacijoms		
HADS-N ≥ 8 balai	1,874 (0,953–3,685)	0,069
HADS-D ≥ 7 balai	1,138 (0,590–2,196)	0,699
PHQ-9 ≥ 10 balai	1,246 (0,653–2,378)	0,504
MoCA < 23 balai	1,113 (0,580–2,135)	0,747
Rodiklių įtaka pacientų mirtims		
HADS-N ≥ 8 balai	2,836 (0,295–27,295)	0,367
HADS-D ≥ 7 balai	2,360 (0,245–22,710)	0,457
PHQ-9 ≥ 10 balai	4,007 (0,415–38,684)	0,230
MoCA < 23 balai	0,282 (0,029–2,713)	0,273

Pastaba: RS – rizikos santykis; PI – pasikliautinis intervalas; HADS-N – klinikinės anketos apie nerimą ir depresiją (HADS) nerimo subskalė; HADS-D – HADS depresijos subskalė; PHQ-9 – paciento sveikatos klausimynas; MoCA – Mon-realio kognityvinis testas.

Išvados

1. Depresiškumo paplitimas dėl LŠN hospitalizuotų pacientų grupėje siekė 57,6 proc.
 2. Kognityvinio sutrikimo paplitimas dėl LŠN hospitalizuotų pacientų grupėje siekė 54,4 proc.
 3. Depresiškumas ir nerimo sutrikimas neturėjo reikšmingos įtakos blogesnei ligos eigai.
 4. Kognityvinis sutrikimas neturėjo reikšmingos įtakos blogesnei ligos eigai.
 5. Atliekamas tyrimas finansuojamas Lietuvos mokslo tarybos (LMT) skirtomis lėšomis (sutarties nr. S-ST-25-12).
-

LITERATŪRA

- [1] Savarese G, Becher PM. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovasc Res.* 2023 Jan 18;118(17):3272-3287.
- [2] Di Palo KE. Psychological Disorders in Heart Failure. *Cardiol Clin.* 2022 May;40(2):269-276. doi: 10.1016/j.ccl.2021.12.014.
- [3] Polikandrioti M, Goudevenos J. Factors associated with depression and anxiety of hospitalized patients with heart failure. *Hellenic J Cardiol.* 2015 Jan-Feb;56(1):26-35.
- [4] Celano CM, Daunis DJ. Anxiety Disorders and Cardiovascular Disease. *Curr Psychiatry Rep.* 2016 Nov;18(11):101.
- [5] Wu Y, Levis B. Accuracy of the Hospital Anxiety and Depression Scale Depression subscale (HADS-D) to screen for major depression: systematic review and individual participant data meta-analysis. *BMJ.* 2021 May 10;373:n972.
- [6] Fomenko A, Dümmler D. Hospital Anxiety and Depression Scale Anxiety subscale (HADS-A) for detecting anxiety disorders in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2025 Jul 2;7(7):CD015456.
- [7] Negeri ZF, Levis B. Accuracy of the Patient Health Questionnaire-9 for screening to detect major depression: updated systematic review and individual participant data meta-analysis. *BMJ.* 2021 Oct 5;375:n2183.
- [8] Islam N, Hashem R. Accuracy of the Montreal Cognitive Assessment tool for detecting mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Alzheimers Dement.* 2023 Jul;19(7):3235-3243.

LIETUVOS GYVENTOJŲ MIRTINGUMAS NUO PAGRINDINIŲ MIRTIES PRIEŽASČIŲ MIESTE IR KAIME: AR DIDĖJA MIRTINGUMAS IR TERITORINIAI NETOLYGUMAI LIETUVOJE?

Tikslas. Nustatyti Lietuvos gyventojų mirtingumo nuo pagrindinių mirties priežasčių netolygumus bei jų pokyčius 1990–2024 metais.

Darbo uždaviniai. Nustatyti Lietuvos vyrų ir moterų mirtingumą nuo pagrindinių mirties priežasčių bei jo pokyčius mieste ir kaime 1990–2024 metais.

Nustatyti Lietuvos vyrų ir moterų mirtingumo nuo pagrindinių mirties priežasčių tarp kaimo ir miesto netolygumus bei jo pokyčius 1990–2024 metais.

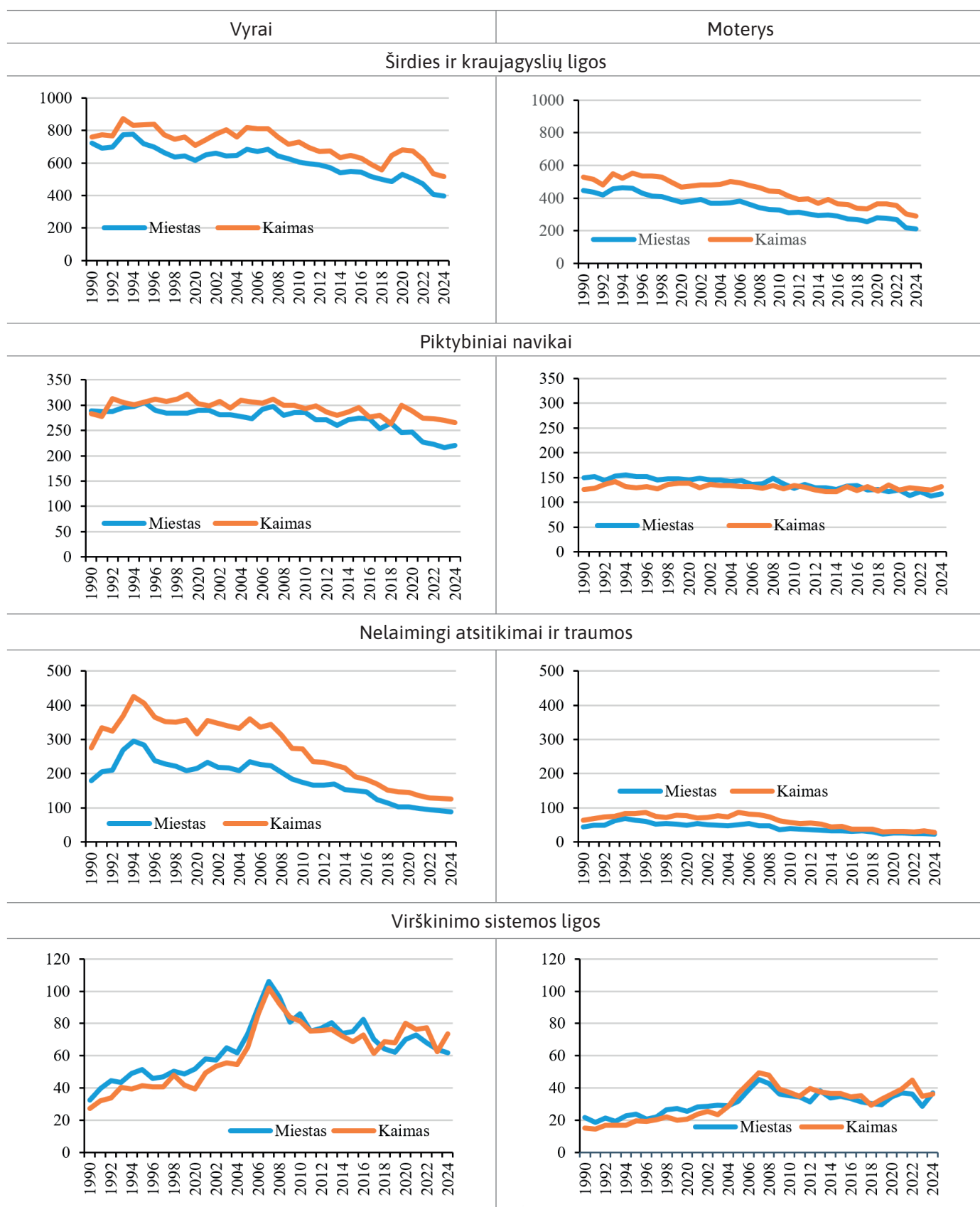
Metodika. 1990–2024 m. duomenys apie Lietuvos gyventojų mirties priežastis pagal lytį, gyvenamąją vietą ir amžių gauti iš Higienos instituto. Tyrime buvo analizuojamas mirtingumas nuo širdies ir kraujagyslių ligų (TLK-10 I00–I99), piktybinių navikų (C00–C97), nelaimingų atsitikimų ir traumų (V01–Y98) bei virškinimo sistemos ligų (K00–K93). Vyrų ir moterų mirtingumas mieste ir kaime apskaičiuotas 100 000 gyventojų bei standartizuotas pagal amžių tiesioginės standartizacijos metodu. Mirtingumo netolygumai pagal gyvenamąją vietą įvertinti naudojant rodiklį santykį (kaimas/miestas). Mirtingumo ir jo netolygumų pokyčiai bei kritiniai pokyčių periodai analizuojami jungiamųjų taškų (Joinpoint) regresinės analizės metodu.

Rezultatai. Tyrimo metu nustatyta, kad standartizuotas pagal amžių vyrų mieste mirtingumas nuo širdies ir kraujagyslių ligų nuo 1990 iki 2024 m. mažėjo nuo 720,32 iki 396,18/100000 gyv. (vidutiniškai po 1,45 proc. per metus), o kaime – nuo 758,33 iki 514,7/100000 gyv. (po 1,06 proc. per metus) ($p<0,0001$). Atitinkamai moterų mieste mirtingumas mažėjo nuo 446,25 iki 212,64/100000 gyv. (po 1,98 proc. per metus), kaime – nuo 528,95 iki 288,74/100000 gyv. (po 1,64 proc. per metus) ($p<0,0001$) (1 pav.).

Vyrų mieste mirtingumas nuo piktybinių navikų tarp 1990 ir 2024 m. mažėjo nuo 288,4 iki 220,47/100000 gyv. (vidutiniškai po 0,72 proc. per metus), o kaime – nuo 283,59 iki 265,82/100000 gyv. (po 0,33 proc. per metus) ($p<0,0001$). Atitinkamai moterų mieste mirtingumas mažėjo nuo 149,46 iki 117,04/100000 gyv. (po 0,81 proc. per metus), kaime – nuo 126,41 iki 131,24/100000 gyv. (po 0,16 proc. per metus) ($p=0,007$) (1 pav.).

Vyrų mieste mirtingumas nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų tarp 1990 ir 2024 m. mažėjo nuo 178,67 iki 87,78/100000 gyv. (vidutiniškai po 2,91 proc. per metus), o kaime – nuo 276,01 iki 126,22/100000 gyv. (po 3,32 proc. per metus) ($p<0,0001$). Atitinkamai moterų mieste mirtingumas mažėjo nuo 44,02 iki 23,49/100000 gyv. (po 2,74 proc. per metus), kaime – nuo 64,22 iki 27,91/100000 gyv. (po 3,13 proc. per metus) ($p<0,0001$) (1 pav.).

Vyrų mieste mirtingumas nuo virškinimo sistemos ligų nuo 1990 iki 2024 m. didėjo nuo 32,49 iki 61,85/100000 gyv. (vidutiniškai po 1,77 proc. per metus), o kaime – nuo 27,27 iki 73,62/100000 gyv. (po 2,65 proc. per metus) ($p<0,0001$). Atitinkamai moterų mieste mirtingumas didėjo nuo 21,51 iki 36,72/100000 gyv. (po 1,67 proc. per metus), kaime – nuo 15,11 iki 36,32/100000 gyv. (po 2,90 proc. per metus) ($p<0,0001$) (1 pav.).



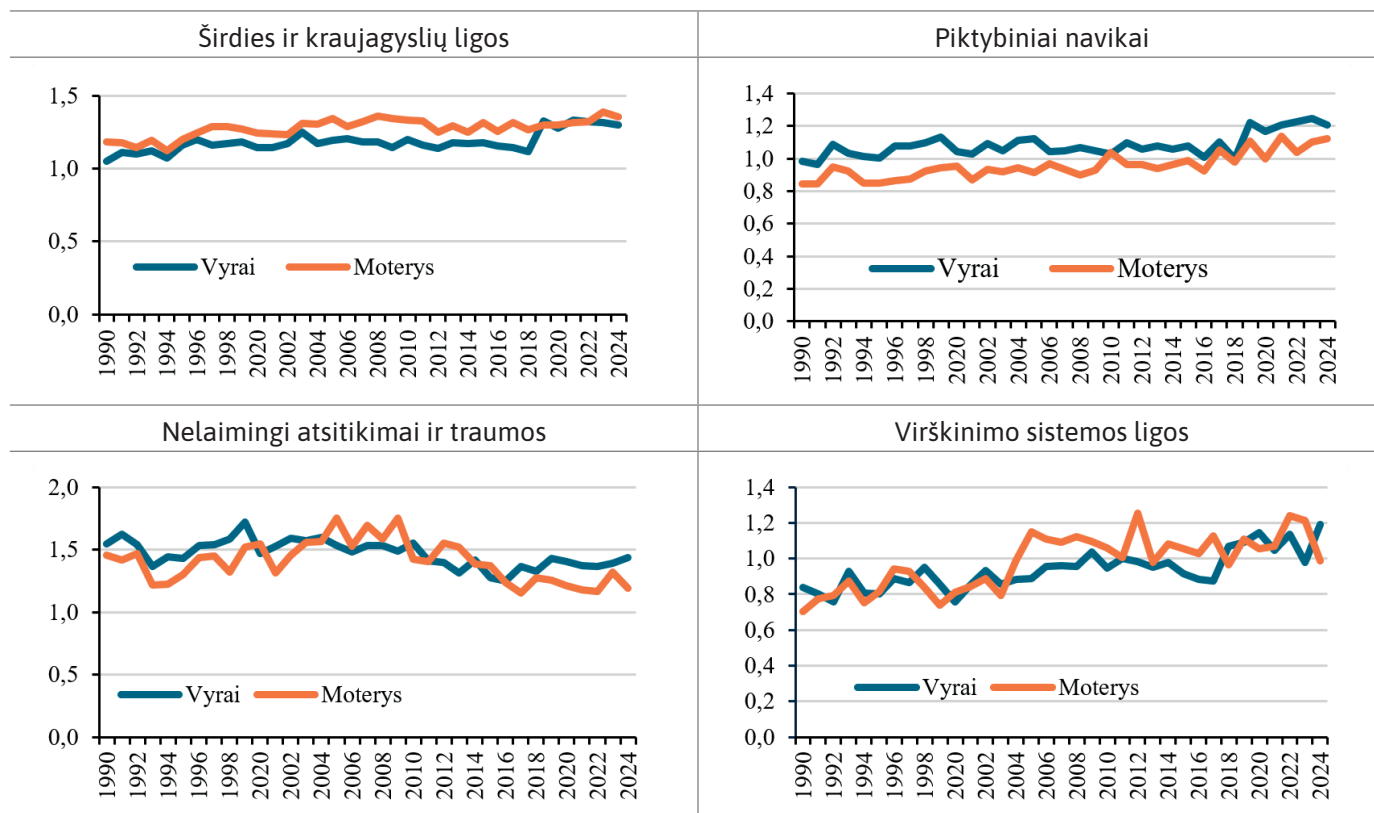
1 pav. Standartizuotas pagal amžių vyrų ir moterų mirtingumas nuo pagrindinių mirties priežasčių (100000 gyv.) mieste ir kaime 1990–2024 m.

Tyrimo metu nustatyta, kad vyrų mirtingumo nuo širdies ir kraujagyslių ligų netolygumai tarp miesto ir kaimo nuo 1990 iki 2024 m. didėjo nuo 1,05 iki 1,30 karto (vidutiniškai 0,4 proc. per metus) ($p < 0,0001$), moterų – nuo 1,19 iki 1,36 karto (0,35 proc. per metus) ($p < 0,0001$) (2 pav.).

Vyrų mirtingumo nuo piktybinių navikų netolygumai tarp miesto ir kaimo nuo 1990 iki 2024 metų didėjo nuo 0,98 iki 1,21 karto (vidutiniškai 0,4 proc. per metus) ($p<0,0001$), moterų – nuo 0,85 iki 1,12 karto (0,66 proc. per metus) ($p<0,0001$) (2 pav.).

Vyrų mirtingumo nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų netolygumai tarp miesto ir kaimo nuo 1990 iki 2024 metų mažėjo nuo 1,54 iki 1,44 karto (vidutiniškai 0,43 proc. per metus) ($p<0,0001$), moterų – nuo 1,46 iki 1,19 karto (0,4 proc. per metus) ($p=0,037$) (2 pav.).

Vyrų mirtingumo virškinimo sistemos ligų netolygumai tarp miesto ir kaimo nuo 1990 iki 2024 metų didėjo nuo 0,84 iki 1,19 karto (vidutiniškai 0,88 proc. per metus) ($p<0,0001$), moterų – nuo 0,70 iki 0,99 karto (1,21 proc. per metus) ($p<0,0001$) (2 pav.).



2 pav. Vyrų ir moterų mirtingumo nuo pagrindinių mirties priežasčių netolygumai tarp kaimo ir miesto gyventojų 1990–2024 m.

Išvados. 1990–2024 m. Lietuvos miesto ir kaimo vyrų ir moterų standartizuotas pagal amžių mirtingumas nuo širdies ir kraujagyslių ligų, piktybinių navikų bei nelaimingų atsitikimų ir traumų mažėjo, o nuo virškinimo sistemos ligų didėjo ($p<0,0001$). Sparčiausiai mirtingumas mažėjo nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų (vyrų mieste vidutiniškai 2,91 proc. per metus, vyrų kaime – 3,32 proc., moterų mieste – 2,74 proc., moterų kaime – 3,13 proc., $p<0,0001$). Mirtingumas nuo virškinimo sistemos ligų didėjo (vyrų mieste vidutiniškai 1,77 proc. per metus, vyrų kaime – 2,65 proc., moterų mieste – 1,67 proc., moterų kaime – 2,90 proc., $p<0,0001$).

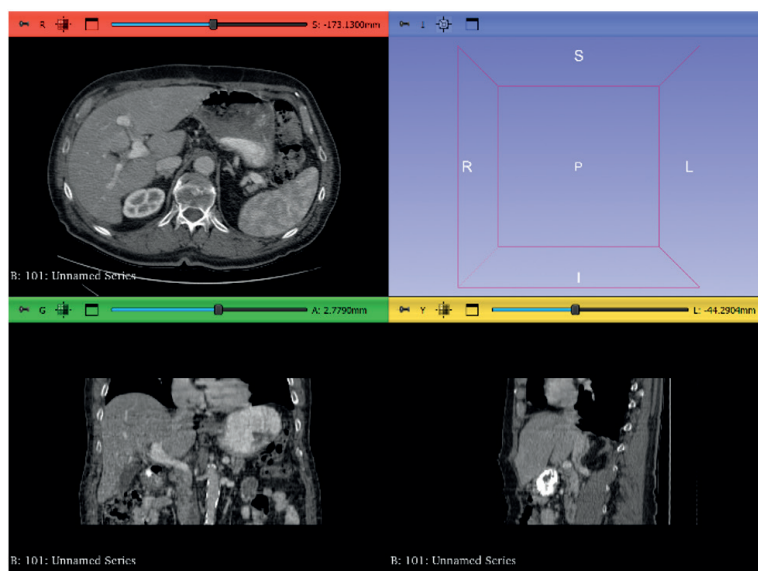
1990–2024 m. Lietuvos vyrų ir moterų mirtingumo nuo širdies ir kraujagyslių ligų, piktybinių navikų bei virškinimo sistemos ligų netolygumai tarp kaimo ir miesto didėjo ($p<0,0001$), o nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų – mažėjo ($p<0,05$). Greičiausiai mirtingumo netolygumai didėjo nuo virškinimo sistemos ligų (vyrų – vidutiniškai 0,88 proc. per metus, moterų – 1,21 proc., $p<0,0001$). Vyrų mirtingumo nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų netolygumai mažėjo po vidutiniškai 0,43 proc. per metus, o moterų – po 0,40 proc., $p<0,05$.

INDIVIDUALIZUOTŲ 3D MODELIŲ VIZUALIZAVIMAS VIRTUALIOJE REALYBĖJE (VR) PRIEŠOPERACINIAM PLANAVIMUI KEPENŲ CHIRURGIJOJE

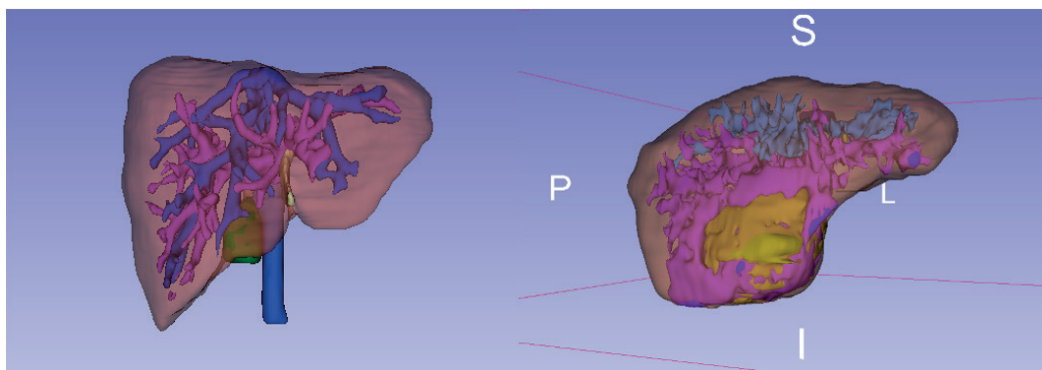
Išvadas. Priešoperacinis planavimas yra esminis veiksnys, lemiantis operacijų išiteis. Tikslios organų vaskuliarizacijos žinios prisideda prie operacinio kraujavimo komplikacijų mažinimo ir pooperacinių rezultatų gerinimo [1]. Tačiau šis procesas apsunkinamas esant anatomicinėms variacijoms bei dirbant su sudėtinga struktūra pasižyminčiais organais, tokiais kaip kepenys [2]. Tyrimų duomenimis, daugiau nei trečdalis pacientų turi anatominių kepenų arterijų variacijų [1,3], tad 3D vizualizacija, leidžianti suvokti erdvinį struktūrų išsidėstymą, yra naudingas kasdieninio chirurgų darbo įrankis [4,5]. Tačiau tokias galimybes suteikiančios komercinės programinės įrangos bei technologijos reikalauja didelių lėšų, kurios reikšmingai skiriasi tiek tarp šalies viduje esančių įstaigų, tiek tarp skirtingų pasaulio regionų [6]. Todėl investicijų nereikalaujantys 3D kepenų modelių kūrimo būdai yra ne tik reikšmingi šiomis dienomis dėl vėžinių šio organo susirgimų buvimo tarp globaliai vyraujančių mirčių priežasčių dešimtuko [7], bet išliks aktualūs ir ateityje dėl numatomo kepenų vėžio atvejų daugėjimo per 55% per ateinančius 20 metų [8].

Tikslas. Sukurti praktinį, aiškų ir prieinamą protokolą atvirojo kodo įrankių (šiuo atveju – 3D Slicer programos) naudojimui, leidžiantį chirurgams, nepriklausomai nuo jų įstaigos turimų skaitmeninių išteklių, savarankiškai generuoti ir naudoti individualizuotus 3D modelius priešoperaciniam planavimui.

Metodai. Atlikta informacijos apie 3D Slicer naudojimąsi analizė bei jos susisteminimas, kuris perteiktas įvadinėje sukurto protokolo dalyje. Iš TCIA (*The Cancer Imaging Archive*) duomenų bazės atsisiųstos atsitiktine tvarka pasirinktos 7 viešai prieinamos kompiuterinės tomogramos orientuojantis į kepenų onkologijos atvejus. Medicininiais vaizdams buvo taikomi šie įtraukimo kriterijai: vaizdo tipas – KT, tirama kūno sritis – kepenys, pjūvio storis – 0-3 mm. Iš parsisiųstų duomenų modeliai buvo kurti pagal 4 geriausios kokybės kompiuterines tomogramas. Vaizdų segmentavimas ir apdorojimas atliktas naudojantis 3D Slicer programa (darbalaukio vaizdas pateikiamas 1 pav.). Mokymosi ir protokolo rašymo metu pagal KT tyrimus buvo sukurti 4 3D modeliai, apimantys kepenis, tulžies pūslę, tuščiąją veną bei kepenų arterijas ir venas (kepenų modelių pavyzdžiai pateikiami 2 ir 3 pav.).

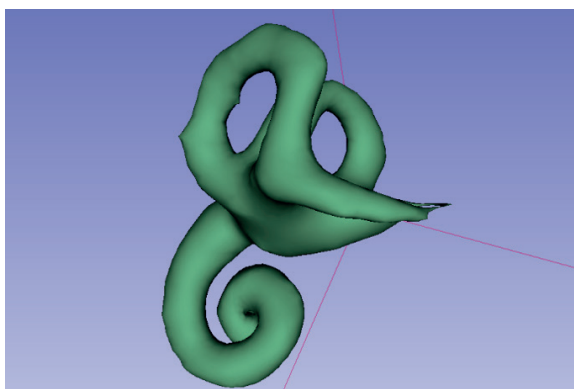


1 pav. 3D Slicer programos darbalaukio pavyzdys.



2 ir 3 pav. Su 3D Slicer programa sugeneruoti kepenų ir aplinkinių struktūrų pavyzdiniai modeliai.

Rezultatai. Remiantis duomenų analize bei naudojimosi programa patirtimi parengtos nuoseklios elektroninės instrukcijos, kuriose pateikta išsami informacija apie: programos pasiruošimą naudojimui individualizuotų modelių kūrimui pagal klinikinius vaizdinimo tyrimus, pagrindinius reikalingus programoje pateikiamus įrankius, kepenų modelio kūrimą bei papildomus naudingus aplinkinių struktūrų modelius. Paruoštas protokolas buvo validuotas darbo vadovo klinikinėje praktikoje, kuris patvirtino, kad jis aiškus, suprantamas ir leidžia sukurti 3D kepenų modelį net su programa anksčiau nesusidūrusiems pradedantiesiems. Instrukcijos prieinamos adresu: https://www.researchgate.net/publication/403025237_3D_slicer_programos_naudojimosi_instrukcijos. Taip pat išmokus naudotis programa pagal šias instrukcijas analogiškai įmanoma sukurti ir bet kokio kito norimo organo modelį (pavyzdinis modelis pateikiamas 4 pav.).



4 pav. Pavyzdinis vidinės ausies sraigės modelis, parodantis galimybes naudoti instrukcijas universaliam pritaikymui.

Išvados. Šiomis dienomis kompiuterinės 3D rekonstrukcijos technologijos tampa vis pažangesnės [9], o jų panaudojimo naudingumas preoperaciniam planavimui yra moksliai įrodytas [10-12]. Tačiau tokia įranga yra brangi ir tai kelia iššūkių mažų pajamų regionų įstaigoms bei darbuotojams. Personalizuotus kepenų 3D modelius galima efektyviai sukurti ne tik naudojantis išteklių reikalaujančiomis programomis, tačiau ir pasitelkus atvirojo kodo įrankius. Pagal naudotus viešai prieinamus KT duomenis parengtas protokolas yra aiškus ir praktiškai pritaikomas, todėl gali būti naudojamas mokymui ir klinikinėje praktikoje.

LITERATŪRA

- [1] Malviya, K. K., Verma, A. *Clinical Anatomy: Advances and Applications in Diagnostics*, 2023, 13(7), 1233.
- [2] Huber, T., Hanke, L. I., ir kt. *Springer Nature*, 2022, 23, 403.

- [3] Saba, L., Mallarini, G., *Springer Nature*, 2011, 33, 559-568.
- [4] Boedecker, C., Huettl, F., ir kt. *Langenbeck's Archives of Surgery*, 2021, 406(3), 911-915.
- [5] Giehl-Brown, E., Dennler, S., ir kt. *Surgical Endoscopy*, 2023, 37(6), 4545-4554.
- [6] Armstrong, M. *Statista*, 2022. Prieiga per internetą: [Chart: Where Hospitals Are Lucrative Operations | Statista](#)
- [7] Sung, H., Ferlay, J., ir kt. *CA: a Cancer Journal for Clinicians*, 2021, 71(3), 209-249.
- [8] Oh, J. H., Jun, D. W. *Clinical and Molecular Hepatology*, 2023, 29(2), 355-357.
- [9] Shahbaz, M., Miao, H., ir kt. *Cancer Medicine*, 2023, 12(7), 7992-8004.
- [10] Kenngott, H. G., Pfeiffer, M., ir kt. *Surgical Endoscopy*, 2021, 36(1), 126-134.
- [11] Alaimo, L., Marchese, A., ir kt. *Journal of Surgical Education*, 2024, 81(4), 597-606.
- [12] Cotsoglou, C., Granieri, S., ir kt. *HPB*, 2023, 26, 83-90.

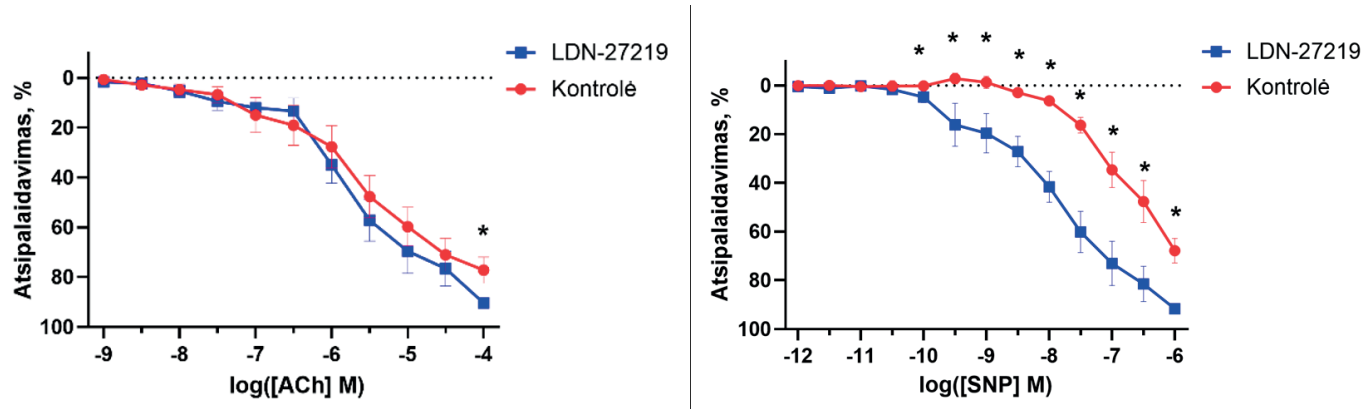
AUDINIŲ TRANSGLIUTAMINAZĖS INHIBICIJOS POVEIKIS NO SUKELIAMAM KRAUJAGYSLIŲ ATSIPALDAVIMUI

Sisteminė hipertenzija (SH) laikoma viena labiausiai paplitusių lėtinių ligų. Dažniausia šios patologijos išraiška yra padidėjęs kraujo spaudimas [1], kurį gali lemti begalė patologiinių mechanizmų, tačiau vienas pagrindinių yra periferinis kraujo pasipriešinimas, sukeltas vazokonstrikcijos ir stambesniųjų arterijų sienelių sustandėjimo [2]. Šiandien ganėtinai menkai ištirtas viduląstelinio baltymo ląstelinės transgliutaminazės (TG2) poveikis arteriolių lygiųjų raumenų funkcijoms. Yra žinoma, kad šis baltymas yra svarbus peptidų viduląstelinėje apykaitoje ir sąveikauja su kitais išoriniais bei vidiniais ląstelės komponentais, pavyzdžiui, viduląsteline tirpiaja guanilatciklaze (sGC) ir užląsteliniais jungiamojo audinio baltymais, tokiais kaip kolagenas ar elastinas [3]. Ištirta, jog šių komponentų funkcijos sutrikdymas yra sietinas su minėtais SH simptomais. Taip pat nustatyta, jog TG2 koncentracijos didėja biologinio senėjimo ir ląstelių pažaidų metu [4]. Kadangi žmogaus organizmas yra prisitaikęs keisti kraujo spaudimą, kontroliuodamas periferinių kraujagyslių pasipriešinimą [2], naudojant nuo endotelio priklausomo atsipalaidavimo mechanizmą, kuriame svarbus sGC bei azoto oksido (NO) vaidmuo, bet koks poveikis šiam mechanizmui gali reikšmingai pakeisti organizmo prisitaikymą prie padidėjusio kraujo spaudimo. Tyrimui pasirinktas TG2 inhibitorius LDN-27219 yra naujos kartos neseniai išplitęs mokslo srityje kaip kraujospūdį ir periferinį kraujo pasipriešinimą mažinantis preparatas. Įdomus tuo, jog veikia ne kaip tiesioginis TG2 aktyviojo centro inhibitorius, bet kaip alosterinis modulatorius, palikdamas aktyvųjį GTP centrą atvirą. Tai reiškia, jog paveikus ląsteles terapiškai veiksminga koncentracija, sukelta TG2 inhibicija yra pilnai grįžtama [4]. Toks reagento lankstumas yra svarbus pirmas žingsnis į farmakologinį jo panaudojimą klinikinėje praktikoje. Šio tyrimo tikslas yra išsiaiškinti TG2 inhibicijos poveikį žiurkių mezenterinių arterijų lygiųjų raumenų NO sukeliamam atsipalaidavimui.

Tyrimui atlikti pasirinkta vielinės miografijos metodika (Danish Myo Technology A/S), kuriai buvo naudojama WISTAR albinosų veislės žiurkių 8-10 savaičių patinai (etikos leidimo nr. G2-288). Eutanzija atliekama CO₂ kameroje. Užtikrinant humaniškumą, cervikalinė dislokacija buvo naudojama kaip antrinis patvirtinamasis metodas. 300 – 400 µm skersmens plonųjų žarnų mezenterinės arterijos buvo išpreparuojamos ir užmaunamos ant dviejų 40 µm skersmens plieninių vielučių miografo 5 ml talpos vonelėje. Arterijos inkubuojamos PSS (95 % O₂ ir 5 % CO₂, 37 °C temperatūroje) ir normalizuojamos iki optimalaus slėgio – 13,3 kPa. Maksimali arterijų kontrakcija buvo tikrinama naudojant KPSS tirpalą, o sukurti stabilų, tyrimams tinkamą susitraukimą naudojamas U-46619 (50 µM) reagentas, tromboksano A2 receptorių agonistas [5]. TG2 inhibicija vykdoma inkubuojant kraujagysles LDN-27219 (5 µM) 20 min. Atsipalaidavimas buvo nustatomas dozės-atsako kreivėmis, atpalaiduojančių reagentų koncentracijas didinant eksponentiškai 1-3 minučių intervalais. Lygiųjų raumenų sukuriama mechaninė jėga fiksuojama ir įrašoma licencijuotoje programoje DMT LabChart ir žymima [mN]. Visi tyrimo metu naudoti reagentai įsigyti iš Sigma-Aldrich (Sent Luisas, Misūrio valstija, JAV). Natrio nitroprusido (SNP), acetilcholino (ACh) bei U-46619 pradiniai tirpalai buvo ruošiami skiedžiant distiliuotu vandeniu, o LDN-27219 – dimetilsulfoksidu (DMSO). Užtikrinant, jog DMSO neviršytų 0,01 % bendros koncentracijos, pradinis LDN-27219 tirpalas yra papildomai skiedžiamas distiliuotu vandeniu ir vorteksuojamas iki kol nebesimato nuosėdų. Duomenų analizė atlikta naudojant Mann-Witney neparametrinių imčių testą IBM® SPSS®, o grafiko sukūrimas GraphPad Software Inc. kompiuterinėje programoje.

Tyrimo metu nustatyta, jog inkubavus kraujagysles LDN-27219 jų maksimalus atsipalaidavimas, veikiant ACh (1A pav.), padidėjo iki 90,29 (81,65 – 94,67) %, lyginant su kontrole, kurios atsipalaidavo

iki 77,12 (45,66 – 90,11) %. Matavimų skirstinių statistinės analizės metu išsiaiškinta, kad maksimalaus atsipalaidavimo skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($U = 8$; $*p = 0,043$). Toliau, inkubavus arterijas LDN-27219 jų maksimalus atsipalaidavimas, veikiant SNP (1B pav.), padidėjo nuo 68,78 (47,77 – 87,58) % iki 91,45 (87,77 – 97,13) %. Maksimalaus atsipalaidavimo skirstinių skirtumas, atpalaiduojant su SNP, yra statistiškai reikšmingas ($U = 1$; $*p = 0,001$).



1 pav. (A) ACh ir (B) SNP sukeltas žiurkių mezenterinių arterijų atsipalaidavimas po stabilus U-46619 inicijuoto lygiųjų raumenų susitraukimo. Eksperimentinėje grupėje arterijos inkubuotos LDN-27219 (5 μ M) 20 min. Rezultatai pavaizduoti vidurkiais iliustravimo tikslu ($\pm$ SEM; $n = 6-8$).

LDN-27219 sukelia alosterinį TG2 funkcijos slopinimą, kurio veikimo mechanizmas yra baltymo konformacijos pakeitimas į uždarytą [4]. Šioje konformacijoje TG2 nebeslopina sGC veiklos, kurią inicijuoja NO, atsiradus vazodilatacijos poreikiui. Kadangi ACh veikia endotelį per NO-sGC sistemą, o SNP yra tiesioginis NO donoras, inhibavus TG2 po inkubacijos su LDN-27219, sGC tampa lengviau aktyvuojama, todėl sukeliamas didesnis atsipalaidavimas [4]. Toks vazodilatacinis LDN-27219 poveikis leidžia manyti, kad terapinis pritaikymas SH gydymui gali būti realistiškas ir perspektyvus. Verta nepamiršti, jog TG2 veikia ne tik viduląstelinis baltymus, bet ir jungiamajame audinyje esančius elastiną, kolageną ir t.t.[4]. Tai reiškia, kad didėjant TG2 koncentracijomis, kaip buvo anksčiau minėta senėjimo ir ląstelių pažeidimų metu, didėja arterijų struktūrinis standumas, kurio poveikis itin stipriai padidina periferinį kraujagyslių pasipriešinimą, o vazodilatacija tokiu metu yra beveik bereikšmė. Jau yra atliktų patvirtinančių tyrimų, kad LDN-27219 mažina kolageno pasiskirstymą pelių inkstų kraujagyslių sienelėse [6]. Jei paaiškėtų, kad LDN-27219 vienodai veikia visas kraujagysles ir kad terapiškai mažina kraujagyslių standumą, tai stipriai pastūmėtų šio reagento pritaikymą klinikinėje praktikoje. Toliau, mažesnis atsipalaidavimo skirtumas, atpalaiduojant su ACh nei su SNP, yra sietinas su jaunu žiurkių amžiumi, nes nėra išsivysčiusių endotelio pažeidimų, slopinančių atsipalaidavimo funkciją [4]. Tikėtina, kad padidinus tiriamų žiurkių amžių, didės ir maksimalaus atsipalaidavimo skirtumas kontrolinėje ir LDN-27219 grupėse.

Taigi, kadangi reikšmingai padidėjo NO sukeliamas kraujagyslių atsipalaidavimas tiek nuo endotelio priklausomu, tiek nuo endotelio nepriklausomu keliu, galime teigti, kad TG2 gali veikti kaip neigiamas NO-sGC signalinio kelio modulatorius kraujagyslių lygiuosiuose raumenyse, o tai reiškia, kad TG2 gali būti naujas farmakologinis taikiny, skirtas kraujagyslių funkcijos gerinimui ar net hipertenzijos gydymui.

LITERATŪRA

- [1] Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension. *Nat Rev Nephrol* 2020;16:223. <https://doi.org/10.1038/S41581-019-0244-2>.
- [2] Kim HL. Arterial stiffness and hypertension. *Clinical Hypertension* 2023 29:1 2023;29:31-. <https://doi.org/10.1186/S40885-023-00258-1>.

- [3] Gundemir S, Colak G, Tucholski J, Johnson GVW. Transglutaminase 2: A Molecular Swiss Army Knife. *Biochim Biophys Acta* 2011;1823:406. <https://doi.org/10.1016/J.BBAMCR.2011.09.012>.
- [4] Pinilla E, Comerma-Steffensen S, Prat-Duran J, Rivera L, Matchkov V V., Buus NH, et al. Transglutaminase 2 Inhibitor LDN 27219 Age-Dependently Lowers Blood Pressure and Improves Endothelium-Dependent Vasodilation in Resistance Arteries. *Hypertension* 2021;77:216–27. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15352>.
- [5] COLEMAN RA, HUMPHREY PPA, KENNEDY I, LEVY GP, LUMLEY P. Comparison of the actions of U-46619, a prostaglandin H2-analogue, with those of prostaglandin H2 and thromboxane A2 on some isolated smooth muscle preparations. *Br J Pharmacol* 1981;73:773–8. <https://doi.org/10.1111/J.1476-5381.1981.TB16814.X>.
- [6] Mees I, Prat-Duran J, Comerma-Steffensen S, Simonsen U, Pinilla E, Buus NH. Renal and Vascular Effects of the Allosteric Transglutaminase 2 Modulator LDN-27219 in One-Kidney DOCA–Salt Mice. *International Journal of Molecular Sciences* 2025, Vol 26, 2025;26. <https://doi.org/10.3390/IJMS26125724>.

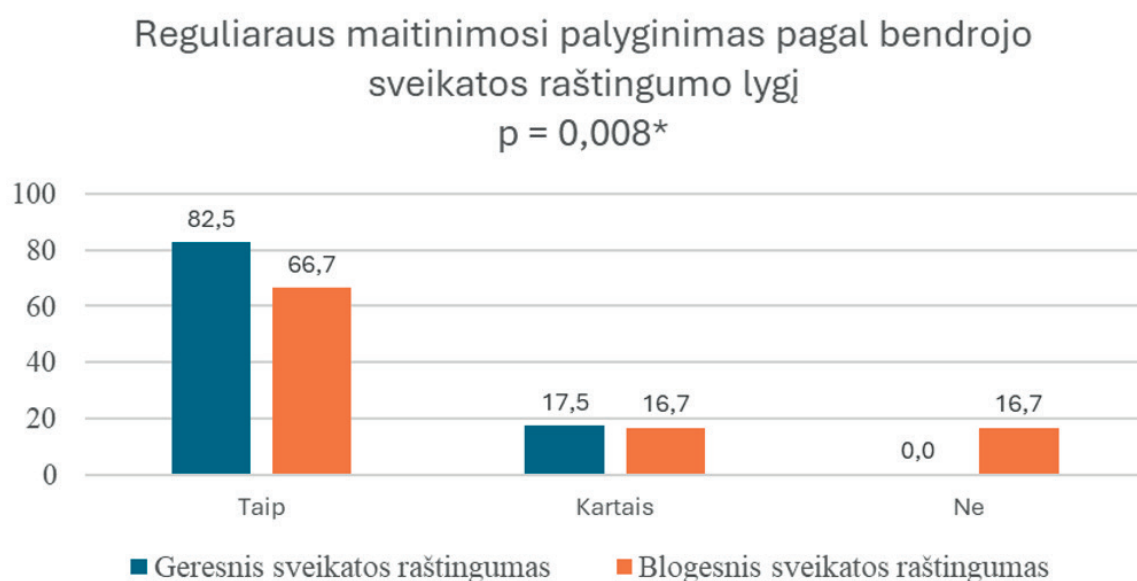
JAUNUOLIŲ FIZINIO PAJĖGUMO RODIKLIŲ, GYVENSENOS IR SVEIKATOS RAŠTINGUMO SĄSAJOS

Jaunuolio amžius yra svarbus gyvenimo etapas, kuriame formuojasi sveikatai reikšmingi elgesio įpročiai. Gyvensena šiame amžiaus tarpsnyje apima fizinį aktyvumą, mitybą, miegą ir žalingus įpročius, o šių veiksnių visuma siejasi su fizine būkle ir sveikata [1,2]. Fizinis pajėgumas laikomas svarbiu sveikatos rodikliu, susijusiu su fizinio aktyvumo lygiu ir gyvensenos ypatumais [3]. Be to, sveikatos raštingumas apibūdinamas kaip gebėjimas rasti, suprasti, vertinti ir taikyti su sveikata susijusią informaciją, todėl jis gali būti reikšmingas veiksnys, susijęs su jaunuolių gyvensena ir fizinio pajėgumo rodikliais [4].

Darbo tikslas - įvertinti jaunuolių fizinio pajėgumo, sveikatos raštingumo ir gyvensenos sąsajas.

Tyrime dalyvavo 124 jaunuoliai, tačiau į galutinę statistinę analizę buvo įtraukti 118 tiriamųjų, kurių anketos buvo teisingai užpildytos. Tyrime naudotas anketinės apklausos metodas. Klausimyną sudarė socialinių-demografinių rodiklių, sveikatos raštingumo, gyvensenos ir fizinio aktyvumo dalys. Sveikatos raštingumui vertinti naudota HLS19-Q12 klausimyno lietuviška versija. Gyvensenai vertinti naudoti klausimai apie mitybą, fizinį aktyvumą ir žalingus įpročius, parengti pagal metodines rekomendacijas [5]. Fizinis aktyvumas vertintas pagal adaptuotą IPAQ trumpąją versiją. Fiziniam pajėgumui įvertinti naudoti mokyklose naudojami EUROFIT testai: flamingo, sėstis ir siekti, šuolis į tolį iš vietos, kybojimas sulenktomis rankomis, 10 x 5 m bėgimas ir 20 m bėgimas šaudykle [6]. Statistinė duomenų analizė atlikta taikant aprašomąją statistiką, chi kvadrato kriterijų ir Spearmano koreliaciją. Statistiškai reikšmingu laikytas skirtumas, kai $p < 0,05$.

Tyrimo rezultatai parodė, kad daugumai tiriamųjų buvo būdingas geresnis bendrasis sveikatos raštingumas. Vertinant gyvensenos ypatumus nustatyta, kad geresniu bendruoju sveikatos raštingumu pasižymintys jaunuoliai dažniau nurodė besimaitinantys reguliariai, palyginti su blogesnio sveikatos raštingumo grupe, ir šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($p = 0,008$).



1 pav. Reguliaraus maitinimosi palyginimas pagal bendrojo sveikatos raštingumo lygį

Tarp kitų gyvensenos rodiklių, įskaitant pusryčiavimą, užkandžiavimą, fizinį aktyvumą, rūkymą ir alkoholio vartojimo dažnį, statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta ($p > 0,05$). Lyginant fizinio pajėgumo rodiklius pagal bendrojo sveikatos raštingumo lygį nustatyta, kad statistiškai reikšmingi skirtumai buvo šuolio į tolį iš vietos ($p = 0,07$) ir 10×5 m bėgimo ($p = 0,004$) testuose. Tarp bendrojo sveikatos raštingumo ir fizinio pajėgumo rodiklių nustatyta statistiškai reikšminga silpna neigiama sąsaja su sėstis ir siekti testo rezultatais ($r = -0,263$; $p = 0,037$). Taip pat nustatytos statistiškai reikšmingos silpnos neigiamos sąsajos tarp bendrojo sveikatos raštingumo ir fizinio aktyvumo per savaitę ($r = -0,288$; $p = 0,022$) bei fizinio aktyvumo valandų per savaitę ($r = -0,283$; $p = 0,025$).

Tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad geresnis bendrasis sveikatos raštingumas siejasi su palankesniais kai kuriais gyvensenos ir fizinio pajėgumo rodikliais. Nors ne visose analizuotose srityse nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai ar sąsajos, sveikatos raštingumas išlieka svarbus veiksnys, susijęs su jaunuolių sveikatai palankaus elgesio formavimusi. Gauti rezultatai gali būti naudingi planuojant sveikatos stiprinimo ir fizinio aktyvumo skatinimo priemones tarp jaunuolių.

LITERATŪRA

- [1] Bonnie, R. J., Stroud, C., Breiner, H. Investing in the Health and Well-Being of Young Adults. National Academies Press, 2015.
- [2] Palenzuela-Luis, N., Duarte-Clíments, G., Gómez-Salgado, J. et al. International Journal of Public Health, 2022, 67, 1604954.
- [3] Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F. et al. British Journal of Sports Medicine, 2018, 52(22), 1445–1456.
- [4] Hirvonen, N., Ek, S., Niemelä, R. et al. Library & Information Science Research, 2016, 38(4), 308–318.
- [5] Liuima, V. ir kt. Gyvensenos tyrimų organizavimas ir vykdymas savivaldybėse: metodinės rekomendacijos. 2016.
- [6] Emeljanovas, A., Miežienė, B., Trinkūnienė, L. Eurofitas: fizinio pajėgumo testai ir metodika. 2024.

TECHNOLOGINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA KRAMTOMŲ GELINIŲ TABLEČIŲ SU JAUNE PEKTINU MECHANINĖMS SAVYBĖMS IR KOKYBEI

Išvadas. Kramtomosios gelinės tabletės – populiarėjanti farmacinė maisto papildų forma. Ši forma pasižymi patraukliais organoleptiniais pojūčiais, todėl puikiai tinka vartoti vaikams. Taip pat ji naudinga asmenims, kurie nori stabilesnio preparato už suspensijas, ar turi sunkumų nuryjant tabletes ar kapsules [1]. Vienas iš svarbiausių komponentų šių tablečių gamyboje – gelifikuojanti medžiaga. Pektinas – augalinės kilmės polisacharidas, kuris lemia produkto struktūrą, tekstūrą; priklausomai nuo jo tipo – priklauso ir galutinio produkto savybės [2].

Inulinas – nevirškinamas angliavandenis, kuris ne tik atlieka svarbų vaidmenį žarnyno sveikatoje, bet taip pat sugeba modifikuoti gelinių sistemų tekstūrines savybes, skatinant vandens sulaikymą [3,4]. Kramtomų gelinių tablečių mechaninės savybės ir kokybė priklauso ir nuo technologinių veiksnių. Svarbu ne tik sudedamųjų dalių kiekis, bet ir gamybinė temperatūra, laikymo sąlygos. Dėl visų šių veiksnių yra svarbu įvertinti technologinių veiksnių įtaką kramtomų gelinių tablečių mechaninėms savybėms ir kokybei, siekiant optimizuoti gamybinį procesą ir siekiant išlaikyti stabilų ir vartoti patogų produktą.

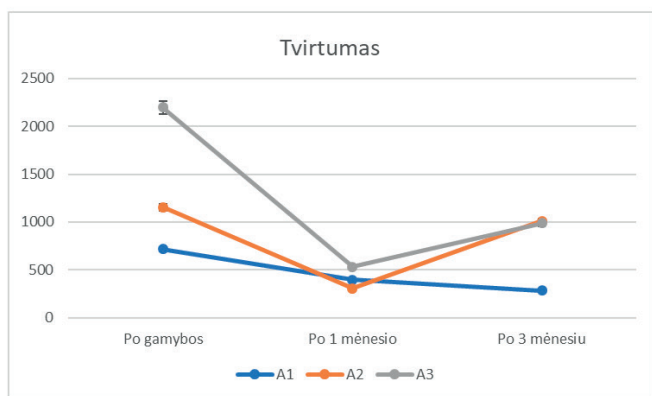
Darbo tikslas. Įvertinti technologinių veiksnių įtaką guminukų su pektinu savybėms.

Metodika. Tyrimo eigoje buvo sumodeliuota ir pagaminta 10 kramtomų gelinių tablečių formuluočių, kurios skyrėsi pektino koncentracija, citrinos rūgšties bei sausų medžiagų kiekiu ir virimo temperatūromis (sudėtyms nurodytos 1 lentelėje). Mėginiai buvo laikomi keturiomis sąlygomis: 2-8 °C temperatūroje atvirai, 2-8 °C temperatūroje sandariai, 20±5 °C temperatūroje atvirai, 20±5 °C temperatūroje sandariai. Mechaninės savybės buvo vertinamos naudojant TA.XT plus tekstūros analizatorių. Savybės, tokios kaip tvirtumas ir elastingumas ištirtos po gamybos, po mėnesio ir po 3 mėnesių.

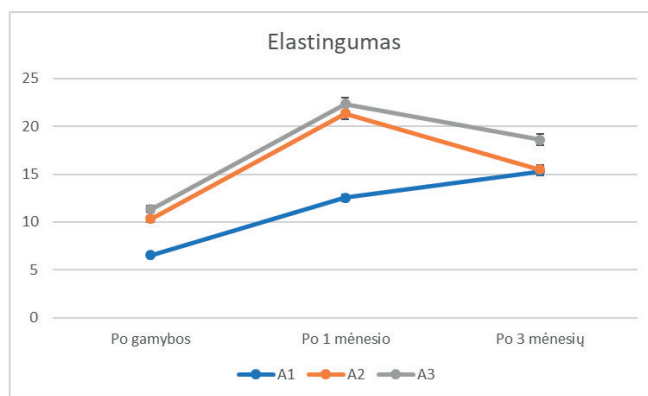
1 lentelė. Kramtomųjų gelinių tablečių formuluotės

Ingredientai (%)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Cukrus	24	23,71	23,43	23,56	23,3	26,45	24,85	22,17	23,43	23,43
Inulinas	11,43	11,43	11,43	11,5	11,36	0	6,06	16,22	11,43	11,43
Sorbitolis	2,86	2,86	2,86	2,87	2,84	3,23	3,03	2,7	2,86	2,86
Pektinas Jaune	0,57	0,86	1,14	1,15	1,14	1,29	1,21	1,08	1,14	1,14
50% citrinų rūgšties tirpalas	1,14	1,14	1,14	0,57	1,7	1,29	1,21	1,08	1,14	1,14
Acai uogų milteliai	2,86	2,86	2,86	2,87	2,84	3,23	3,03	2,7	2,86	2,86
Obuolių sultys	57,14	57,14	57,14	57,48	56,82	64,51	60,61	54,05	57,14	57,14
Virimo temperatūra (°C)										
	105	105	105	105	105	105	105	105	100	110

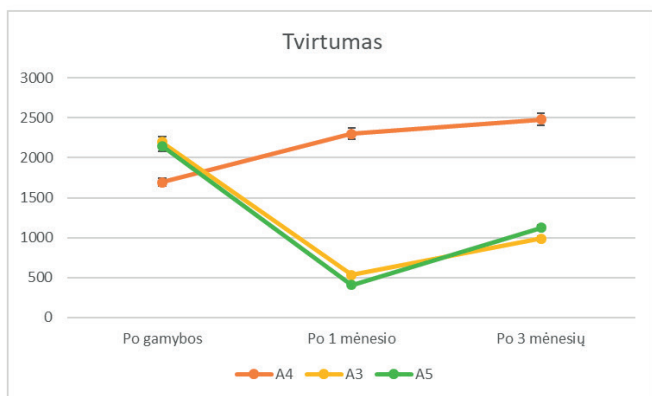
Rezultatai. 1-6 paveikslėliuose pateikta, kaip kito sandariai kambario temperatūroje laikytų mėginių savybės. Šios sąlygos pasirinktos, nes taip dažniausiai laikomi guminukai. Remiantis tekstūros analizatoriaus duomenimis, nustatyta, jog tvirtumas ir elastingumas kinta priklausomai nuo sudėties ir laikymo trukmės. Po gamybos mėginiai pasižymi didesniu tvirtumu, kuris po 1 mėnesio sumažėja, išskyrus A4 mėginį. Po 3 mėnesių matomas dalinis atsistatymas, bet jis nesiekia pradinių reikšmių. Elastingumas po 1 mėnesio laikymo sandariai 20 ± 5 °C temperatūroje padidėja nuo pradinės reikšmės, išskyrus A6 ir A7 mėginius. Po 3 mėnesių A1, A4, A6 ir A8 mėginiuose matomas elastingumo padidėjimas, o kituose mėginiuose stebimas elastingumo sumažėjimas. Esant didesniai pektino kiekiui stebimas didėjantis tvirtumas ir elastingumas (1 ir 2 pav.). Po gamybos A2 mėginys 29,68% tvirtesnis už mėginį A1, o A3 mėginys tvirtesnis 26,72%. Elastingumo priklausomybėje nuo pektino kiekio matoma tiesioginė koreliacija. Koreliacija tarp citrinų rūgšties kiekio, tvirtumo ir elastingumo nustatyta mažai stipri, reikėtų atlikti papildomus tyrimus su kitomis formuluotėmis (3 ir 4 pav.). Didėjant inulino kiekiui, mėginių tvirtumas ir elastingumas mažėja. Po mėnesio, mėginius laikant sandariai, 20 ± 5 °C temperatūroje tvirtumas sumažėja nuo 1,62% iki 63%. A3 ir A8 mėginiai rodo elastingumo augimą, A7 mėginyje stebimas nuoseklus elastingumo mažėjimas, A6 mėginio elastingumas nuo gamybos iki 3 mėnesių laikymo sumažėjo. (5 ir 6 pav.). Didinant virimo temperatūrą, produkto tvirtumas po gamybos didėja, elastingumas mažėja. Po mėnesio A9 mėginio tvirtumas padidėja 2,5 karto, o A10 mėginio tvirtumas sumažėjo 2,82 karto. Elastingumas padidėjo nuo 1,73% iki 51,93%. A9 ir A10 mėginių tvirtumas po 3 mėnesių siekė daugiau, nei 6500 g, elastingumo išmatuoti nepavyko ($p < 0,05$).



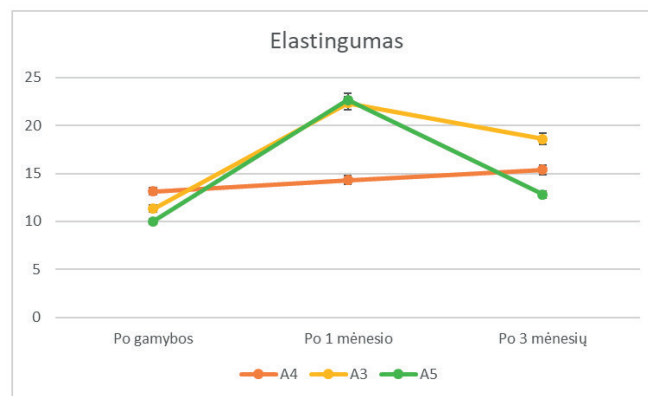
1 pav. Tvirtumo priklausomybė nuo pektino kiekio



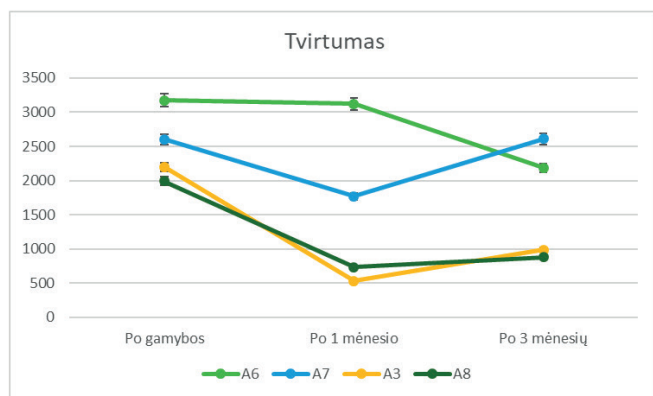
2 pav. Elastingumo priklausomybė nuo pektino kiekio



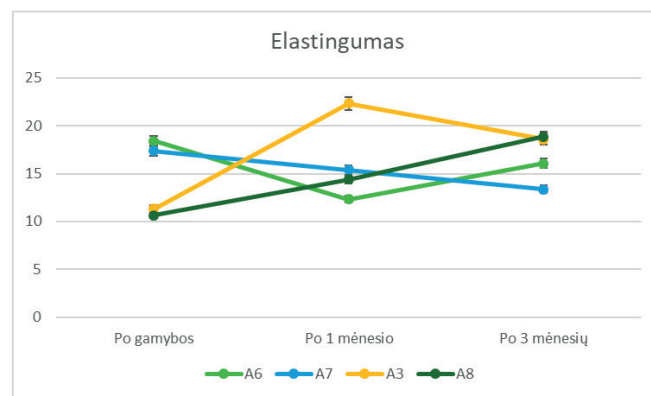
3 pav. Tvirtumo priklausomybė nuo citrinų rūgšties kiekio



4 pav. Elastingumo priklausomybė nuo citrinų rūgšties kiekio



5 pav. Tvirtumo priklausomybė nuo inulino kiekio



6 pav. Elastingumo priklausomybė nuo inulino kiekio

Išvados. Didinant pektino kiekį tvirtumas ir elastingumas didėja. Didinant citrinų rūgšties kiekį – koreliacija tarp tvirtumo ir elastingumo silpna. Didinant inulino kiekį – tvirtumas ir elastingumas mažėja. Didesnė virimo temperatūra lemia didesnį tvirtumą, mažesnį elastingumą. Laikant produktą kambario temperatūros sąlygomis stebimi svarbūs mechaninių savybių, kaip tvirtumo ir elastingumo pokyčiai.

Šis tyrimas buvo finansuojamas Lietuvos mokslo tarybos lėšomis pagal sutartį Nr. VKC7-25-44.

LITERATŪRA

- [1] Matulytė, I. Influence of technological factors on the quality of chewable tablets with nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) essential oil. 2022.
- [2] Kumar, M., Tomar, M., Saurabh, V., Sasi, M., Punia, S., Potkule, J., Maheshwari, C., Changan, S., Radha, B., Bhushan, B., Singh, S., Anitha, T., Alajil, O., Satankar, V., Dhumal, S., Amarowicz, R., Kaur, C., Sharifi-Rad, J., Kennedy, J. F. Carbohydrate Polymers, 2021, 268, 118319.
- [3] Canazza, E., Grauso, M., Mihaylova, D., Lante, A. Gels, 2025, 11, 829.
- [4] Hughes, R. L., Alvarado, D. A., Swanson, K. S., Holscher, H. D. Advances in Nutrition, 2022, 13, 492-529.

INOVACIJOS SAVARANKIŠKAM IR AKTYVIAM ASMENŲ SENĖJIMUI UŽTIKRINTI

Išvadas. Ilgą laiką manyta, kad žmonių ilgaamžiškumas – visuomenės stiprybės simbolis, kurio tikslas – užtikrinti puikias sąlygas gyventi, tačiau mokslinėje literatūroje vis dažniau pabrėžiama, jog nuosekliai auganti vyresnio amžiaus gyventojų dalis kelia ir reikšmingų iššūkių. Moksliniai tyrimai rodo, kad vyresnių žmonių savarankiškumo praradimas lemia priklausomybę nuo kitų, socialinę izoliaciją bei suprastėjusią gyvenimo kokybę [1]. Žmogaus aktyvumas apima ne tik fizinių poreikių patenkinimą, tačiau tai siejama ir su psichologiniu bei socialiniu vaidmeniu viso žmogaus gyvenimo eigoje. Tuo tarpu savarankiškumas tai nėra vien tik kasdienių veiklų atlikimas, bet ir gebėjimas pačiam priimti sprendimus [2]. Todėl stengiamasi rasti būdų, kaip galima būtų kompensuoti šiuos praradimus. Taigi, svarbiu klausimu tampa gyvenimo kokybės išlaikymas senatvėje [3], todėl vis dažniau analizuojama inovacijų nauda. Inovacijos apibrėžiamos, kaip procesas, kurio metu naujovės vystomos, pritaikomos ir integruojamos sprendžiant problemas ar gerinant esamą situaciją [4]. Sveikatos priežiūros inovacijų pagrindas – siekis pagerinti pacientų sveikatos rezultatus, plėsti prieigą prie aukštos kokybės asmens sveikatos priežiūros [5]. Taigi, vis didesnis dėmesys skiriamas sprendimams, kaip užtikrinti savarankiškumą vyresnio amžiaus žmonėms bei kaip pasiekti, kad senėjimas taptų mažiau iššūkių keliančiu reiškiniu, o asmenys ir senatvėje galėtų gyventi oriai. Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti mokslinius tyrimus apie inovacijas, kurios padeda užtikrinti savarankišką ir aktyvų asmenų gyvenimą senstant.

Tyrimo metodai. Norint išanalizuoti mokslinius tyrimus apie inovacijas, kurios padeda užtikrinti savarankišką ir aktyvų asmenų gyvenimą senstant, buvo pasirinktas naratyvios literatūros apžvalgos metodas, kuris leido išsamiau atskleisti nagrinėjamą temą [6]. Mokslinės literatūros paieška buvo atlikta PubMed duomenų bazėje bei specializuotose informacijos paieškos platformose Google Scholar ir Cochrane. Paieškai taikyti raktažodžiai: innovations, elderly, older adults, independent, active aging. Dauguma analizuotų publikacijų paskelbtos 2020–2025 m., tačiau į apžvalgą įtraukti ir anksčiau publikuoti, aktualumo nepraradę šaltiniai. Atrinkti laisvai prieinami, anglų kalba publikuoti straipsniai, nagrinėjantys inovacijų taikymą vyresnio amžiaus žmonių savarankiškumui ir aktyvumui stiprinti. Įvedus paieškos užklausą: innovations AND elderly AND independence AND active aging PubMed duomenų bazėje, identifikuoti 46 straipsniai, publikuoti 2010–2019 m., ir 95 straipsniai, paskelbti 2020–2025 m. Didėjantis publikacijų skaičius atskleidžia šios temos mokslinę ir praktinę svarbą.

Rezultatai. Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad inovacijos yra skirstomos į skirtingus tipus, priklausomai nuo to, kokią vertę teikia žmonėms. Atlikto tyrimo metu inovacijos buvo suskirstytos į dvi grupes: 1. Technologinės inovacijos. 2. Robotai kaip inovacijų produktas.

Technologinės inovacijos apima išmaniąsias namų sistemas ir įvairius įrenginius, kurie padeda atlikti fizinius kasdienes veiksmus. Tokios sistemos leidžia stebėti kritimų riziką, eisenos, pusiausvyros sutrikimus, todėl užtikrina saugumą ir teikia ataskaitas apie sveikatos būklę [7]. Vyresnio amžiaus žmonės savo namų aplinkoje dažnai griūva, todėl šiai problemai spręsti yra sukurtos įvairios stebėjimo sistemos bei jutikliai. Bezold, Krell-Roesch, Eckert ir kt. (2021) nurodė, kad judesio jutikliai gali fiksuoti kritimus, kūno padėtį ar net neįprastus judesius. Integruotos sistemos siunčia signalus artimiesiems arba sveikatos priežiūros specialistams, todėl tokiu būdu užtikrinamas ir žmogaus saugumas, ir artimųjų ramybė [8]. Kadangi kritimai užima didžiąją dalį sužalojimų, siūloma integruoti šviesos jutiklius, kurie automatiškai įsijungia tamsoje, kai pradeda žmogus judėti, todėl tokiu būdu mažinama kritimų rizika naktį [9]. Be judesio jutiklių dažnu atveju yra integruojama ir slėgio sistema. Slėgio jutikliai įdie-

giami ant kėdžių, lovų ar net kilimų, siekiant įsitikinti ir apskaičiuoti, kada žmogus atsigula arba pakyla ir ruošiasi eiti. Šie įrenginiai taip pat padeda numatyti kritimų rizikas bei elgsenos pokyčius, pavyzdžiui, žmogus pernelyg ilgai guli lovoje arba ilgą laiką išlieka toje pačioje padėtyje ant kilimo [10]. Slėgio jutikliai visai kaip ir judesio yra sugeneruoti kartu su išmaniosiomis programėlėmis, todėl artimieji gauna įspėjamuosius signalus.

Dar viena svarbi pagalbinių įrenginių grupė – nešiojami pagalbos iškvietimo mygtukai. Dažnu atveju toks mygtukas yra integruotas į apyrankę, todėl sveikatos suprastėjimo ar griuvimo metu greitai ir operatyviai iškviečiama pagalba. Atlikti tyrimai rodo, kad toks įrenginys didina vyresnio amžiaus žmonių saugumo jausmą, o tai leidžia jiems ilgiau gyventi namuose savarankiškai [11].

Klausos aparatai taip pat yra labai svarbi pagalbinių technologijų grupė, prisidedanti prie saugaus gyvenimo namų aplinkoje. Moksliniai tyrimai rodo, kad klausos sutrikimai senyvame amžiuje yra neišvengiami, o tai susiję tiek su padidėjusia kritimų rizika, tiek su socialine izoliacija, tiek su sumažėjusiu gebėjimu savarankiškai atlikti kasdienes veiklas. Klausos aparatų naudojimas leidžia geriau orientuotis erdvėje, laiku reaguoti į pavojingus signalus (pavyzdžiui, dūmų detektoriaus signalas). Šiuolaikiniai klausos aparatai pasižymi aukštomis inovatyviomis technologijomis. Į klausos aparatus yra integruotos triukšmo filtravimo sistemos, jie susieti su išmaniaisiais įrenginiais, naudojami dirbtinio intelekto sprendimai [12].

Robotai, orientuoti į senyvo amžiaus asmenų emocinių ir socialinių poreikių tenkinimą, vis dažniau įvardijami kaip perspektyvios ir didėjančią paklausą turinčios inovacijos. Vienas iš pavyzdžių – Paro. Tai terapinis robotas ruonis, kuris imituoja gyvūno elgesį, reaguoja į prisilietimus, šviesą, garsus, taip mažindamas nerimą ir depresiją, gerindamas psichologinę gerovę ir skatindamas socialinį bendravimą tarp senjorų [13]. Pepper – humanoidinis robotas, kuris gali atpažinti žmogaus veido išraiškas, geba kalbėti. Tokiu būdu yra gerinami žmonių bendravimo gebėjimai, skatinamas socialinis dalyvavimas. Toks robotas gali būti puikus asistentas namuose, kadangi gali priminti žmogui apie jo dienos režimą, kada jis turėtų išgerti vaistus, atlikti fizinius pratimus ar pavalgyti [14].

Išvados. Atlikus mokslinės literatūros apžvalgą, kaip inovacijos padeda savarankiškam ir aktyviam asmenų senėjimui užtikrinti, galima teigti, kad tinkamas technologijų naudojimas gali padėti tiek fiziniai, tiek psichologinei sveikatai. Savarankiškumo užtikrinimas – vienas svarbiausių gyvenimo kokybės aspektų. Tai ugdo žmogaus pasitikėjimą savimi ir pilnavertiškumo jausmą. Technologiniai sprendimai, tokie kaip išmaniosios namų sistemos ar papildomi pagalbos reikmenys leidžia fiziškai jaustis saugesniems. Žmonės gali kompensuoti tam tikrus savo fiziškai susilpnėjusius pojūčius tokius kaip klausa ar orientavimasis tamsoje. Technologijų pagalba gali lengviau vaikščioti, girdėti, išvengti griuvimų.

LITERATŪRA

- [1] Cesari M., Marzetti E., Thiem U. et al. The geriatric management of frailty as paradigm of “The end of the disease era”. *Eur J Intern Med.* 2016 Jun;31:11-4. doi: 10.1016/j.ejim.2016.03.005. Epub 2016 Mar 18. PMID: 26997416.
- [2] Foster L., Walker A. Active and successful aging: a European policy perspective. *Gerontologist.* 2015 Feb;55(1):83-90. doi: 10.1093/geront/gnu028. Epub 2014 May 20. PMID: 24846882; PMCID: PMC4986585.
- [3] Gordon S., Kidd M., Maeder A., Baker N., Marin T., Grimmer K. Health deficits in community dwelling adults aged 40 to 75 years. *BMC Geriatr.* 2019 May 27;19(1):148. doi: 10.1186/s12877-019-1152-9. PMID: 31133002; PMCID: PMC6537146.
- [4] Carr K., Kendal RL., Flynn EG. Eureka!: What Is Innovation, How Does It Develop, and Who Does It? *Child Dev.* 2016 Sep;87(5):1505-19. doi: 10.1111/cdev.12549. Epub 2016 May 31. PMID: 27241583; PMCID: PMC5053256.
- [5] Kosiol J., Silvester T., Cooper H. et al. Revolutionising health and social care: innovative solutions for a brighter tomorrow – a systematic review of the literature. *BMC Health Serv Res* 24, 809 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11099-5>
- [6] Sukhera J. Narrative Reviews: Flexible, Rigorous, and Practical. *J Grad Med Educ.* 2022 Aug;14(4):414-417. doi: 10.4300/JGME-D-22-00480.1. PMID: 35991099; PMCID: PMC9380636.
- [7] Gorce P., Jacquier-Bret J. Fall Detection in Elderly People: A Systematic Review of Ambient Assisted Living and Smart Home-Related Technology Performance. *Sensors.* 2025; 25(21):6540. <https://doi.org/10.3390/s25216540>

- [8] Bezold J., Krell-Roesch J., Eckert T. et al. Sensor-based fall risk assessment in older adults with or without cognitive impairment: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2021 Jul 9;18(1):15. doi: 10.1186/s11556-021-00266-w. PMID: 34243722; PMCID: PMC8272315.
- [9] Kim D., Bian H., Chang CK. et al. In-Home Monitoring Technology for Aging in Place: Scoping Review. *Interact J Med Res.* 2022 Sep 1;11(2):e39005. doi: 10.2196/39005. PMID: 36048502; PMCID: PMC9478817.
- [10] Koszalinski R., Tappen RM., Ghoraani B et al. Use of Sensors for Fall Prediction in Older Persons: A Scoping Review. *Comput Inform Nurs.* 2023 Dec 1;41(12):993-1015. doi: 10.1097/CIN.0000000000001052. PMID: 37652446.
- [11] Hvalič-Touzery S., Šetinc M., Dolničar V. Benefits of a Wearable Activity Tracker with Safety Features for Older Adults: An Intervention Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022; 19(23):15723. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315723>
- [12] Dawes P., Wolski L., Himmelsbach I. et al. Interventions for hearing and vision impairment to improve outcomes for people with dementia: a scoping review. *International Psychogeriatrics.* 2019; 2(31): 203-221. <https://doi.org/10.1017/S1041610218000728>
- [13] Anghel I., Cioara T., Moldovan D. et al. Smart Environments and Social Robots for Age-Friendly Integrated Care Services. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2020; 17(11):3801. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113801>
- [14] Getson C., Nejat G. Socially Assistive Robots Helping Older Adults through the Pandemic and Life after COVID-19. *Robotics.* 2021; 10(3):106. <https://doi.org/10.3390/robotics10030106>

PAROS LAIKO DARBO ĮTAKA PSICHOMOTORINĖS REAKCIJOS RODIKLIŲ KAITAI IR STRESO LYGIUI SLAUGYTOJOMS, TEIKIANČIOMS PRIEŽIŪRĄ KRITINĖS BŪKLĖS PACIENTAMS

Slaugytojų darbo organizavimas pamaininiu principu yra būtina sveikatos priežiūros sistemos dalis, nes kritinės būklės pacientų priežiūra turi būti užtikrinama visą parą. Vis dėlto pamaininis darbas, ypač ilgosios ir naktinės pamainos, gali trikdyti miego ir budrumo ciklą, sukelti cirkadinio ritmo desinchronizaciją, didinti nuovargį ir neigiamai veikti centrinės nervų sistemos (CNS) funkcinę būklę [1, 2]. Tyrimai rodo, kad po naktinių pamainų slaugytojoms dažniau pasireiškia mieguistumas, nuovargis, dėmesio sumažėjimas ir psichomotorinės reakcijos pablogėjimas [2, 3]. Šie pokyčiai ypač svarbūs intensyviosios terapijos, kur slaugytojų reakcijos greitis, dėmesio koncentracija ir gebėjimas greitai priimti sprendimus yra tiesiogiai susiję su pacientų saugumu.

Pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama ne tik subjektyviam pamaininio darbo poveikio vertinimui, bet ir objektyviems fiziologiniams rodikliams. Seilių kortizolis laikomas vienu iš neinvazinių biologinių streso ir hipotalaminės-hipofizės-antinksčių ašies aktyvumo rodiklių [4]. Be to, pamaininis darbas siejamas su kognityvinių funkcijų, dėmesio, darbinės atminties ir reakcijos laiko pokyčiais, kurie gali stiprėti dirbant vakarinėmis ar naktinėmis pamainomis [5]. Lietuvoje sveikatos priežiūros sektoriuje leidžiamos ir iki 24 valandų trukmės pamainos, tačiau tokio darbo modelio poveikis slaugytojų CNS funkcinėi būklei ir streso lygiui nėra pakankamai ištirtas. Todėl aktualu vertinti, kaip paros trukmės darbas veikia psichomotorinės reakcijos rodiklius, judesių dažnį, subjektyvų krūvio pojūtį, stresą ir seilių kortizolio koncentraciją.

Šio tyrimo tikslas – įvertinti paros laiko darbo įtaką psichomotorinės reakcijos rodiklių kaitai ir streso lygiui slaugytojoms, teikiančioms priežiūrą kritinės būklės pacientams.

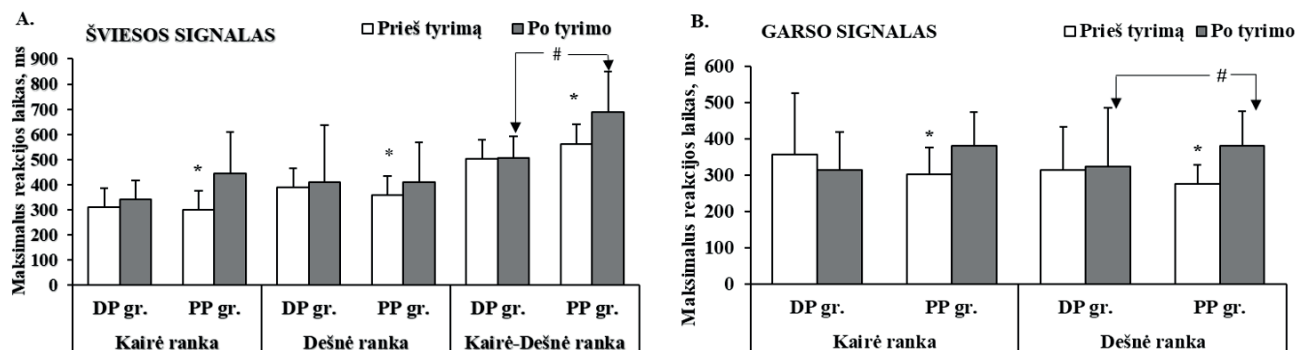
Tyrime dalyvavo ($n=30$) slaugytojų, dirbančių reanimacijos ir intensyviosios terapijos skyriuje, kurios buvo suskirstytos į dvi grupes pagal darbo pamainos trukmę: dienos pamainos grupę (DP, $n = 15$) ir parinės pamainos grupę (PP, $n = 15$). Prieš tyrimą tiriamųjų amžius, darbo stažas ir išsilavinimas tarp grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p>0,05$).

Buvo analizuojami psichomotorinės reakcijos maksimalus reakcijos laikas ir judesių dažnis. Psichomotorinė reakcija vertinta pagal rankų reakciją į šviesos ir garso signalus. Judesių dažnis rankomis vertintas, norint objektyviai įvertinti CNS nuovargį, o darbo metu dėl fizinio krūvio patiriamas nuovargis buvo vertintas subjektyvia Borg (CR10) skale [6]. Subjektyvus stresas vertintas SNRS skale, kuri leidžia įvertinti momentinį streso lygį vienu skaitiniu rodikliu [7]. Taip pat, buvo tiriama seilių kortizolis objektyviam patiriamo streso lygiu įvertinti. Visi ištyrimo rodikliai buvo vertinami prieš tyrimą ir po 24 val., t.y. po tyrimo. Statistiškai reikšmingu skirtumu laikyta, kai ($p < 0,05$).

Tyrimo rezultatai parodė, kad po tyrimo tarp DP ir PP grupių nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai kai kuriuose psichomotorinės reakcijos rodikliuose. Mann-Whitney U testas parodė reikšmingą skirtumą tarp grupių po tyrimo vertinant kairės-dešinės rankų maksimalų reakcijos greitį į šviesos signalą ($p = 0,011$) ir maksimalų dešinės rankos reakcijos greitį į garso signalą ($p = 0,013$). Kitų psichomotorinės reakcijos rodiklių skirtumai tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$).

Vertinant pokyčius grupių viduje, Wilcoxon rangų testas parodė, kad PP grupėje po tyrimo reikšmingai sulėtėjo visi analizuoti psichomotorinės reakcijos rodikliai. Po parinės pamainos reikšmingai pakito kairės rankos reakcija į raudonos šviesos signalą ($Z = 3,41$; $p < 0,001$), dešinės rankos reakcija į žalios šviesos signalą ($Z = 3,07$; $p = 0,002$), kairės-dešinės rankų reakcija į šviesos signalus ($Z = 3,01$; $p = 0,003$),

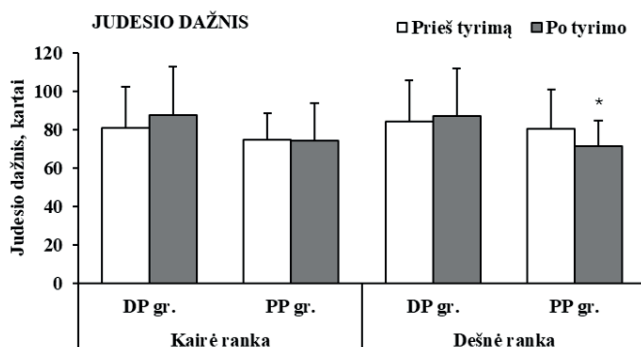
taip pat kairės ir dešinės rankos reakcija į garsinį signalą ($Z = 3,41$; $p < 0,001$). DP grupėje šie psichomotorinės reakcijos rodikliai prieš ir po tyrimo statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$) (1A pav., 1B pav.). Šie rezultatai rodo, kad parinė pamaina turėjo ryškesnį neigiamą poveikį psichomotorinės reakcijos rodikliams nei diatinė pamaina.



1 pav. Dieninės pamainos (DP) ir parinės pamainos (PP) grupių maksimalus reakcijos laikas (ms) kaire, dešine ir kaire-dešine rankomis į šviesos signalą (A). Dieninės pamainos (DP) ir parinės pamainos (PP) grupių maksimalus reakcijos laikas (ms) kaire ir dešine rankomis į garso signalą (B).

* $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas, lyginant su rezultatais prieš tyrimą; # $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas, lyginant rezultatus tarp grupių.

Analizuojant judesių dažnio rodiklius, Mann-Whitney U testas parodė, kad statistiškai reikšmingų skirtumų tarp DP ir PP grupių nei prieš tyrimą, nei po tyrimo nenustatyta ($p > 0,05$). Tačiau vertinant pokyčius grupių viduje nustatyta, kad PP grupėje po tyrimo reikšmingai sumažėjo dešinės rankos judesių dažnis ($Z = -1,98$; $p = 0,048$), o kairės rankos judesių dažnis reikšmingai nepakito ($p > 0,05$). DP grupėje nei kairės, nei dešinės rankos judesių dažnis po tyrimo statistiškai reikšmingai nepakito ($p > 0,05$) (2 pav.). Tai leidžia manyti, kad po parinės pamainos gali blogėti ne tik reakcijos laikas, bet ir kai kurie motorinio darbingumo rodikliai.



2 pav. Dieninės pamainos (DP) ir parinės pamainos (PP) grupių judesio dažnis kaire ir dešine rankomis. * $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas, lyginant su rezultatais prieš tyrimą.

Seilių kortizolio koncentracijos analizė parodė, kad statistiškai reikšmingų skirtumų tarp DP ir PP grupių nei prieš tyrimą, nei po tyrimo nenustatyta. Prieš tyrimą kortizolio koncentracija tarp grupių reikšmingai nesiskyrė ($t = 0,69$; $p = 0,498$), taip pat reikšmingo skirtumo nenustatyta ir po tyrimo ($t = 1,38$; $p = 0,180$). DP grupėje kortizolio koncentracija prieš ir po tyrimo statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($t = -0,97$; $df = 12$; $p = 0,351$), nors po tyrimo vidutinė kortizolio koncentracija buvo didesnė nei prieš tyrimą. PP grupėje kortizolio koncentracija taip pat reikšmingai nepakito ($t = 0,54$; $df = 14$; $p = 0,595$).

Kortizolio pokytis tarp grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($t(26) = 1,002$; $p = 0,326$). Šie rezultatai rodo, kad šiame tyrime parinė pamaina reikšmingo seilių kortizolio koncentracijos pokyčio nesukėlė.

Borgo (CR10) skalės rezultatai parodė, kad tarp DP ir PP grupių statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta nei prieš tyrimą ($U = 76,5$; $p = 0,137$), nei po tyrimo ($p = 0,217$). Tačiau vertinant pokyčius grupių viduje nustatyta, kad PP grupėje po tyrimo Borgo skalės reikšmės statistiškai reikšmingai padidėjo ($Z = 2,774$; $p = 0,006$). Daugumai PP grupės tiriamųjų ($n = 12$) po tyrimo buvo nustatytos didesnės Borgo skalės reikšmės nei prieš tyrimą. DP grupėje subjektyvus fizinio krūvio vertinimas reikšmingai nepakito ($Z = -0,134$; $p = 0,893$). Tai rodo, kad parinė pamaina reikšmingai padidino subjektyviai jaučiamą krūvį, nors tarp grupių bendras skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas.

Subjektyvaus streso, vertinto SNRS skale, analizė parodė, kad nei prieš tyrimą ($p = 0,106$), nei po tyrimo ($p = 0,902$) statistiškai reikšmingų skirtumų tarp DP ir PP grupių nenustatyta. Vertinant pokyčius grupių viduje, DP grupėje subjektyvus stresas reikšmingai nepakito ($Z = -1,135$; $p = 0,892$). PP grupėje taip pat statistiškai reikšmingo pokyčio nenustatyta ($Z = 1,736$; $p = 0,083$), tačiau stebėta didėjimo tendencija, nes po tyrimo SNRS medianos reikšmė padidėjo nuo 0,0 iki 1,0. Šie rezultatai rodo, kad objektyvūs psichomotorinės reakcijos pokyčiai buvo ryškesni nei subjektyviai vertinto streso pokyčiai.

Apibendrinant galima teigti, kad parinė pamaina turėjo reikšmingą poveikį slaugytojų CNS funkcinės būklės rodikliams. Po parinės pamainos reikšmingai sulėtėjo psichomotorinė reakcija į šviesos ir garso signalus, sumažėjo dešinės rankos judesių dažnis ir padidėjo subjektyviai vertinamas fizinis krūvis pagal Borgo (CR10) skalę. Tuo tarpu seilių kortizolio koncentracija ir subjektyvus streso lygis pagal SNRS skalę statistiškai reikšmingai nepakito. Apibendrinant gautus duomenis galime teigti, kad 24 valandų trukmės slaugytojų darbo pamaina labiau atsispindi funkciniuose CNS ir motorinės veiklos rodikliuose nei trumpalaikiuose subjektyvaus streso ar seilių kortizolio pokyčiuose. Šie rezultatai gali būti reikšmingi tobulinant slaugytojų darbo organizavimą, planuojant poilsio režimą ir vertinant profesinės sveikatos rizikas slaugant kritinės būklės pacientus.

LITERATŪRA

- [1] Ejebu, O.-Z., Dall’Ora, C., Griffiths, P. PLOS ONE, 2021, 16(8), e0256300.
- [2] Zhang, X., Dai, X., Jiao, J., Lee, S.-Y. Annals of Medicine, 2023, 55(1), 2210843.
- [3] Di Muzio, M., Diella, G., Di Simone, E., Novelli, L., Alfonsi, V., Scarpelli, S., Annarumma, L., Salfi, F., Pazzaglia, M., Giannini, A. M., De Gennaro, L. Frontiers in Neuroscience, 2020, 14, 579938.
- [4] Stalder, T., Oster, H., Abelson, J. L., Huthsteiner, K., Klucken, T., Clow, A. Endocrine Reviews, 2025, 46(1), 43-59.
- [5] Moosavi, S., Ghalenoei, M., Amerzadeh, M., Safari Variani, A. BMC Nursing, 2025, 24, 324.
- [6] Borg, G. A. V. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1982, 14(5), 377-381.
- [7] Karvounides, D., Simpson, P. M., Davies, W. H., Khan, K. A., Weisman, S. J., Hainsworth, K. R. Pediatric Dimensions, 2016, 1(4), 105-109.

TRUMPALAIKIS IR ILGALAIKIS JĖGOS TRENIRUOČIŲ POVEIKIS ASMENŲ, TURINČIŲ DIDELĘ LENGVO PAŽINTINIO SUTRIKIMO IŠSIVYSTYMO RIZIKĄ, KOGNITYVINĖMS FUNKCIJOMS

Visuotiniai demografiniai senėjančios populiacijos pokyčiai lėmė precedento neturintį lengvo kognityvinio sutrikimo (LKS) atvejų augimą. Tai klinikinė fazė, žyminti perėjimą tarp normalaus kognityvinio senėjimo ir demencijos [1]. Normaliai senstant smegenys patiria tiek struktūrinius, tiek funkcinis pokyčius, kurie lemia kognityvinį nuosmukį vėlesniame gyvenime [2;3]. Maždaug 10–20 % suaugusiųjų, vyresnių nei 65 metų, atitinka LKS kriterijus, o tai yra kritinis laikotarpis nefarmakologinėms intervencijoms, nes daugiau nei 50 % šių asmenų per penkerius metus susergera Alzheimerio liga (AL) [4;1]. Gyvenimo būdo veiksniai gali sumažinti arba padidinti žmogaus demencijos išsivystymo riziką. „The Lancet“ demencijos prevencijos komisija nustatė pagrindines intervencijas, skirtas užkirsti kelią trečdaliui demencijos atvejų, įskaitant hipertenzijos kontrolę, mankštą, socialinį įsitraukimą, nerūkymą, klausos palaikymą ir depresijos, diabeto bei nutukimo valdymą [5; 6]. Pastaraisiais metais jėgos treniruotės (RT) vis labiau pripažįstamos kaip pranašesnis būdas pagerinti vyresnio amžiaus suaugusiųjų kognityvines ir motorines funkcijas, pasitelkiant sisteminius anabolinius signalus ir mažinant „uždegimą“ [7; 8].

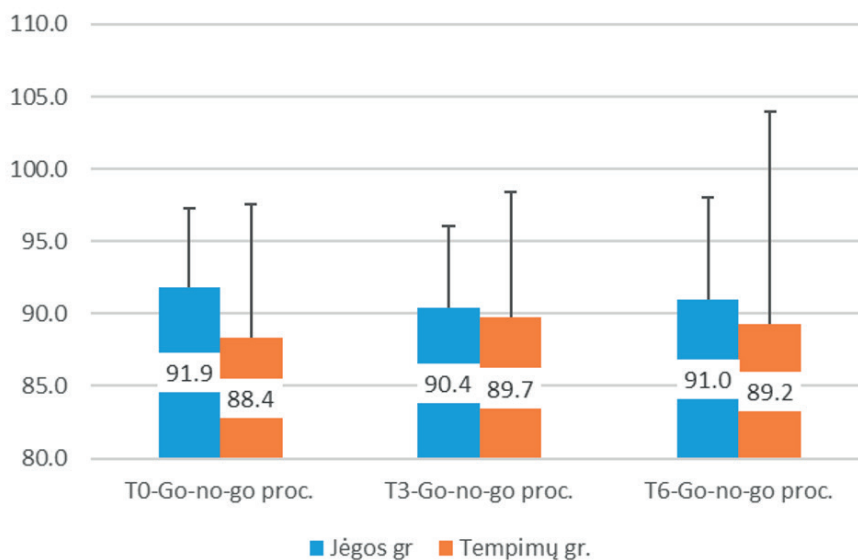
Remiantis tyrimo rezultatais, buvo įvertintas trumpalaikis ir ilgalaikis jėgos treniruočių poveikis kognityvinei funkcijai asmenims, kuriems yra didelė LPS išsivystymo rizika. Tyrimo tikslas – ištirti, ar jėgos treniruotės gali atitolinti LPS progresavimo į demenciją riziką, t.y. įvertinti jėgos treniruočių poveikį pažintinėms funkcijoms.

Metodika. Tyrime dalyvavo 31 vyras ir moterys, sulaukę 65 metų ir vyresni, kurių objektyvi kognityvinė veikla atitiko didelę lengvo kognityvinio sutrikimo riziką (t. y. MoCA < 26) [5]. Vyresnio amžiaus suaugusieji, patyrę MCI, šešis mėnesius atliko prižiūrimas jėgos ir tempimo treniruotes, kurios buvo vertinamos pradiniu, trečią ir šeštą mėnesiais. Kognityvinių funkcijų vertinimas apėmė slopinimo tikslumą ir reakcijos laiką, atminties tikslumą ir reakcijos laiką bei erdvinės kontrolės tikslumo ir reakcijos laiko rezultatus. Tikslumas buvo vertinamas teisingai atliktų užduočių procentine išraiška, reakcija buvo vertinama reakcijos laiku į stimulą, ar sprendimo priėmimą.

Eksperimentinės grupės dalyviai atliko pasipriešinimo treniruotes, skirtas raumenų hipertrofijai sukelti, 24 savaites 2 kartus per savaitę. Treniruočių metu buvo atliekamas struktūrizuotas apšilimas, po kurio atliekami pasipriešinimo pratimai, skirti apatinių galūnių raumenų grupėms lavinti, įskaitant kojų spaudimą, kojų lenkimą, kojų tiesimą ir blauzdų kėlimą, o krūvis buvo palaipsniui didinamas nuo vidutinio iki didesnio intensyvumo per treniruočių blokus. Aktyvios kontrolės grupės dalyviai atliko apatinių ir viršutinių galūnių raumenų tempimo treniruotes.

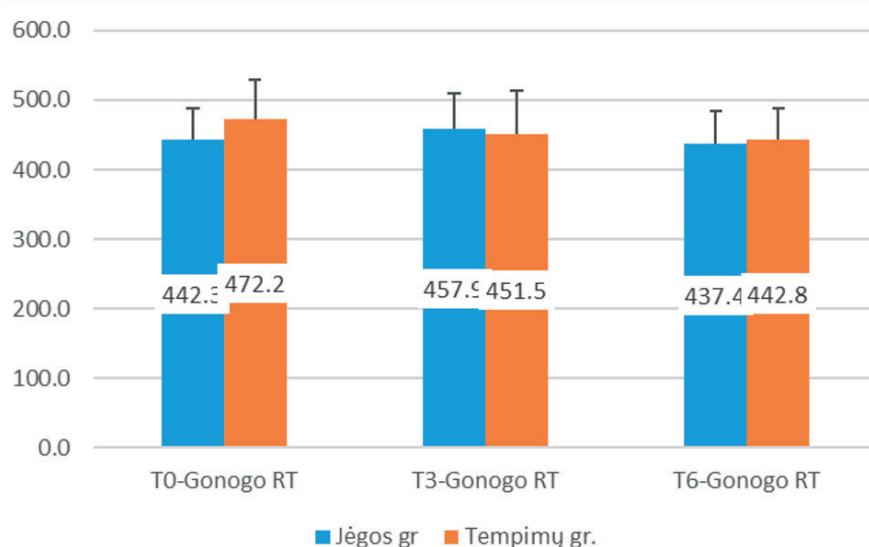
Pakartotinių matavimų bendruosiuose tiesiniuose modeliuose (SPSS 29.0) amžius ir pradinis MoCA vertinimo balas buvo įtraukti kaip kovariantai. Reikšmingumas nustatytas ties $p < 0,05$. Poveikio dydžiai pateikiami kaip dalinė eta kvadratai (η_p^2) ir stebima galia (1-beta).

Rezultatai. Statistiškai reikšmingo skirtumo, tarp pažintinių funkcijų vertinimo (MOCA) rezultatų po trijų ir šešių mėnesių neaptikome ($p < 0,05$).



1 pav. Slopavimo kontrolės vertinimo testo Go-no-go teisingų atsakymų skirstinys prieš (T0); po 3 mėn (T3) ir po 6 mėn (T6) treniruočių ciklo (proc.)

Slopavimo funkcijos vertinimo rezultatai (teisingų pasirinkimų procentas) parodė tendencijas, kad teisingų pasirinkimų daugėja po 3 ir 6 mėn. treniruočių, tačiau regresinė analizė neparodė reikšmingo poveikio ($p = 0,07$; $\eta_p^2 = 5.625$; $SG = 0.527$) (1 pav.)



2 pav. Slopavimo kontrolės vertinimo testo Go-no-go reakcijos į stimulą rezultatų skirstinys prieš (T0); po 3 mėn (T3) ir po 6 mėn (T6) treniruočių ciklo (ms.).

Vertinant slopavimo funkciją pagal reakcijos laiką į stimulus patebėjome, kad laikotarpyje nuo 3 iki 6 mėnesio jėgos treniruočių reakcijos laikas sumažėjo. ($p = 0,04$; $\eta_p^2 = 6.865$; $SG = 0.617$) (2 pav.), tačiau treniruočių poveikis nereikšmingas.

Išvados. Jėgos treniruotės neturėjo poveikio vyresnio amžiaus žmonių pažintinėms funkcijoms nei po 3, nei po 6 mėnesių, tačiau vyresnio amžiaus žmonėms, turintiems lengvo pažintinio sutrikimo riziką ne mažiau svarbu išvengti pažintinių funkcijų nuosmukio, todėl remiantis mūsų tyrimo rezultatais gali teigti, kad jėgos treniruotės sulėtina pažintinių funkcijų nuosmukį asmenims su LPS.

LITERATŪRA

- [1] Kušleikienė S, Ziv G, Vints WAJ, Krasinskė E, Šarkinaite M, Qipo O, Bautmans I, Himmelreich U, Masiulis N, Česnaitienė VJ, Levin O. Cognitive gains and cortical thickness changes after 12 weeks of resistance training in older adults with low and high risk of mild cognitive impairment: Findings from a randomized controlled trial. *Brain Res Bull.* 2025 Mar;222:111249
- [2] Harada, C. N., Love, M. C. N., & Triebel, K. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in geriatric medicine*, 29(4), 737.
- [3] Beheshti, I., Nugent, S., Potvin, O., & Duchesne, S. (2019). Bias-adjustment in neuroimagingbased brain age frameworks: A robust scheme. *NeuroImage: Clinical*, 24, 102063.
- [4] Vints WAJ, Šeikinaitė J, Gökçe E, Kušleikienė S, Šarkinaite M, Valatkeviciene K, Česnaitienė VJ, Verbunt J, Levin O, Masiulis N. Resistance exercise effects on hippocampus subfield volumes and biomarkers of neuroplasticity and neuroinflammation in older adults with low and high risk of mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Geroscience.* 2024 Aug;46(4):3971-3991
- [5] Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., ... & Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The lancet*, 390(10113), 2673-2734.
- [6] Iso-Markku P, Kujala UM, Knittle K, et al. Physical activity as a protective factor for dementia and Alzheimer's disease: systematic review, meta-analysis and quality assessment of cohort and case-control studies. *British Journal of Sports Medicine* 2022;56:701-709.
- [7] Qipo O, Gajauskaitė G, Vints WAJ, Levin O, Masiulis N, Bautmans I. Dose-response relationship of resistance training and the effects on circulating biomarkers of inflammation or neuroplasticity in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2026 Jan;113:102917.
- [8] Vints WAJ, Gökçe E, Šeikinaitė J, Kušleikienė S, Česnaitienė VJ, Verbunt J, Levin O, Masiulis N. Resistance training's impact on blood biomarkers and cognitive function in older adults with low and high risk of mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2024 Apr 10;21(1):9.

LĖTINIŲ ŽAIZDŲ GIJIMO DINAMIKOS SĄSAJOS SU MIKROBIOLOGINIŲ ŽAIZDŲ ĮVERTINIMU

Lėtinės žaizdos yra ilgai negyjančios odos ir minkštųjų audinių pažeidimų būklė, kai normalus gijimo procesas yra sutrikęs ir žaizda nesugyja per 4–6 savaites. Ši būklė dažniausiai susijusi su cukriniu diabetu, venine hipertenzija, arterine išemija ir infekciniais procesais, kurie sutrikdo audinių regeneraciją [1]. Lėtinėse žaizdose dažnai susidaro mikroaplinka, kuri palaiko oksidacinį stresą. Padidėjęs reaktyviųjų deguonies formų kiekis dar labiau pažeidžia ląsteles ir sustiprina uždegiminį ciklą, kuris neleidžia žaizdai pereiti į proliferacinę fazę [2]. Mikrobiologiniu požiūriu lėtinės žaizdos pasižymi sudėtinga polimikrobine flora. Dažniausiai randami patogenai yra *Staphylococcus aureus* (įskaitant MRSA), *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* bei anaerobinės bakterijos, tokios kaip *Bacteroides* ir *Peptostreptococcus* rūšys [4]. Svarbiausias mikrobiologinis lėtinių žaizdų bruožas yra biofilmų formavimasis. Biofilmas – tai struktūrizuota mikroorganizmų bendruomenė, apsupta ekstraląstelinio polisacharidinio matriksu. Ši struktūra ženkliai padidina bakterijų atsparumą antibiotikams ir imuninės sistemos poveikiui – net iki 100–1000 kartų, palyginti su planktoninėmis bakterijomis [5]. Biofilmo viduje egzistuoja metabolinis heterogeniškumas: paviršiuje esančios bakterijos gauna daugiau deguonies, o gilesniuose sluoksniuose išlieka anaerobinės sąlygos. Tai leidžia skirtingoms bakterijų rūšims koegzistuoti ir palaikyti lėtinę infekciją [5]. Be to, biofilmas slopina žaizdos gijimą ne tik tiesiogiai infekuodamas audinius, bet ir moduliudamas imuninį atsaką – mažina fagocitozės efektyvumą bei skatina užsitęsusį uždegimą [4]. Šiuolaikiniai tyrimai rodo, kad efektyvus lėtinių žaizdų gydymas turi apimti ne tik infekcijos kontrolę, bet ir biofilmų ardymą, naudojant mechaninį debridementą, antiseptikus (sidabro, jodo preparatus) bei naujas antimikrobines strategijas, tokias kaip fermentai ar nanomedžiagos [6]. Apibendrinant, lėtinių žaizdų gijimo sutrikimus lemia kompleksinė sąveika tarp nuolatinio uždegimo, proteazių disbalanso, sutrikusios angiogenezės ir sudėtingos mikrobiologinės ekosistemos, kurioje dominuoja biofilmą formuojančios bakterijos.

Pacientų amžius svyravo nuo 65 metų iki 90 metų amžiaus. 9 asmenys buvo 65–74 metų amžiaus, 4 asmenys buvo 75–84 metų amžiaus ir 3 asmenys 85–90 metų amžiaus. Tyrime dalyvavo 16 tiriamųjų iš kurių 12 buvo moterys ir 4 vyrai.

1 lentelė. Lėtinių žaizdų ploto kitimas per 50 dienų ir patogeninių bakterijų skaičius nustatytas žaizdoje.

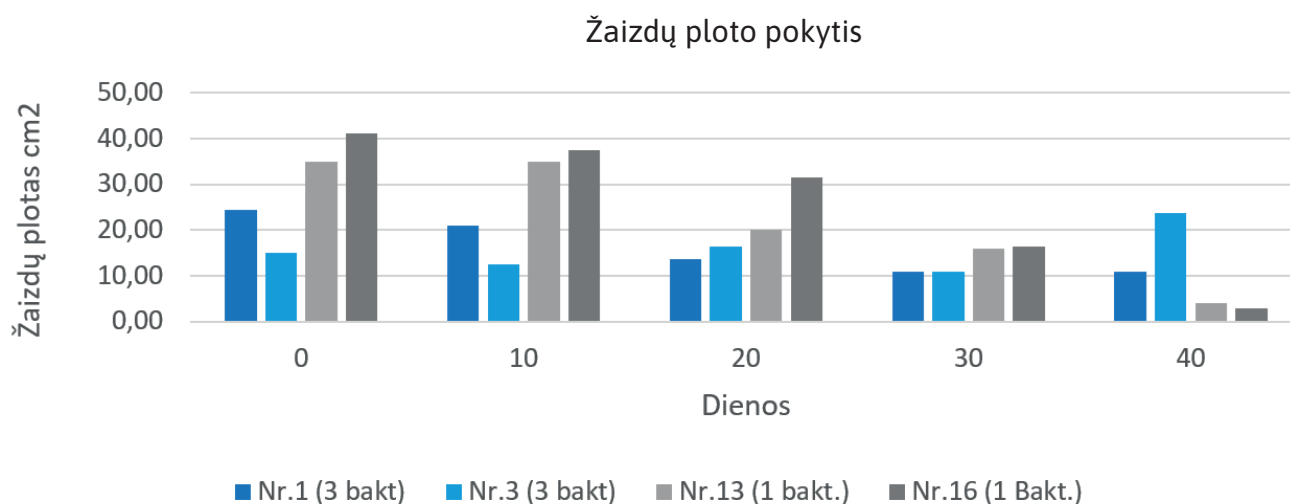
Žaizdos numeris	Patogeninių bakterijų skaičius	Žaizdos plotas pradedant gydymą	Žaizdos plotas po 10 d.	Žaizdos plotas po 20 d.	Žaizdos plotas po 30 d.	Žaizdos plotas po 40 d.
Nr.1	3	24.50	21.00	13.75	11.00	11.00
Nr.2	3	56.00	56.00	35.75	27.50	27.50
Nr.3	3	15.00	12.50	16.50	11.00	23.75
Nr.4	3	41.25	37.50	31.50	16.50	3.00
Nr.5	2	42.75	42.75	29.25	29.25	24.00
Nr.6	2	18.90	24.80	20.00	17.50	12.00

Nr.7	2	15.00	15.00	12.50	12.50	11.00
Nr.8	2	12.50	13.75	17.16	11.75	10.35
Nr.9	1	8.00	8.00	6.00	4.50	3.75
Nr.10	1	13.16	10.50	3.00	2.80	užgijo
Nr.11	1	17.50	24.80	20.00	17.50	12.00
Nr.12	1	35.00	40.00	45.00	45.00	45.00
Nr.13	1	35.00	35.00	20.00	16.00	4.00
Nr.14	1	14.00	10.00	6.00	2.50	1.00
Nr.15	1	14.00	7.50	4.50	3.75	užgijo
Nr.16	1	41.25	37.50	31.50	16.50	3.00

Pusėje žaizdų nustatyta daugiau kaip viena patogeninė bakterija. Statistiškai patikimo skirtumo tarp bakterijų skaičiaus ir gijimo greičio nenustatyta. Viena iš pagrindinių priežasčių nepakankamas tiriamųjų žaizdų skaičius. Sumažėjęs lėtinių žaizdų skaičius palaikomojo gydymo ir slaugos ligoninėse yra tinkamos lėtinių žaizdų prevencijos rezultatas: taikomi antipraguliniai čiužiniai, kūno apžiūra ir savalaikė padėties kaita siekiant išvengti kompresijos ir tuo pačiu lėtinių žaizdų formavimosi. Tinkama atsiradusių žaizdų priežiūra, atsakingas priemonių parinkimas: hidrogelio, antikompresiniai, bioskaidūs tvarsčiai.

Kita vertus žaizdų gijimas labai varijuoja, jei vienos žaizdos tolygiai mažėja ir traukiasi (11 vnt. žaizdų), kitų žaizdų plotas po 10 dienų dar padidėja nei pradžioje (4 vnt. žaizdų: Nr.6,8,11,12) ir tuomet po 20 dienų žaizdų plotas mažėja ir traukiasi (2 žaizdos: Nr.6 ir Nr.11), tuo tarpu viena žaizda dar padidėja ir tokio pat dydžio išsilaiko visa tyrimo laiką (Nr.12), o Nr.8 žaizdos plotas po 20 dienų dar padidėja, bet 30 dieną jau ima mažėti ir mažėja visą likusį laikotarpį.

Žaizdos, kuriose nustatyta viena patogeninė bakterija iš pakankamai didelio žaizdos ploto efektyviau traukiasi nei mažesnio ploto žaizdos, bet infekuotos trejomis patogeninėmis bakterijomis.



1 pav. Bakterijų žaizdoje kiekio ir lėtinių žaizdų gijimo ploto palyginimas per 50 dienų.

Lėtinių žaizdų atsiradimo vietos buvo pasiskirsčiusios dažniausiai kryžkaulio, kulno, blauzdos srityse, rečiau čiurnos srityje. Dažniausiai nustatytos šios patogeninės bakterijos: *Proteus Mirabilis* (7 žaizdose), *Staphilococcus aureus* (6 žaizdose), *Providencia stuartii* (3 Žaizdose)

2 lentelė. Lėtinių žaizdų mikroorganizmų antibiotikų jautrumo ir rezistentiškumo analizė

Patogeninių bakterijų rūšis	Atsparumas antibiotikams	Jautrios antibiotikams
<i>Proteus mirabilis</i>	Ampicilinas (100 %), Amoksicilinas su klavulano rūgštimi (33 %) Ciprofloksacinas (44 %)	Meropenemas (100 %), Piperacilinas su tazobaktamu (89 %)
<i>Proteus vulgaris</i>	Ampicilinas (100 %), Cefuroksimas (100 %)	Gentamicinas (100 %)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Penicilinas (100 %), Oksacilinas (50 %)	Eritromicinas (100 %), Klindamicinas (100 %)
<i>Providencia stuartii</i>	Ampicilinas (100 %), Amoksicilinas su klavulano rūgštimi (100 %)	Ampicilinas (100 %), Amoksicilinas su klavulano rūgštimi (100 %)
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Meropenemas (100 %), Amikacinas (100 %)	Kolistinas (100 %)
<i>Klebsiella aerogenes</i>	Ampicilinas, Amoksicilinas su klavulano rūgštimi	Amikacinas, Meropenemas
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ampicilinas, Amoksicilinas su klavulano rūgštimi	Amikacinas, Meropenemas
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ceftazidimas	Ceftazidimas, Ciprofloksacinas, Amikacinas, Meropenemas

Išvados:

1. Mikrobiologiniu požiūriu lėtinės žaizdos pasižymi sudėtinga polimikrobine flora. Lėtinių žaizdų gijimo dinamikai labai svarbus yra biofilmo suardymas.
1. Atlikus mikrobiologinį žaizdų vertinimą visose rasta patogeninių bakterijų, nepriklausomai nuo žaizdos vaizdo. Dažniausiai nustatytos *Proteus Mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Providencia stuartii* patogeninės bakterijos
2. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp žaizdų gijimo greičio ir mikroorganizmų kiekio žaizdoje nenustatyta.

LITERATŪRA

- [1] Falanga, V. The chronic wound: impaired healing and solutions in the context of wound bed preparation. *Blood Cells, Molecules, and Diseases*, 2004, 32(1), 88–94.
- [2] Guo, S., DiPietro, L. A. Factors affecting wound healing. *Journal of Dental Research*, 2010, 89(3), 219–229.
- [3] Eming, S. A., Martin, P., Tomic-Canic, M. Wound repair and regeneration: mechanisms, signaling, and translation. *Science Translational Medicine*, 2014, 6(265), 265sr6 (1–15).
- [4] Bowler, P. G., Duerden, B. I., Armstrong, D. G. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clinical Microbiology Reviews*, 2001, 14(2), 244–269.
- [5] Percival, S. L., Hill, K. E., Williams, D. W. Biofilms and chronic wound infection. *Journal of Medical Microbiology*, 2012, 61(1), 1–8.
- [6] Wolcott, R. D., Rhoads, D. D. A study of biofilm-based wound management in diabetic foot ulcers. *Journal of Wound Care*, 2008, 17(4), 145–155.

LIETUVOS GYVENTOJŲ SVEIKATOS PRIEŽIŪROS PRIEMONĖMIS IŠVENGIAMO MIRTINGUMO TERITORINIAI NETOLYGUMAI IR JŲ POKYČIAI 1990–2023 METAIS

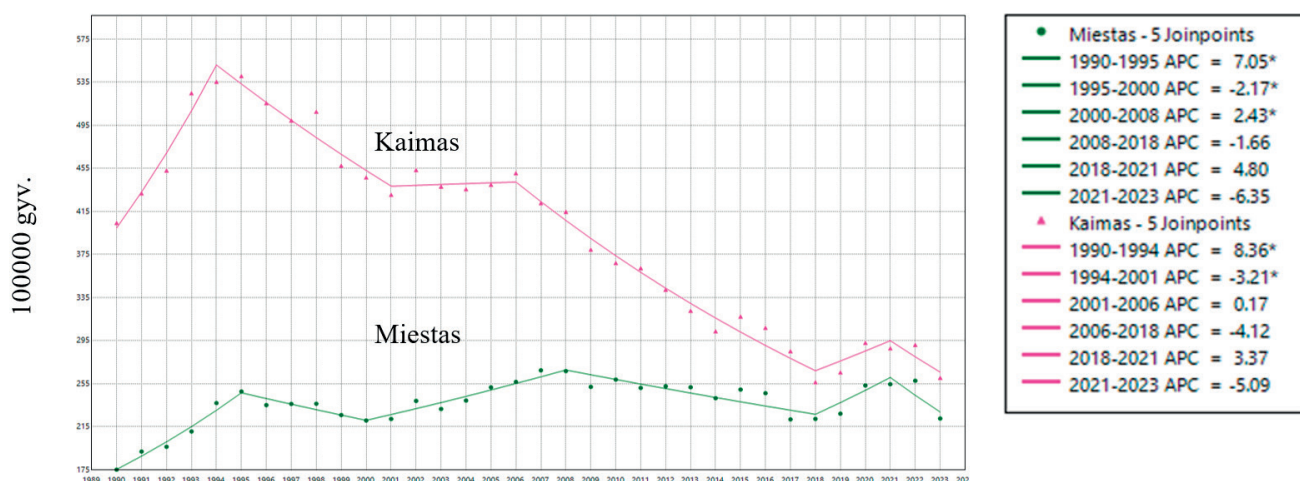
Darbo tikslas. Nustatyti Lietuvos gyventojų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamo mirtinumo teritorinius netolygumus bei jų pokyčiai 1990–2023 metais.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti Lietuvos vyrų ir moterų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamą mirtinumą bei jo kritinius pokyčių periodus mieste ir kaime 1990–2023 metais;
2. Nustatyti Lietuvos vyrų ir moterų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamo mirtinumo tarp kaimo ir miesto netolygumus bei jo kritinius pokyčių periodus 1990–2023 metais.

Metodika. Duomenys apie mirtinumą buvo gauti iš Higienos instituto. Sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamo mirtinumo rodikliai vyrams ir moterims, gyvenantiems mieste ir kaime, buvo apskaičiuoti 100 000 gyventojų ir standartizuoti pagal amžių. Mirtinumui skaičiuoti buvo pasirinktas Nolte ir McKee sudarytas sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamų mirties priežasčių sąrašas. Teritoriniai netolygumai buvo vertinami naudojant mirtinumo rodiklių skirtumus tarp miesto ir kaimo. Mirtinumo pokyčiai bei kritiniai pokyčių periodai įvertinti jungiamųjų taškų regresinės analizės metodu. Vidutinis metinis procentinis pokytis (VMPP) laikytas statistškai reikšmingu, kai paklaidos tikimybė $p < 0,05$.

Rezultatai. 1990–2023 m. laikotarpiu Lietuvoje moterų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtinumas buvo didesnis kaime nei mieste (1 pav.). Mieste 1990–1995 m. nustatytas statistškai reikšmingas mirtinumo didėjimas (vidutiniškai po 7,05 proc. per metus). Vėliau, 1995–2000 m., fiksuotas statistškai reikšmingas mažėjimas (–2,17 proc. per metus), o 2000–2008 m. laikotarpiu mirtinumas vėl statistškai reikšmingai didėjo (2,43 proc. per metus). Kaime 1990–1994 m. nustatytas dar ryškesnis statistškai reikšmingas mirtinumo didėjimas (8,36 proc. per metus), o 1994–2001 m. laikotarpiu – statistškai reikšmingas mažėjimas (–3,21 proc. per metus). Kituose laikotarpiuose statistškai reikšmingų pokyčių nenustatyta.

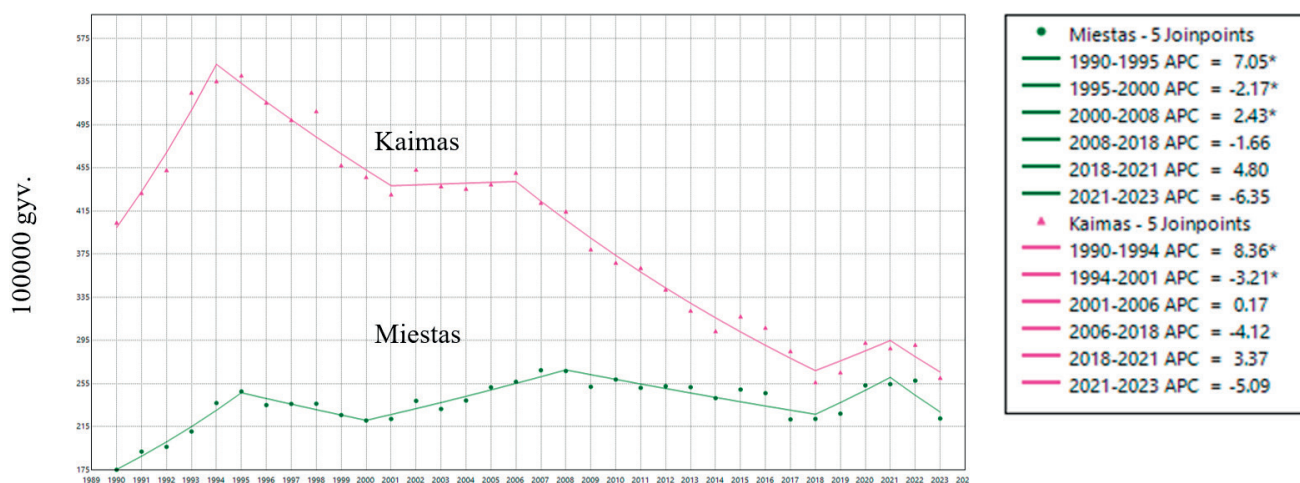


*APC – vidutinis metinis procentinis pokytis (VMPP), proc.

Visu laikotarpiu: miestas: VMPP=0,49 proc., $p=0,001$; kaimas: VMPP=-2,07 proc., $p<0,0001$

1 pav. Moterų standartizuotas pagal amžių sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtingumas (100 000 gyv.) ir kritiniai laikotarpiai Lietuvoje 1990–2023 m.

1990–2023 m. vyrų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtingumas Lietuvoje buvo didesnis kaime nei mieste (2 pav.). Kaime 1990–1993 m. nustatytas vyrų mirtingumo didėjimas (vidutiniškai po 9,03 proc. per metus). Vėlesniu laikotarpiu 1993–2000 m. stebėtas statistiškai reikšmingas mažėjimas (–3,48 proc. per metus), po kurio 2000–2005 m. vėl nustatytas reikšmingas augimas (5,46 proc. per metus). 2005–2018 m. laikotarpiu fiksuotas ilgalaikis reikšmingas mažėjimas (–1,71 proc. per metus), 2018–2021 m. – itin ryškus mirtingumo padidėjimas (10,90 proc. per metus), o 2021–2023 m. – statistiškai reikšmingas sumažėjimas (–8,67 proc. per metus). Mieste 1990–1993 m. nustatytas statistiškai reikšmingas mirtingumo didėjimas (7,82 proc. per metus). Vėlesniu laikotarpiu papildomas reikšmingas augimas fiksuotas 2000–2006 m. (5,70 proc. per metus), o 2006–2018 m. – statistiškai reikšmingas mažėjimas (–0,89 proc. per metus). Kituose laikotarpiuose statistiškai reikšmingų pokyčių nenustatyta.

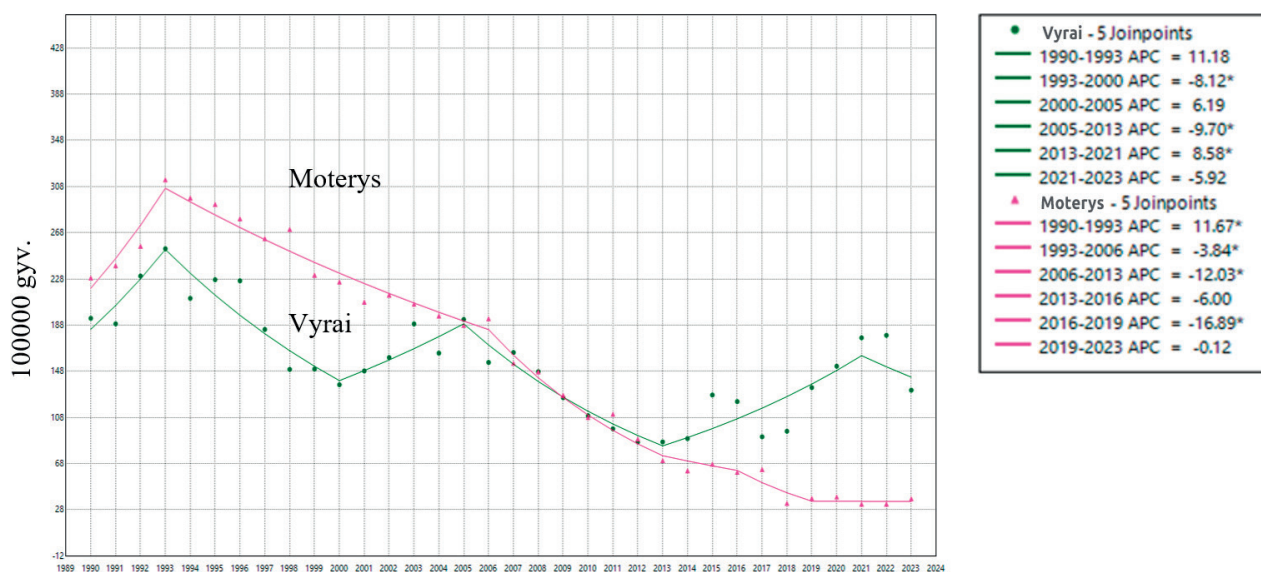


APC – vidutinis metinis procentinis pokytis (VMPP), proc.

Visu laikotarpiu: mieste: VMPP=1,31 proc., $p < 0,0001$; kaime: VMPP=0,228 proc., $p = 0,165$

2 pav. Vyrų standartizuotas pagal amžių sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtingumas (100 000 gyv.) ir jo kritiniai laikotarpiai Lietuvoje 1990–2023 m.

Visu 1990–2023 m. laikotarpiu kaimo gyventojų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtingumas buvo didesnis nei miesto gyventojų (3 pav.). Moterų mirtingumo netolygumai tarp kaimo ir miesto pasižymėjo reikšmingu didėjimu 1990–1993 m. (vidutiniškai po 11,67 proc. per metus), tačiau vėliau stebėtas nuoseklus ir ilgalaikis mažėjimas 1993–2006 m. (–3,84 proc. per metus), kuris dar labiau paspartėjo 2006–2013 m. (–12,03 proc. per metus). 2016–2019 m. laikotarpiu taip pat išliko reikšmingas mažėjimas (–16,89 proc. per metus). Vyrų mirtingumo netolygumų pokyčiai buvo mažiau tolygūs. Nors 1993–2000 m. (–3,12 proc. per metus) ir ypač 2005–2013 m. (–9,70 proc. per metus) nustatytas reikšmingas mažėjimas, 2013–2021 m. laikotarpiu stebėtas priešingas pokytis – reikšmingas didėjimas (8,58 proc. per metus). Kituose laikotarpiuose statistiškai reikšmingų pokyčių nenustatyta.



APC – vidutinis metinis procentinis pokytis (VMPP), proc.

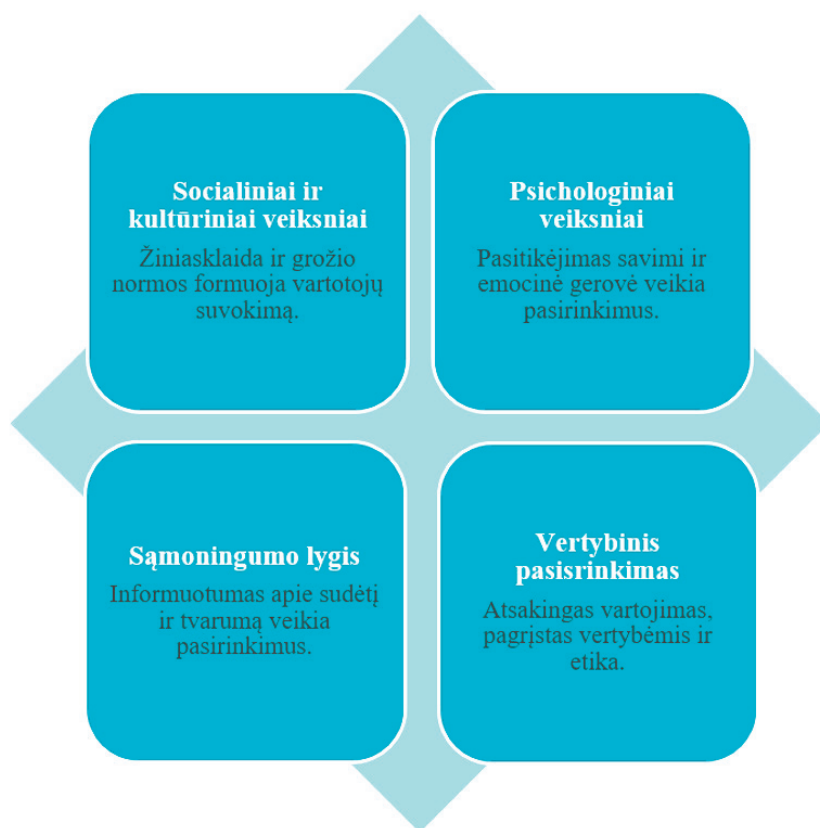
Visu laikotarpiu: moterys: VMPP=-7,02 proc., $p<0,0001$; vyrai: VMPP= -1,91 proc., $p<0,0001$

3 pav. Vyrų ir moterų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamo mirtingumo rodiklių skirtumai tarp kaimo ir miesto (100 000 gyv.) bei kritiniai laikotarpiai Lietuvoje 1990–2023 m.

Išvada. 1990–2023 m. Lietuvoje vyrų ir moterų sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamas mirtingumas išliko aukštas ir kito netolygiai. 1990–2023 m. statistiškai reikšmingas mirtingumo mažėjimas nustatytas tik tarp kaimo moterų. Tiek vyrų, tiek moterų mirtingumas buvo didesnis kaime nei mieste. Visu analizuojamu laikotarpiu vyrų ir moterų mirtingumo netolygumai statistiškai reikšmingai mažėjo, tačiau moterų grupėje šis mažėjimas buvo spartesnis. Šie rezultatai pabrėžia ne tik sveikatos priežiūros paslaugų kokybės tolesnio gerinimo svarbą, bet ir būtinybę stiprinti ligų prevenciją, ankstyvąją diagnostiką bei sveikatos stiprinimo priemones Lietuvos populiacijoje, ypač akcentuojant kaimo teritorijas. Tokios intervencijos galėtų prisidėti prie sveikatos priežiūros priemonėmis išvengiamo mirtingumo ir jo teritorinių netolygumų mažinimo.

POŽIŪRIS Į KOSMETIKOS VARTOJIMĄ LYTIES IR AMŽIAUS ASPEKTU

Ivadas. Kosmetikos vartojimas šiuolaikinėje visuomenėje sparčiai auga ir apima vis platesnes amžiaus bei lyties grupes. Kosmetika naudojama ne tik išvaizdai puoselėti, bet ir kaip saviraiškos, emocinės gerovės bei socialinės integracijos priemonė. Socialinių tinklų įtaka, kintantys grožio standartai bei sparčiai besivystanti grožio industrija daro reikšmingą poveikį vartotojų elgsenai [1]. Tuo pačiu didėja susirūpinimas dėl kosmetikos sudėties ir galimo poveikio sveikatai – moksliniai tyrimai atkreipia dėmesį į įvairias galimas sveikatos rizikas, o Europos Sąjungoje kosmetika išlieka viena dažniausiai pavojingomis pripažįstamų ne maisto prekių kategorijų [2, 3]. Be to, vis didesnę reikšmę įgauna tvarumo ir etiškumo aspektai [4]. Atsižvelgiant į šias tendencijas, kosmetikos vartojimą galima traktuoti kaip daugialypį reiškinį, kurį lemia psichologinių, sociokultūrinių, sveikatos ir vertybinių veiksnių sąveika (1 pav.).



1 pav. Kosmetikos vartojimo elgsenos modelis (parengta autorės)

Tyrimo problema. Kokie skirtingo amžiaus ir lyties Lietuvos gyventojų kosmetikos priemonių pasirinkimą lemiantys veiksniai bei jų informuotumas apie kosmetikos saugumą ir sveikatos rizikas?

Tyrimo tikslas. Atskleisti skirtingo amžiaus ir lyties Lietuvos gyventojų kosmetikos priemonių pasirinkimą lemiančius veiksnius bei jų informuotumą apie kosmetikos saugumą ir sveikatos riziką.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti kosmetikos priemonių vartojimo įpročius ir pasirinkimo ypatumus priklausomai nuo lyties ir amžiaus grupės.
2. Atskleisti kosmetikos priemonių naudojimo sociokultūrinių ir psichologinių veiksnių svarbos skirtumus pagal amžių ir lytį.
3. Įvertinti respondentų informuotumą apie kosmetikos sudėtį, saugumą ir galimas sveikatos rizikas bei jų sąsajas su vartojimo elgsena.
4. Atkleisti tvarumo ir vertybinių aspektų reikšmę kosmetikos priemonių pasirinkimui skirtingose sociodemografinėse grupėse.

Tyrimo metodai. Duomenys buvo renkami internetinės apklausos metodu. Surinkti duomenys analizuoti naudojant „Microsoft Excel 2016“ programą. Darbe taikyta grafinė ir aprašomoji duomenų analizė. Duomenys analizuoti pagal respondentų lytį ir amžių.

Analizuojant pagal lytį ir amžiaus grupes, procentinės reikšmės skaičiuotos kiekvienos grupės viduje, pateikiant absoliučius dažnius (n) ir procentus. Likerto skalės teiginių vertinimai analizuoti apskaičiuojant atsakymų vidurkius, lyginant juos tarp skirtingų sociodemografinių grupių.

Tyrimo dalyviai. Tyrime dalyvavo 528 respondentai (≥ 18 m.), tačiau analizei atrinkti 521 respondento duomenys, iš kurių 395 moterys (75,8 proc.) ir 126 vyrai (24,2 proc.). Į galutinę imtį įtraukti tik kosmetikos priemones naudojantys asmenys, nurodę savo lytį. Duomenų analizė atlikta remiantis šia imtimi.

Tyrimo rezultatai. Duomenų analizė parodo, kad kosmetikos priemonių vartojimo įpročiai ir pasirinkimo motyvai tarp skirtingų lyčių ir amžiaus grupių skiriasi. Nustatyta, kad moterys yra linkusios naudoti daugiau kosmetikos priemonių nei vyrai – 11–20 priemonių kasdien naudoja 7,3 proc. moterų ir tik 0,8 proc. vyrų, o dauguma respondentų apskritai naudoja 1–5 priemones per dieną (77,0 proc. vyrų ir 71,9 proc. moterų). Taip pat moterys skiria didesnes finansines išlaidas – 34,4 proc. jų kosmetikai išleidžia iki 50 Eur per mėnesį, o 9,9 proc. – iki 100 Eur, tuo tarpu 45,2 proc. vyrų nurodė skiriantys iki 20 Eur per mėnesį.

Analizuojant kosmetikos vartojimo motyvus nustatyta, kad vyrams svarbiausia kosmetikos naudojimo priežastis yra higiena (90,5 proc.), tuo tarpu moterys dažniau kosmetiką naudoja išvaizdos gerinimui (79,0 proc.) ir odos problemų sprendimui (73,7 proc.). Taip pat tarp skirtingų lyčių pastebima ir panašumų – tiek vyrai, tiek moterys dažniausiai kosmetikos priemones įsigyja specializuotose kosmetikos priemonių parduotuvėse (58,7 proc. vyrų ir 67,8 proc. moterų). Svarbiausi veiksniai renkantis kosmetikos priemones abiem lytims yra kaina (69,8 proc. vyrų ir 80,8 proc. moterų), sudėtis (67,5 proc. vyrų ir 76,7 proc. moterų) ir prekės ženklas (65,1 proc. vyrų ir 40,3 proc. moterų).

Analizuojant neigiamą kosmetikos priemonių poveikį nustatyta, kad didesnė dalis moterų nei vyrų yra susidūrusios su nepageidaujamomis reakcijomis, o dažniausiai nurodytas neigiamas poveikis tiek vyrų, tiek moterų grupėse yra odos alerginės reakcijos.

Nustatyta, kad psichologiniai ir emociniai kosmetikos vartojimo veiksniai yra svarbesni moterims nei vyrams. Šiai veiksnių grupei priskiriami tokie aspektai kaip savivertė, savivaizdis, emocinė savi-jauta, pasitikėjimo savimi stiprinimas bei kosmetikos naudojimas kaip saviraiškos priemonė. Taip pat socialiniai ir kultūriniai veiksniai – socialinių tinklų įtaka, grožio standartai, aplinkos nuomonė ir visuomenėje vyraujančios normos – daro didesnę įtaką moterų vartojimo elgsenai nei vyrų. Tuo tarpu sveikatos rizikos suvokimo ir informuotumo (pvz., dėmesys kosmetikos sudėčiai, saugumui, galimam poveikiui sveikatai) bei tvarumo ir vertybinių aspektų (pvz., aplinkosauga, etiškas vartojimas, socialinė atsakomybė) vertinimo srityse reikšmingų skirtumų tarp lyčių nenustatyta – abiejų lyčių respondentai panašiai vertina kosmetikos priemonių saugumą, sudėties svarbą, poveikį sveikatai bei aplinkai, kas leidžia teigti, kad šie aspektai yra aktualūs nepriklausomai nuo lyties.

Analizuojant duomenis pagal amžių nustatyta, kad skirtingi veiksniai nevienodai priklauso nuo respondentų amžiaus. Jaunesni respondentai (18–30 metų) yra linkę naudoti daugiau kosmetikos priemonių ir taip pat skirti didesnes finansines išlaidas nei vyresnio amžiaus respondentai. Jaunesnio am-

žiaus respondentams (18–30 metų) svarbiausia kosmetikos vartojimo priežastis yra išvaizdos gerinimas, o vyresnio amžiaus grupėms – higiena. Nepriklausomai nuo amžiaus visos respondentų amžiaus grupės nurodė, kad dažniausiai kosmetikos priemonės įsigyja specializuotose kosmetikos priemonių parduotuvėse. Svarbiausi veiksniai renkantis kosmetikos priemones visiems respondentams yra kaina, sudėtis ir prekės ženklas.

Nustatyta, kad socialiniai, kultūriniai bei psichologiniai ir emociniai veiksniai yra reikšmingesni jaunesnio amžiaus respondentams (18–30 metų) nei vyresnio amžiaus respondentams. Tai rodo, didesnę socialinės aplinkos, grožio standartų ir emocinių aspektų įtaką jaunesnių respondentų kosmetikos vartojimo įpročiams.

Vertinant sveikatos rizikos suvokimą, informuotumą bei tvarumo ir vertybinius aspektus, ryškių skirtumų tarp skirtingų amžiaus grupių nepastebima. Visų amžiaus grupių respondentai panašiai vertina kosmetikos priemonių saugumą, sudėties svarbą, poveikį sveikatai bei aplinkai, kas leidžia teigti, kad šie aspektai yra aktualūs nepriklausomai nuo amžiaus.

Apibendrinant, gauti rezultatai rodo, kad šiuolaikiniai kosmetikos vartojimas yra daugialypis reiškinys, apimantis ne tik praktinius ar estetinius, bet ir socialinius, psichologinius bei vertybinius aspektus. Tai leidžia teigti, kad kosmetikos priemonių pasirinkimą lemia kompleksinė veiksnių visuma, kurios svarba skirtingoms vartotojų grupėms gali skirtis.

Išvados

1. Kosmetikos priemonių vartojimo įpročiai ir pasirinkimo ypatumai skiriasi priklausomai nuo lyties ir amžiaus. Pagrindiniai kosmetikos pasirinkimą ir vartojimą lemiantys veiksniai skirtingose sociodemografinėse grupėse yra produkto kaina ir sudėtis. Moterys naudoja daugiau kosmetikos priemonių ir skiria didesnes finansines išlaidas nei vyrai, o jaunesni respondentai pasižymi intensyvesniu vartojimu nei vyresni. Vyrams svarbiausia vartojimo priežastis yra higiena, tuo tarpu moterims – išvaizdos gerinimas ir odos problemų sprendimas.
2. Kosmetikos vartojimą reikšmingai lemia sociokultūriniai ir psichologiniai veiksniai, ypač moterų grupėje. Socialinių tinklų įtaka, grožio standartai ir aplinkos nuomonė bei psichologiniai aspektai, tokie kaip savivertė ir emocinė savijauta, daro didesnę įtaką moterų ir jaunesnio amžiaus respondentų vartojimo elgsenai.
3. Respondentų informuotumas apie kosmetikos sudėtį, saugumą ir galimas sveikatos rizikas yra vidutinis ir ne visada atspindi praktinėje elgsenoje. Nors tiek vyrai, tiek moterys pripažįsta šių aspektų svarbą, dalis respondentų nepakankamai analizuoja produktų sudėtį, kas rodo atotrūkį tarp suvokimo ir realių vartojimo sprendimų.
4. Tvarumo ir vertybiniai aspektai yra svarbūs visoms sociodemografinėms grupėms, tačiau jų įtaka pasirinkimams yra gana ribota. Reikšmingų skirtumų pagal lytį ir amžių nenustatyta, kas leidžia teigti, kad šie aspektai yra universaliai aktualūs, tačiau ne visada lemia galutinį vartotojo pasirinkimą.

LITERATŪRA

- [1] Alnuqaydan, A. M. The dark side of beauty: an in-depth analysis of the health hazards and toxicological impact of synthetic cosmetics and personal care products, *Frontiers in Public Health*, 2024, 12:1439027.
- [2] European Chemicals Agency (ECHA). *Safety Gate Report*, 2023.
- [3] Wirtu, Y. D. A review of environmental and health effects of synthetic cosmetics. *Frontiers in Environmental Science*, 2024, 12:1402893.
- [4] ILG. *Global consumer sustainability report*, 2023.

MOTINŲ MITYBOS NEPAKANKAMUMO IR PIRMOSIOS BEI ANTROSIOS PALIKUONIŲ KARTOS INKSTŲ HISTOPATOLOGINIŲ POKYČIŲ SĄSAJOS

Įvadas

Vaisiaus augimo ir vystymosi programavimas (angl. *Developmental Programming of Fetal Growth and Developments*) yra samprata, pagrįsta tuo, kad įvairūs aplinkos veiksniai dar prenataliniu laikotarpiu gali nulemti įvairius vaisiaus raidos ypatumus: sąlygoti anomalijas, kognityvinę disfunkciją, elgesio sutrikimus bei padidinti riziką sirgti įvairiomis lėtinėmis ligomis bet kuriuo gyvenimo laikotarpiu. Vienas tokių veiksnių gali būti motinos badas ir to pasekmė – nepakankamas vaisiaus aprūpinimas maisto medžiagomis [1,2]. Mitybos nepakankamumas išlieka svarbia problema šiuolaikinėje visuomenėje. To priežastys gali būti įvairios: išlikęs liekno kūno sudėjimo grožio standartas, gyvenimas ekonomiškai neišsivysčiusiose šalyse ar karo zonose bei religiniai papročiai. Visi šie išvardinti reiškiniai turi įtakos palikuonių vystymuisi [3,4]. Yra žinoma, kad prenataliniu laikotarpiu vaisiui trūkstant maisto medžiagų, įsijungia adaptacinis mechanizmas, kuriam veikiant esami resursai yra perskirstomi gyvybiškai svarbiems organams. Tuo tarpu, kiti organai patiria maisto medžiagų deficitą. Tai padeda išgyventi maisto trūkumo sąlygomis, tačiau gali atsiliepti individo ilgalaikiai sveikatai. Remiantis mokslinių tyrimų duomenimis, maisto stoka gali sutrikdyti ir inkstų vystymąsi [4,5]. Dažniausia perinatalinių pažeidimų pasekmė inkstams yra nefronų skaičiaus sumažėjimas bei struktūros pokyčiai, kurie gali sąlygoti negrįžtamus inkstų kraujotakos sutrikimus, o šie gali būti susiję su padidėjusia hipertenzijos rizika suaugus [6].

Dauguma atliktų mokslinių tyrimų nagrinėja per nėštumą mitybos deficitą patyrusių motinų pirmosios kartos palikuonių pokyčius, bet trūksta duomenų, kaip kinta tokių palikuonių sveikata ir gerovė, kai jų motinos badauja ne tik nėštumo metu, bet ir iki jo, kokią tai galėtų turėti įtaką ne tik pirmosios, bet ir vėlesnių kartų palikuonims.

Tyrimo tikslas

Įvertinti eksperimentinių žiurkių, kurios patyrė mitybos nepakankamumą, pirmosios bei antrosios palikuonių kartos, inkstų histopatologinius pokyčius.

Tyrimo metodika

VU Medicinos fakulteto Anatomijos, histologijos ir antropologijos katedroje buvo vykdytas eksperimentinis tyrimas, kurio metu žiurkės buvo suskirstytos į tris grupes: kontrolinę grupę (KG), maitintą normaliai; pirmą eksperimentinę grupę (1EG), vieną mėnesį iki vaikingumo maitintą 50% sumažinta pašaro norma; bei antrą eksperimentinę grupę (2EG), vieną mėnesį iki vaikingumo ir per visą vaikingumo laikotarpį maitintą 50% sumažinta pašaro norma. Eksperimento metu buvo vykdomas pirmosios ir antrosios kartos palikuonių (kurie buvo maitinami normaliai) biometrinis augimo vertinimas, 20-tą gyvenimo mėnesį (t.y. vyresniame žiurkės amžiuje) paimti vidaus organai ar audiniai (inkstai, skydliaukė, kasa, kepenys, visceralinis riebalinis audinys ir kt.) histomorfologinei analizei.

Šio tyrimo metu buvo tiriami pirmosios (F1) ir antrosios (F2) palikuonių kartos KG, 1EG ir 2EG grupių inkstų mėginiai, iš kurių buvo pagaminti histologiniai mikropreparatai (4 µm storio parafininiai pjūviai, nudažyti hematoksilinu ir eozinu). Naudojant CellSens programinę įrangą (Olympus, Vokietija), mikroskopuoti šie histologiniai mikropreparatai, analizuoti histopatologiniai pokyčiai: kiekviename

pjūvyje atsitiktinai pasirinktuose dešimtyje laukų buvo matuotas ir vertintas inkstų kūnelių dydis (IKD) ir forma, jų skaičius, Baumano kapsulių dydis (BKD), taip pat inkstų stromos fibrozės, uždegimo ar suriebėjimo požymiai. Gauti rezultatai palyginti su kontrole, tarp abiejų palikuonių kartų bei tarp eksperimentinių grupių ir lyčių naudojant *R statistical software package* programą.

Rezultatai

F1 eksperimentinėse grupėse nustatyta IKD mažėjimo tendencija, lyginant su kontrole (KG: $148,16 \pm 16,73 \mu\text{m}$; 1EG: $130,58 \pm 7,66 \mu\text{m}$; 2EG: $132,94 \pm 7,96 \mu\text{m}$; $p=0,069$). Patinėlių vidutiniai IKD ir BKD buvo didesni nei patelių (IKD: $138,05 \pm 12,6 \mu\text{m}$ vs. $130,15 \pm 5,73 \mu\text{m}$; $p=0,099$; BKD: $9,24 \pm 4,54 \mu\text{m}$ vs. $8,32 \pm 2,50 \mu\text{m}$, $p=0,624$), tačiau skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi. BKD ir inkstų kūnelių skaičius nesiskyrė statistiškai reikšmingai tarp grupių (BKD: KG $12,09 \pm 6,45 \mu\text{m}$; 1EG $8,83 \pm 3,24 \mu\text{m}$; 2EG $7,63 \pm 2,83 \mu\text{m}$; $p=0,324$; kūnelių skaičius: KG $9,90 \pm 1,27$ vnt.; 1EG $8,73 \pm 0,58$ vnt.; 2EG $9,20 \pm 1,18$ vnt.; $p=0,339$). Patelių inkstų kūnelių skaičius buvo vidutiniškai didesnis nei patinėlių, tačiau skirtumas statistiškai nereikšmingas ($9,54 \pm 0,96$ vs. $8,66 \pm 0,88$, $p=0,113$). Abiejose eksperimentinėse grupėse patinėlių ir patelių rodikliai statistiškai reikšmingai nesiskyrė (IKD $p=0,317$; BKD $p=0,238$; kūnelių skaičius $p=0,740$). Vertinant inkstų stromos pokyčius, nei vieno F1 palikuonio inkstuose nebuvo matomi fibrozės ar suriebėjimo požymiai, tačiau 1EG patinų ir patelių bei 2EG patinų inkstų preparatuose stebėti minimalūs uždegiminės infiltracijos židiniai.

Vertinant F2 kartos IKD ir BKD vidurkius statistiškai reikšmingo skirtumo tarp grupių nenustatyta (IKD: KG: $123,05 \pm 6,90 \mu\text{m}$; 1EG: $119,81 \pm 12,24 \mu\text{m}$; 2EG: $121,25 \pm 9,11 \mu\text{m}$; $p=0,918$; BKD: KG $14,47 \pm 4,32 \mu\text{m}$; 1EG $10,12 \pm 6,08 \mu\text{m}$; 2EG $7,67 \pm 1,52 \mu\text{m}$; $p=0,108$). Patinėlių vidutiniai IKD ir BKD buvo statistiškai reikšmingai didesni nei patelių (IKD: $127,98 \pm 6,44 \mu\text{m}$ vs. $114,66 \pm 7,68 \mu\text{m}$; $p=0,016$; BKD: $12,04 \pm 5,61 \mu\text{m}$ vs. $7,38 \pm 2 \mu\text{m}$; $p=0,039$). Kontrolinė grupė turėjo vidutiniškai didesnį inkstų kūnelių skaičių lyginant su eksperimentinėmis grupėmis (KG: $11,4 \pm 0,85$ vnt. vs. 1EG: $9,58 \pm 0,87$ vnt., $p=0,009$; vs. 2EG $9,35 \pm 0,84$ vnt.; $p=0,005$). Patelės turėjo vidutiniškai didesnį inkstų kūnelių skaičių nei patinėliai ($10,37 \pm 0,85$ vnt. vs. $9,11 \pm 1,15$ vnt.; $p=0,003$). Abiejose eksperimentinėse grupėse patinėlių ir patelių rodikliai statistiškai reikšmingai nesiskyrė (IKD $p=0,690$; BKD $p=0,271$; kūnelių skaičius $p=0,949$). Vertinant inkstų stromos pokyčius nei viename F2 kartos inkste nestebėti fibrozės, uždegiminės infiltracijos ar suriebėjimo požymiai.

Lyginant F1 ir F2 rezultatus buvo nustatyta, kad su motinų mityba susijusi palikuonių IKD mažėjimo tendencija, stebėta F1 ($p=0,069$), išnyko F2 ($p=0,918$). Abiejose kartose eksperimentinių grupių BKD buvo mažesnis nei kontrolinių. F1 kartoje patinėliai turėjo didesnį IKD ir BKD nei patelės, tačiau skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi. F2 kartoje lyties skirtumai tapo statistiškai reikšmingi visuose trijuose rodikliuose – patinėliai turėjo reikšmingai didesnį IKD ir BKD, o patelės – vidutiniškai didesnį inkstų kūnelių skaičių.

F1 kartos inkstų kūnelių skaičius tarp grupių skyrėsi statistiškai nereikšmingai ($p=0,339$), F2 kartoje tai tapo reikšmingu skirtumu – kontrolinė grupė turėjo reikšmingai vidutiniškai didesnį inkstų kūnelių skaičių nei abi eksperimentinės (1EG: $p=0,009$; 2EG: $p=0,005$).

Motinų mitybos apribojimo tipo ir palikuonių lyties sąveika nebuvo statistiškai reikšminga nė vienam rodikliui abiejose kartose.

Išvados

Palikuonių inkstų histopatologiniai pokyčiai gali būti siejami su motinų mitybos apribojimu prieš vaikingumą bei prieš ir per vaikingumą. Visose eksperimentinėse grupėse stebėtas mažesnis inkstų kūnelių skaičius, kūnelių ir Baumano kapsulių dydis. Antrosios palikuonių kartos inkstų kūnelių dydžių pakitimai buvo mažiau išreikšti nei pirmosios kartos. Antrojoje kartoje gautas statistiškai reikšmingai mažesnis inkstų kūnelių skaičius, lyginant su kontroline grupe, ir išryškėjo skirtumai tarp patinėlių ir patelių. Pirmojoje palikuonių kartoje buvo stebimi minimalūs uždegiminės infiltracijos židiniai, abiejų palikuonių kartų inkstuose fibrozės ar suriebėjimo požymių nepastebėta.

Raktažodžiai

Inkstai, motinos mitybos nepakankamumas, žiurkės, nefrogenezė, vaisiaus augimo ir vystimosi programavimo teorija

Padėka

Dėkojame Lietuvos mokslo tarybai už projekto finansavimą ir galimybę pristatyti tyrimo duomenis konferencijoje.

LITERATŪRA

- [1] Stephenson J, Heslehurt N, et al. Before the beginning: nutrition and lifestyle in the preconception period and its importance for future health. *Lancet*. 2018 May 5;391(10132): 1830-1841.
- [2] Victora CG, Christian P, et al. Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda. *Lancet*. 2021 Apr 10;397(10282): 1388-1399.
- [3] Monterrosa EC, Frongillo EA, et al. Sociocultural Influences on Food Choices and Implications for Sustainable Healthy Diets. *Food and Nutrition Bulletin*. 2020 Dec;41(2_suppl): 59S-73S.
- [4] Mohany M, Ashton N, et al. A new model for fetal programming: maternal Ramadan-type fasting programs nephrogenesis. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*. 2018 Jun;9(3):287-298.
- [5] Wood-Bradley RJ, Barrand S, et al. Understanding the role of maternal diet on kidney development; an opportunity to improve cardiovascular and renal health for future generations. *Nutrients*. 2015 Mar 12;7(3): 1881-1905.
- [6] Richter VF, Briffa JF, et al. The role of maternal nutrition, metabolic function and the placenta in developmental programming of renal dysfunction. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2016 Jan;43(1):135-141.

OSIFIKUOJANČIO MIOZITO KALCIFIKATŲ IDENTIFIKACIJA PANORAMINĖSE RENTGENOGRAMOSE NAUDOJANTIS DIRBTINIO INTELEKTO SISTEMA

Panoraminė rentgenografija – vienas pagrindinių neinvazinių diagnostikos metodų odontologijoje, plačiai taikomas kasdienėje klinikinėje praktikoje. Šis tyrimas leidžia vienu metu įvertinti dantų, žandikaulių, smilkininio apatinio žandikaulio sąnarių bei aplinkinių anatominių struktūrų būklę, taip pat nustatyti įvairias minkštųjų audinių patologijas ir kalcifikatus. [1] Žvelgiant iš tvarumo perspektyvos, panoraminė rentgenograma yra racionali diagnostinė priemonė, nereikalaujanti papildomų kontrastuojančių medžiagų ar invazinių procedūrų, todėl leidžia efektyviai panaudoti jau turimus klinikinius duomenis. Pastaraisiais metais dirbtinio intelekto technologijos vis plačiau integruojamos į radiologinių vaizdų analizę, siekiant automatizuoti patologinių radinių atpažinimą, padidinti diagnostinį tikslumą ir palengvinti klinicisto darbą. [2]

Myositis ossificans – tai heterotopinis kaulinio audinio formavimasis minkštuosiuose audiniuose, dažniausiai raumenyse. [9] Literatūroje išskiriamos trys pagrindiniai šios patologijos tipai – progresuojantis (lot. *fibrodysplasia ossificans progressiva*), reta genetinė liga, trauminis (lot. *myositis ossificans traumatica*), kuris pasireiškia dažniau ir yra susijęs su vietiniu mechaniniu poveikiu bei idiopatinis, kurio atsiradimas nesusijęs su trauma. [8] Trauminės formos atveju po tiesioginės ar pakartotinės raumens traumos susidariusi hematoma gijimo procese organizuojasi ir palaipsniui perauga į kaulinį audinį, todėl susiformuoja osifikuotas židinytis. [4] Galvos ir kaklo srityje dažniausiai pažeidžiami galvos sukamasis raumuo (lot. m. *sternocleidomastoideus*) ir kramtymo raumens – ypač kramtomasis raumuo (lot. m. *masseter*), kuris dėl savo anatominės padėties yra labiau veikiamas tiesioginės išorinės traumos, taip pat vidinis sparninis raumuo (lot. m. *pterygoideus medialis*), išorinis sparninis raumuo (lot. m. *pterygoideus lateralis*) ir smilkininis raumuo (lot. m. *temporalis*). [3] Predisponuojantys veiksniai gali būti bukos veido traumos (smūgiai, kritimai, mėlynės), svetimkūnių sukelti pažeidimai, taip pat odontologinės intervencijos – vietinė nejautra, ilgalaikis išsižiojimas procedūrų metu, endodontinės ar chirurginės manipuliacijos. [3-5] Pakartotinis mechaninis dirginimas ar net nedidelė trauma gali inicijuoti uždegiminę reakciją ir heterotopinę osteogenezę, ypač kramtymo raumenyse. [3] Nors ši patologija dažnai būna besimptomė ir nustatoma atsitiktinai atliekant radiologinius tyrimus, yra aprašytų atvejų, kai ji pasireiškia skausmu, raumens sukietėjimu bei žandikaulio judesių apribojimu. Dažniausias simptomas – kramtymo raumenų kontraktūra (trizmas), dėl kurios sumažėja apatinio žandikaulio judesių amplitudė ir gali sutrikti kramtymo bei kalbėjimo funkcija. [6]

Radiologiškai myositis ossificans pasireiškia kalcifikuotais ar osifikuotais židiniiais, dažnai orientuotais pagal raumenų skaidulų kryptį. Dėl patologijos retumo ir nespecifinės klinikinės išraiškos šie radiniai gali būti klaidingai interpretuojami kaip kitos kilmės minkštųjų audinių kalcifikatai ar navikiniai procesai. Todėl tikslus panoraminių rentgenogramų vertinimas ir diferencinė diagnostika yra svarbūs siekiant išvengti nereikalingų invazinių diagnostinių ar chirurginių procedūrų.

Su dirbtinio intelekto (DI) pagrindu veikiančiomis technologijomis atliekamas automatinis osifikuojančio miozito nustatymas panoraminėse rentgenogramose gali būti reikšminga gydytojo darbą palengvinanti diagnostikos priemonė. Savalaikė diagnostika ir sisteminga stebėseną sudaro prielaidas ankstesniam bei efektyvesniam gydymui, kas ypač svarbu vyresnio amžiaus pacientų populiacijoje, sprendžiant augančios visuomenės senėjimo iššūkius. Be to, DI pagrįsta analizė prisideda prie personalizuotos medicinos principų įgyvendinimo, leidžiant pritaikyti diagnostiką ir gydymo sprendimus

individualiai kiekvienam pacientui. DI algoritmas, paremtas giliojo mašininio mokymosi metodais naudojant iš anksto įvertintas rentgenogramas, gali atpažinti specifinius minkštųjų audinių kalcifikatų vaizdinius dėsningumus. [1] Toks daugiasluksnis informacijos apdorojimas leidžia ne tik aptikti pakitimus vaizde, bet ir juos atskirti nuo normalių anatominių struktūrų, todėl ši technologija ypač tinkama dvimačių ir trimačių odontologinių radiogramų analizei bei subtilių patologinių židinių identifikavimui. [7]

Šio tyrimo tikslas – pasitelkus dirbtinio intelekto technologijas sukurti ir įvertinti algoritmą, gebantį automatiškai identifikuoti osifikuojančio miozito kalcifikatus panoraminėse rentgenogramose. Tai galėtų prisidėti prie ankstyvos patologijų diagnostikos, savalaikio gydymo sprendimų priėmimo bei paciento būklės stebėsenos modelio tobulinimo.

Tyrimo uždaviniai: nuasmenintose panoraminėse rentgenogramose identifikuoti osifikuojančio miozito kalcifikatus, pažymėti jų simetriškumą; palyginti osifikuojančio miozito kalcifikatų pasiskirstymą pagal lytį ir amžių; naudojant giliojo mašininio mokymo standartines praktikas, apmokyti dirbtinio intelekto modelį identifikuoti osifikuojantį miozitą panoraminėje rentgenogramoje.

Tyrimė analizuota 6000 vyresnių nei 45 metų asmenų nuasmenintų panoraminių rentgenogramų, išlaikant vienodą vyrų ir moterų pasiskirstymą (1:1). Osifikuojančio miozito kalcifikatai identifikuoti naudojant „Romexis Planmeca Viewer“ programinę įrangą, o jų anotavimas atliktas „MakeSense AI“ platformoje. Aptikti kalcifikatai klasifikuoti pagal lokalizaciją – kaip vienpusiai (kairėje arba dešinėje pusėje) ir abipusiai. Dirbtinio intelekto modelis, skirtas automatiniam kalcifikatų atpažinimui panoraminėse rentgenogramose, sukurtas naudojant „Python 3.8“ programavimo kalbą. Modelio veiksmingumas vertintas taikant F1 balo, IoU (angl. Intersection over Union), Sørensen–Dice metrikas, naudojant testinį duomenų rinkinį, kuris nebuvo įtrauktas į modelio apmokymo etapą. Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant „IBM SPSS v.26“ programinį paketą. Taikyta aprašomoji statistika, Pearson koreliacija, χ^2 (Chi-kvadrato) testas bei Mann-Whitney U testas. Statistiškai reikšmingu laikytas rezultatas, kai $p < 0,05$.

Iš 6000 analizuotų panoraminių rentgenogramų osifikuojančio miozito kalcifikatai nustatyti 45 pacientams (0,8 %). Iš 45 tiriamųjų su identifikuotais kalcifikatais, 18 priklausė vyrų grupei ir 27 priklausė moterų grupei. Vyrų grupėje vienpusiai kalcifikatai nustatyti 16 pacientų (88,9 %), abipusiai – 2 (11,1 %). Moterų grupėje vienpusiai kalcifikatai nustatyti 25 tiriemosioms (92,6 %), abipusiai – 2 (7,4 %). Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp lyčių dėl vienpusių ar abipusių kalcifikatų nenustatyta ($p = 0,178$). Tyrimo metu iš viso identifikuoti 67 kalcifikatai. Pagal lokalizaciją vienpusiai osifikuojančio miozito kalcifikatai dešinėje pusėje nustatyti 30 tiriamųjų, kairėje pusėje – 29 tiriamiesiems, abipusiai – 8. Nenustatytas statistiškai reikšmingas vienos pusės dominavimas. Analizuojant pacientų amžių, reikšmingų skirtumų tarp vienpusių ir abipusių kalcifikatų grupių nenustatyta (Mann-Whitney U testas, $p > 0,05$). Taip pat nenustatyta statistiškai reikšmingo ryšio tarp kalcifikatų skaičiaus ir amžiaus ($r = -0,09$; $p = 0,558$).

Naudojant panoramines rentgenogramas, kurios nebuvo įtrauktos į modelio mokymo procesą ir neturėjo osifikuojančio miozito kalcifikatų, įvertintas dirbtinio intelekto modelio našumas naudojant tikslumo indeksą (angl. *accuracy*), IoU (angl. *Intersection over Union*) ir Sørensen–Dice metrikas. Tiriame dirbtinio intelekto modelio pritaikomumą osifikuojančio miozito kalcifikatų identifikacijai panoraminėse rentgenogramose, nustatyta, kad algoritmas geba patikimai atskirti patologinius radinius nuo normalių anatominių struktūrų. Nepriklausomame duomenų rinkinyje modelis pasiekė 94,4 % klasifikavimo tikslumą (angl. *accuracy*), o teigiamų prognozių tikslumas (angl. *precision*) siekė 100 %, kas rodo didelį sprendimų patikimumą. Jautrumas (angl. *recall*) sudarė 88,9 %, o bendras F1 rodiklis siekė 0,94, atspindintis subalansuotą modelio veikimą. Vertinant segmentavimo kokybę, buvo pasitelkta IoU ir Sørensen–Dice metrikos, kurios įvertina modelio pažymėtos srities ir tyrėjos anotacijos persidengimo laipsnį, parodant, kiek tiksliai modelis atkuria kalcifikatų formą ir lokalizaciją. Nustatyta, kad modelis pakankamai tiksliai identifikuoja kalcifikatų lokalizaciją ir jų ribas (IoU $\approx 0,55$; Sørensen–Dice $\approx 0,70$). Gauti rezultatai leidžia teigti, kad dirbtinio intelekto modelis gali būti taikomas kaip pagalbinė

priemonė radiologinių vaizdų analizėje, tačiau siekiant didesnio tikslumo ir patikimumo, būtini tolimesni tyrimai su didesniais ir įvairesniais duomenų rinkiniais.

Išanalizavus 6000 panoraminių rentgenogramų nustatyta, kad osifikuojančio miozito kalcifikatai yra reta, tačiau kliniškai reikšminga minkštųjų audinių patologija, dažniausiai nustatoma atsitiktinai atliekant radiologinius tyrimus. Tyrimo rezultatai pabrėžia sistemingo panoraminių rentgenogramų vertinimo svarbą, įtraukiant ne tik odontologines struktūras, bet ir minkštuosius audinius. Dirbtinio intelekto technologijomis paremtas kalcifikatų identifikavimas sudaro prielaidas objektyvesnei, standartizuotai ir efektyvesnei diagnostikai, galinčiai prisidėti prie ankstyvesnio patologinių pakitimų nustatymo ir racionalesnio klinikinių sprendimų priėmimo. Toks požiūris tampa ypač aktualus didėjant vyresnio amžiaus pacientų daliai, kai savalaikė diagnostika ir nuosekli stebėseną įgyja vis didesnę reikšmę ilgalaikiai paciento sveikatos priežiūros kokybei.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Acikgoz, A., Akkemik, O. *Cureus*, 2023, 15, e46025.
- [2] Song, Y. B., Jeong, H. G., Kim, C., Lee, J. H., Park, J. H. *Scientific Reports*, 2022, 12, 19115.
- [3] Kruse, A. L., Dannemann, C., Grätz, K. W., *Head & Neck Oncology*, 2009, 1, 30.
- [4] Boffano, P., Zavattero, E., Bosco, G., Berrone, S. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction*, 2014, 7, 43–50.
- [5] Bhansali, S. P., Tiwari, A. D., Mittal, S., Pareek, S., Nasir, I. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 2021, 12, 120–123.
- [6] Hanisch, M., Hanisch, L., Fröhlich, L. F., Schwebel, A., Gantz, S. *Head & Face Medicine*, 2018, 14, 23.
- [7] Katsumata, A. *Japanese Dental Science Review*, 2023, 59, 329–333.
- [8] Rehman, N., Sadashiva, H., Madakshira, M. G., & Raman, D. K. *Autopsy & Case Reports*, 2021, 11, e2021316.
- [9] Saad, A., Azzopardi, C., Patel, A., Davies, A. M., & Botchu, R. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 2021, 17, 123–127.

EPILEPSIJA SERGANČIŲ ASMENŲ „IEŠKOJIMAI“

ĮVADAS. Epilepsija – vienas dažniausių neurologinių sutrikimų, kuriuo pasaulyje serga daugiau nei 50 milijonų gyventojų pasaulyje [1,2]. Liga pasižymi pasikartojančiais priepuoliais, dažnai neaiškios etiologijos, ir yra susijusi su padidėjusia traumų, epilepsinės būklės bei staigios mirties rizika [1-3]. Nors vaistai nuo epilepsijos yra pagrindinis gydymo būdas, apie trečdaliui pacientų nepavyksta pasiekti tinkamos priepuolių kontrolės [1,4]. Dėl to vis dažniau ieškoma alternatyvių epilepsijos gydymo būdų, kurių vartojimas pastaraisiais dešimtmečiais didėja. Gydymo alternatyvoms priskiriamos įvairios dietos, žoliniai preparatai, tam tikri maisto produktai ir papildai, bei kitos praktikos, pavyzdžiui – akupunktūra, meditacija, aromaterapija, maldos ir kiti dvasiniai ritualai [5-7].

DARBO TIKSLAS. Įvertinti Lietuvoje paplitusius alternatyvius epilepsijos gydymo būdus, jų naudojimo dažnį ir subjektyvų efektyvumą, taip pat nustatyti jų sąsajas su priepuolio dažnio pokyčiais bei pacientų klinikiniais ir demografiniais rodikliais.

TYRIMO METODAI. Atliktas skerspjūvio analitinis tyrimas, naudojant anoniminę apklausą. Anketa buvo sudaryta iš 40 klausimų ir suskirstyta į keturias dalis. Pirmojoje dalyje rinkti epilepsija sergančių asmenų sociodemografiniai duomenys, informacija apie gyvenimo būdo veiksnius (mitybos, rūkymo, alkoholio ir kofeino vartojimo įpročiai), ligos eigą (priepuolių dažnis ir pobūdis, priepuolius provokuojantys veiksniai) ir taikomą gydymą (vartojami medikamentai, jų vartojimo trukmė ir nuoseklumas, lankymosi pas neurologą dažnis). Antrojoje – respondentams buvo pateikti keturiasdešimt keturi alternatyvūs epilepsijos gydymo būdai, kuriuos respondentai turėjo įvertinti nurodydami, ar yra išbandę šį metodą, o jei taip įvertinti jo subjektyvų efektyvumą. Pacientų klausta apie religines, psichoterapines, gyvenimo būdo praktikas, dietų, maisto papildų ir augalinių preparatų naudojimą. Trečiojoje – prašyta įvertinti asmeninį požiūrį į epilepsijos gydymo alternatyvas ir bendrą epilepsijos gydymo efektyvumą. Paskutinėje dalyje respondentams buvo pateikta lentelė skirta įvertinti keturiasdešimt dviejų maisto produktų įtaką priepuolių dažniui. Tyrimo dalyviai – epilepsija sergantys asmenys atvykę konsultacijai į tretinio lygio Epilepsijos centrą. Tyrimo vykdymui gautas Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto mokslinių tyrimų etikos komiteto leidimas (dokumento Nr. (1.6 E) 150000-S-671). Duomenys analizuoti aprašomosios statistikos metodais, naudojant Microsoft Excel programinę įrangą, papildomai atlikta literatūros analizė.

REZULTATAI. Iš viso apklausta 160 pacientų, konsultuotų tretinio lygio Epilepsijos centre, tačiau 44 pacientai neatitiko anketos respondento statuso – neturėjo patvirtintos epilepsijos diagnozės, ar atsisakė dalyvauti apklausoje. Į statistinę analizę įtraukti duomenys gauti iš 116 respondentų (71 moteris ir 45 vyrai, amžiaus vidurkis 34 ± 11 metai, patvirtintos epilepsijos diagnozės laikotarpio vidurkis – 19 ± 14 metų).

Net 79 proc. respondentų nurodė bent kartą išbandę alternatyvius epilepsijos gydymo būdus (55 moterys ir 37 vyrai, amžiaus vidurkis 35 ± 12 metai, patvirtintos epilepsijos diagnozės laikotarpio vidurkis – 20 ± 14 metų), vidutiniškai pacientai išbandė 5-6 skirtingus metodus (1 lentelė).

Vartotų alternatyvių epilepsijos gydymo būdų kiekis	
0	24
1-5	42
6-10	30
11-15	13
16 ir daugiau	9

1 lentelė. Vartotų alternatyvių epilepsijos gydymo būdų kiekis

Dažniausiai naudoti papildai: magnis (47 proc.), vitaminas D (44 proc.), omega-3 riebalų rūgštys (41 proc.), B grupės vitaminai (B6 – 34 proc., B12 – 33 proc.) ir multivitaminai (23 proc.). Taip pat naudotos psichologinės ir psichoterapinės praktikos (22 proc.) bei probiotikai (20 proc.). Detalesni duomenys apie alternatyvių epilepsijos gydymo būdų vartojimą pateikti lentelėje (2 lentelė). Dauguma respondentų reikšmingo šių metodų poveikio nepastebėjo, išskyrus dalį pacientų, kuriems teigiama efektą turėjo psichologinės intervencijos. Didesnis alternatyvių epilepsijos gydymo metodų naudojimas nustatytas tarp pacientų, vartojančių 3 ir daugiau vaistus nuo epilepsijos ir sergančių epilepsija ilgiau nei 10 metų. Nors kai kurie respondentai nurodė tam tikrų papildų (magnio, vitaminų B6, B12, D, omega-3, CBD) teigiamą poveikį priepuolių dažniui, bendros reikšmingos įtakos nenustatyta. Maisto produktai daugumos atvejų priepuolių dažniui įtakos neturėjo.

Vartojusių respondentų skaičius	Alternatyvūs epilepsijos gydymo būdai
Penktadalis ir daugiau (20 ir daugiau proc.)	Magnis (47 proc.), Vitaminas D (44 proc.), Omega-3 riebalų rūgštys (41 proc.), Vitaminas B6 (34 proc.), Vitaminas B12 (33 proc.), Multivitaminai (23 proc.), Psichologinės ir psichoterapinės praktikos (22 proc.), Probiotikai (gerosios bakterijos) (20 proc.)
Daugiau nei dešimtadalis, mažiau nei penktadalis (10-19 proc.)	Valerijono preparatai (18 proc.), Kvėpavimo pratimai (17 proc.), Ramunėlių žolelės (17 proc.), Folio rūgštis (17 proc.), Masažai, SPA procedūros (16 proc.), Maldos (16 proc.), Muzikos terapija (16 proc.), CBD (kanabidiolis) (15 proc.), Melatoninas (14 proc.), 10) Meditacija (13 proc.), Meno terapija (12 proc.), Ketogeninė dieta (12 proc.), Kiti maisto papildai (vitaminas C, cinkas, selenas, geležies preparatai, papildai nervų sistemai) (12 proc.), Šamanas/gydūnas (11 proc.), Homeopatija (11 proc.)
Mažiau nei dešimtadalis (1-9 proc.)	Kiti sąmoningumo ugdymo būdai (9 proc.), Dvasiniai ritualai (9 proc.), Ciberžolė (kurkuminas, turmeric) (9 proc.), Joga (8 proc.), Aromaterapija, eteriniai aliejai (8 proc.), Kita dieta (pvz., mažo glikeminio indekso) (6 proc.), Ašvaganda (Ashwaghandha) (6 proc.), Ajurvedinė medicina (5 proc.), Kitos augalinės priemonės (mėtos, sukatžolė, kiaulpienės, dėmėtoji mauda) (5 proc.), Akupunktūra (4 proc.), Amuletai (4 proc.), Ginkmedžio preparatai (4 proc.), Chiropraktika/Osteopatija (3 proc.), Kanapės (marihuana, THC) (3 proc.), Tradicinė kinų medicina (3 proc.), Smilkalai (3 proc.), Detoksikacijos programos (2 proc.), Gydančio prisilietimo terapija (1 proc.), Pasi florų žiedai (1 proc.)
Nevartojo nei vienas (0 proc.)	Hipnozė, Neurogrįžtamojo ryšio (biofeedback) terapija

2 lentelė. Alternatyvių epilepsijos gydymo būdų vartojimo paplitimas

IŠVADOS. Didžioji dalis epilepsija sergančių asmenų Lietuvoje yra išbandę alternatyvius gydymo būdus, tačiau jų efektyvumas dažniausiai yra ribotas. Alternatyvių metodų pasirinkimas siejamas su nepakankama priepuolių kontrole ir ilgesne ligos trukme. Pacientai, retrospektyviai vertindami savo mitybą, reikšmingos maisto produktų įtakos priepuolių dažniui nepastebėjo. Reikalingi didesnės apimties tyrimai, siekiant objektyviai įvertinti šių metodų efektyvumą ir jų vietą epilepsijos gydyme.

LITERATŪRA

- [1] Feigin, V., Vos, T., ir kt. Global, regional, and national burden of epilepsy, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet Public Health*, 2025, 36, 102522.
- [2] World Health Organization fact sheets. *Epilepsy*, 2024.
- [3] World Health Organization. *Improving the lives of people with epilepsy: a technical brief*. 2022, 71.
- [4] Verotti, A., Iapadre, G., ir kt. Diet in the Treatment of Epilepsy: What We Know So Far. *Nutrients*, 2020, 12 (9).
- [5] McElroy-Cox, C. Alternative approaches to epilepsy treatment. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2009, 9(4), 313–318.
- [6] Asadi-Pooya, A., Homayoun, M., ir kt. Complementary and integrative medicine in epilepsy: What patients and physicians perceive. *Epilepsy Behav.*, 2019, 101.
- [7] Mohd Noor, S., Roslim, N., ir kt. Exploring the relationship of complementary therapy use and medication adherence among patients with epilepsy. *J Pharm Policy Pract.*, 18(1), 2540786.

NUO ENTUZIAZMO IKI PERDEGIMO: EMOCINĖ NAŠTA SVEIKATOS PRIEŽIŪROS SRITIES SPECIALISTŲ DARBE

Įvadas. Europos sveikatos priežiūros specialistai dažniau nei daugelis kitų profesijų atstovai susiduria su psichosocialiniais rizikos veiksniais darbo aplinkoje [1]. Pastaraisiais metais mokslinėje literatūroje vis plačiau aktualizuojamas profesinio perdegimo fenomenas, kuris pripažįstamas viena reikšmingiausių psichosocialinių problemų sveikatos priežiūros srityje [2]. Perdegimas kaip kompleksinis reiškinys, yra susijęs tiek su individualiais, tiek su organizaciniais veiksniais, įskaitant darbo krūvį, emocinę įtampą ir spaudimų priėmimo atsakomybės naštą [2,3]. Sveikatos priežiūros specialistai dažnai susiduria su kylančiu spaudimu, kylančiu dėl sudėtingų pacientų sveikatos būklių bei didėjančių poreikių: darbo jėgos trūkumo, administracinės naštos ir emocinio streso, kurį dar labiau stiprina technologijų taikymas profesinėje veikloje [2].

Netinkama darbo aplinka sukelia neigiamų pasekmių darbuotojams: užuot juos stiprinusi, ji išsekina ir blogina jų psichologinę sveikatą. Perdegimą patyrę specialistai dažnai susiduria su nusivylimu ir emociniu išsekimu, dėl to mažėja jų empatija ir didėja atsiribojimas nuo darbo. Jie gali jaustis prislėgti, išsekę ir atitrūkę nuo profesinės veiklos, o tai neigiamai veikia jų gerovę ir pacientų priežiūros kokybę. Šie veiksniai gali paskatinti platesnį profesinio perdegimo plitimą tarp sveikatos priežiūros srities specialistų [3]. Taigi, sveikatos priežiūros srityje specialistų emocinė našta tampa vis aktualesne psichikos sveikatos problema. Tyrimų duomenimis, sveikatos priežiūros darbuotojai dažnai išgyvena įtampą tarp profesinio įsipareigojimo, stipraus noro padėti pacientui ir vidinio emocinio išsekimo. Šis disbalansas lemia moralinį distressą, kaltės jausmą ir ilgai nei – perdegimą [4].

Metodika. Tyrimu siekiama įvertinti sveikatos priežiūros srities specialistų patiriamos emocinės naštos komponentus bei jų tarpusavio sąsajas. Atliktas skerspjūvio kiekybinis tyrimas, taikant anoniminės apklausos metodą. Tyrimo duomenys buvo rinkti taikant standartizuotą klausimyną, kurį sudarė:

Tyrimo dalyvių demografiniai kintamieji (amžius, lytis, darbo stažas, specializacija);

PSO (5) geros savijautos rodiklis (angl. *The World Health Organisation - Five Well-Being Index, (WHO-5)*, 1998), šią skalę sudaro 5 teiginiai, vertinantys subjektyvią psichinę gerovę [6].

Adaptuotas Ispaniškas profesinio perdegimo klausimynas (angl. *Spanish Burnout Inventory, SBI*) [5], kuris grindžiamas keturių dimensijų perdegimo modeliu. SBI sudaro 20 teiginių, kurie įvertina šias pagrindines profesinio perdegimo dimensijas: entuziazmą darbui (angl. *enthusiasm toward the job*) (1); psichologinį išsekimą (angl. *psychological exhaustion*) (2); abejingumą (angl. *indifference*) (3) ir kaltės jausmą (angl. *guilt*) (4).

Psichologinių poreikių ir psichologinių resursų klausimynas (*Unidad de Investigación Psicosocial del Comportamiento Organizacional Questionnaire, UNIPSCO*), apimančiam esminius resursus, reikalingus asmeniui jaustis saugiai, įsitraukus ir motyvuotai [7]. Analizuojant psichologinius resursus siekiama įvertinti specialistų turimus vidinius ir išorinius gebėjimus bei paramos šaltinius, padedančius susidoroti su darbo reikalavimais).

Sutrumpinta Utrechto įsitraukimo į darbą skalės (angl. *Utrecht Work Engagement Scale, UWES*) versija UWES-9 [8], skirta profesiniam įsitraukimui ir entuziazmui įvertinti. Skalę sudaro 9 teiginiai, suskirstyti į tris dimensijas: gyvybingumą (angl. *vigor*), apibūdinantį energijos, ištvermės ir atkaklumo pojūtį darbe net susidūrus su sunkumais; atsidavimą (angl. *dedication*), nusakantį įsipareigojimo, entuziazmo, pasididžiavimo ir įsitraukimo į atliekamą darbą jausmą; bei įsitraukimą (angl. *absorption*), reiškiantį visišką susitelkimą į darbą, kai darbuotojas tarsi pamiršta laiką ir visiškai pasineria į veiklą [8].

Tyrimo objektas: sveikatos priežiūros srities specialistų patiriamas entuziazmas, profesinis įsipareigojimas, kaltės jausmas ir perdegimas.

Tyrimo subjektas: Lietuvos sveikatos priežiūros srities įstaigų darbuotojai. Tyrime dalyvavo 101 sveikatos priežiūros specialistas.

Tyrimo organizavimas. Klausimynas buvo platinamas elektroniniu būdu, siekiant pasiekti kuo įvairesnių sveikatos priežiūros sričių specialistus. Dalyvavimas tyrime buvo savanoriškas ir anonimiškas, o respondentai galėjo bet kuriuo metu nutraukti dalyvavimą. Tyrimui atlikti buvo gautas MTEK pritarimas.

Statistiniai skaičiavimai. Duomenys analizuoti naudojant IBM SPSS ir Microsoft Excel programinę įrangą. Atlikus aprašomąją statistinę analizę, apskaičiuojant kintamųjų vidurkius ir standartinius nuokrypius, procentinius dažnius. Skalių vidiniam suderinamumui įvertinti naudotas Cronbacho alfa koeficientas. Kintamųjų tarpusavio ryšiams nustatyti taikyta Pearson koreliacijos analizė, o grupių skirtumams įvertinti atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė (ANOVA).

Rezultatai. Daugumą tiriamųjų sudarė moterys (93,1%), o vyrai sudarė 6,9%. Tiriamųjų amžiaus vidurkis siekė $47,4 \pm 15,3$ metai: jauniausiam respondentui buvo 22, o vyriausiam – 78 metai. Tiriamųjų darbo stažo medicinos srityje vidurkis siekė $19,68 \pm 15,39$ metų, mediana – 14 metų, moda – 10 metų.

Analizuojant tiriamųjų profesinės veiklos pobūdį nustatyta, kad didžiausią imties dalį sudarė slaugytojai (35,6 %), gydytojai (15,8 %). Mažesnę dalį sudarė kineziterapeutai (10,9 %), slaugos specialistai (5,0 %) ir socialiniai darbuotojai (4,0 %). Mažiausiai atstovaujamos buvo gydytojo asistentų, laborantų ir biomedicinos technologų (3,0 %) grupės.

Analizuojant tiriamųjų pasiskirstymą pagal pagrindinės darbovietės tipą nustatyta, kad didžiausia respondentų dalis dirbo pirminės sveikatos priežiūros įstaigose (28,0 %) ir slaugos ar palaikomojo gydymo įstaigose (26,0 %). Kiek mažiau nei ketvirtadalis dalyvių dirbo antrinio ar tretinio lygmens ligoninėse (22,0 %). Mažesnę dalį imties sudarė respondentai, dirbantys kitose sveikatos priežiūros įstaigose (17,0 %) bei privačiuose kabinetuose ar klinikose (6,0 %).

Įvertinus tiriamųjų demografines ir profesines charakteristikas, tolesnėje analizės dalyje dėmesys telkiamas į pagrindinius tyrimo kintamųjų tarpusavio ryšius ir skirtumus tarp dalyvių grupių.

Analizuojant psichologinės gerovės (WHO-5) rodiklius nustatyta, kad bendras tiriamųjų gerovės vidurkis siekė $56,15 \pm 20,45$, kas rodo vidutinį psichologinės gerovės lygį imtyje. Vertinant atskiras profesines grupes nustatyta, kad didžiausi gerovės rodikliai fiksuoti laboratorijų/biomedicinos technologų grupėje $76,00 \pm 33,94$, taip pat santykinai didesni rodikliai – gydytojų $62,25 \pm 20,71$ ir socialinių darbuotojų $62,00 \pm 21,79$ grupėse. Tuo tarpu žemesni psichologinės gerovės rodikliai nustatyti slaugytojų $55,08 \pm 23,21$, slaugytojų padėjėjų $52,00 \pm 10,95$. Tačiau vienfaktorinė dispersinė analizė parodė, kad šie skirtumai nėra statistiškai reikšmingi ($F(7, 93) = 0,691, p = 0,679$).

Siekiant įvertinti, ar emocinės naštos, perdegimo bei psichologinės gerovės rodikliai skiriasi tarp skirtingų profesinių grupių, buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė. Gauti rezultatai parodė, kad statistiškai reikšmingų skirtumų tarp profesinių grupių nenustatyta ($p > 0,05$). Tai reiškia, kad nei psichologinės gerovės (WHO-5), nei psichologinio išsekimo, darbo krūvio ar psichosomatinių sutrikimų rodikliai reikšmingai nesiskyrė priklausomai nuo profesinės veiklos pobūdžio šiame tyrime.

Priežastinių ryšių analizė parodė, kad entuziazmas yra reikšmingai susijęs su perdegimo komponentais. Nustatytas statistiškai reikšmingas neigiamas ryšys tarp entuziazmo ir psichologinio išsekimo ($r = -0,203, p < 0,05$), rodantis, kad didėjant emociniam išsekimui mažėja darbuotojų motyvacija ir įsitraukimas į darbą. Psichologinis išsekimas, kaip vienas esminių perdegimo rodiklių reikšmingai teigiamai susijęs su kaltės jausmu ($r = 0,316, p < 0,001$), abejingumu ($r = 0,374, p < 0,001$) bei darbo reikalavimais, tokiais kaip darbo krūvis ($r = 0,490, p < 0,001$) ir vaidmenų konfliktas ($r = 0,548, p < 0,001$).

Išvados:

1. Tyrimas parodė, kad sveikatos priežiūros srities specialistų jaučiamas entuziazmas, profesinis įsipareigojimas, kaltės jausmas ir perdegimo komponentai yra tarpusavyje statistiškai reikšmingai susiję. Entuziazmas susijęs neigiamu, statistiškai reikšmingu, ryšiu su psichologiniu išsekimu. Tuo tarpu kaltės jausmas yra teigiamai susijęs su psichologiniu išsekimu ir abejingumu.
2. Taip pat nustatyta, kad sveikatos priežiūros srities specialistų jaučiamas entuziazmas, profesinis įsipareigojimas, kaltės jausmas ir perdegimas yra susiję su psichologine gerove. Geresnė savijauta siejasi su didesniu entuziazmu ir profesiniu įsipareigojimu, tuo tarpu prastesnė – su didesniu psichologiniu išsekimu bei emocine įtampa, kurie atspindi perdegimo pasireiškimą. Kaltės jausmas taip pat siejasi su prastesne psichologine gerove, tačiau šis ryšys yra silpnesnis, todėl gali būti laikomas papildomu emocinės naštos rodikliu.
3. Emocinės naštos, perdegimo ir psichologinės gerovės rodikliai statistiškai reikšmingai nesiskiria tarp gydytojų ir slaugytojų. Gauti rezultatai atskleidžia, kad darbuotojų emocinė savijauta labiau susijusi su vidiniais ir darbo aplinkos veiksniais nei su profesinės veiklos tipu.

LITERATŪRA

- [1] European Agency for Safety and Health at Work. *European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2019. 1–100.
- [2] Sipos, D., Goyal, R., Zapata, T. *The Lancet Regional Health – Europe*, 2024, 42, 1–6.
- [3] Edú-Valsania, S., Laguía, A., Moriano, J.A. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(3), 1780.
- [4] Gil-Monte, P.R. *European Psychologist*, 2011, 17(3), 231–236.
- [5] Gil-Monte, P.R. Spanish Burnout Inventory (SBI). UNIPSIICO, Valencia. 2012. 45 p.
- [6] World Health Organization The World Health Organization-Five Well-Being Index (WHO-5), Lithuanian version. Geneva. 2024. 2 p.
- [7] Gil-Monte, P.R. UNIPSIICO questionnaire manual. University of Valencia, Valencia. 2016. 80 p.
- [8] Schaufeli, W.B., Bakker, A.B. UWES – Utrecht Work Engagement Scale. Utrecht University, Utrecht. 2003. 60 p.

RAUMENŲ NYKIMAS VYRESNIAME AMŽIUJE: SARKOPENIJOS BIOLOGINIŲ IR GYVENIMO BŪDO VEIKSNIŲ SĄSAJOS ANALIZĖ

Senėjanti visuomenė vis dažniau susiduria su sveikatos problemomis, tarp jų ir geriatriniais sindromais, tokiais kaip sarkopenija. Šis sindromas apibrėžiamas kaip progresuojantis raumenų masės, jėgos ir funkcijos mažėjimas, sukeliantis sveikatos ir savarankiškumo sutrikimus vyresniame amžiuje [1, 2]. Raumenų nykimas ir su tuo susiję judėjimo sutrikimai daro reikšmingą poveikį gyvenimo kokybei, o Europos ir pasaulinės sveikatos organizacijos sarkopeniją pripažįsta svarbiu visuomenės sveikatos iššūkiu, turinčiu ekonominių ir socialinių pasekmių [1]. Sarkopenija yra kompleksinis fiziologinis procesas, kuriam įtakos turi biologiniai, genetiniai, fiziologiniai ir gyvenimo būdo veiksniai [1, 2]. Genetiniai veiksniai lemia individualų jautrumą raumenų nykimui, energijos apykaitos pokyčiams ir senėjimo procesams, o jų poveikis sąveikauja su kitais molekuliniiais mechanizmais, tokiais kaip mitochondrijų funkcijos sutrikimai, epigenetiniai pokyčiai ir telomerų trumpėjimas. Genomo variacija, įskaitant vieno nukleotido polimorfizmus, daro esminę įtaką raumenų funkcijai ir atsparumui stresui. Šiuos genetinius variantus vis dažniau identifikuoja genetiniai ir viso genomo asociacijos tyrimai, leidžiantys nustatyti ryšius tarp genetinių žymenų ir fenotipinių požymių. Telomerų trumpėjimas taip pat laikomas vienu svarbiausių biologinių senėjimo žymenų. Telomeros – chromosomų galuose esančios pasikartojančios DNR sekos, trumpėja ląstelėms dalijantis, o pasiekus kritinį ilgį inicijuojami ląstelinio senėjimo procesai. Šis mechanizmas siejamas su įvairiomis amžiumi susijusiomis ligomis [2]. Nepaisant gausių tyrimų, vis dar trūksta sistemingo požiūrio, integruojančio genetinius ir gyvenimo būdo veiksnius sarkopenijos kontekste. Genetinių ir aplinkos veiksnių sąveikos analizė gali padėti identifikuoti biožymenis, susijusius su sarkopenijos pasireiškimu, ir prisidėti prie gilesnio biologinių senėjimo procesų supratimo.

Darbo tikslas – nustatyti genetinius ir gyvenimo būdo veiksnius, lemiančius individualų polinkį į sarkopeniją, bei įvertinti jų tarpusavio sąveiką, siekiant geriau suprasti šio sindromo patogenezę ir identifikuoti galimus biologinius žymenis, susijusius su raumenų nykimu vyresniame amžiuje.

Tyrimas atliktas Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Biomedicinos mokslų instituto Žmogaus ir medicininės genetikos katedroje (VU MF BMI ŽMGK). Tyrimui gautas Vilniaus regioninio bioetikos komiteto leidimas Nr. 2022/6-1448-918.

Tiriamųjų grupę sudarė vyresnio amžiaus asmenys (≥ 65 m.): sarkopenijos grupė ($n = 70$) ir kontrolinė grupė be sarkopenijos ($n = 75$). Sarkopenija diagnozuota pagal 2019 m. Europos sarkopenijos darbo grupės (EWGSOP2) rekomendacijas, kai nustatyti trys kriterijai: sumažėjusi raumenų masė (jei vyrų raumenų masės indeksas (RMI) $< 7,0 \text{ kg/m}^2$, moterų – $< 6,0 \text{ kg/m}^2$), raumenų jėga (plaštakos suspaudimo testas - vyrams $< 27 \text{ kg}$, moterims $< 16 \text{ kg}$) ir fizinis pajėgumas (jei 4 m ėjimo greitis buvo $< 0,8 \text{ m/s}$). RMI apskaičiuotas galūnių skersaruožių raumenų masę padalijus iš ūgio kvadratu.

Pradiniame etape atlikta bioinformacinė genominių duomenų bazių ir mokslinės literatūros analizė, siekiant identifikuoti su sarkopenija susijusius veiksnius. Vėliau analizuoti genotipavimo, telomerų ilgio ir fenotipo (kūno sudėties, funkcinio testavimo, anketinės apklausos) duomenys, gauti iš VU MF BMI ŽMGK GEPITEL projekto. DNR koncentracija ir kokybė vertinta „NanoDrop® ND-1000“ spektrofotometru. Leukocitų santykinis telomerų ilgis (STI) nustatytas taikant kiekybinę tikro laiko PGR. Taip pat tirti du genai kandidatai ir jų polimorfizmai: ADCY3 rs10203386 ir MTHFR rs1801131, rs1801133, atliekant alelių ir genotipų dažnių pasiskirstymo analizę atvejo–kontrolės grupėse. Statistinė analizė atlikta naudojant IBM SPSS Statistics 30 versiją.

1 lentelė. Tiriamųjų asmenų fenotipo duomenys.

Fenotipo charakteristika	Kontrolinė grupė (n = 75)	Sarkopenijos grupė (n = 70)	p vertė
Amžius, metai	80 (74-85)	83 (79-87)	0,036
Ūgis, cm	168 (164-173)	166 (162-169)	0,005
Kūno masė, kg	73,3 (64,1-82)	61,3 (57,8-69,3)	<0,001
Kūno masės indeksas (KMI), kg/m ²	25 (24-28)	22 (21-24)	0,01
Ligų skaičius	4 (3-6)	7 (5-9)	0,003
Chirurginių procedūrų skaičius	1 (1-2)	1 (1-2)	0,426
Vartojamų medikamentų skaičius	5 (0-7)	7 (5-10)	0,004
Griuvimų skaičius	0 (0-1)	1 (0-1)	0,05
Trumpasis mitybos būklės testas, balai	14 (12-14)	11 (10-13)	0,03
Trumpasis protinės būklės testas, balai	28 (27-30)	25 (24-29)	0,04
Geriatrinė depresijos skalė, balai	1,5 (0-3)	4 (0-6)	0,001
Kasdienės veiklos anketavimas, balai	6 (4-6)	6 (4-6)	0,98
Instrumentinė kasdienės veiklos analizė, balai	8 (7-8)	5 (3-7)	0,03
Plaštakos suspaudimo jėga, kg	21 (14-29)	14 (12-14)	0,004
Liesoji kūno masė, kg	41,9 (39,7-46)	34,7 (32,2-38,7)	0,001
Galūnių skersaruožių raumenų masė, kg	21 (18,7-22,9)	14,7 (14,3-15,6)	0,002
Skersaruožių raumenų masės indeksas (RMI), kg/m ²	7,4 (6,8-8,2)	5,4 (5,4-5,5)	0,035
Eisenos greitis, m/s	0,85 (0,7-0,9)	0,78 (0,76-0,79)	0,04
Trumpasis fizinių funkcijų testų rinkinys, balai	10 (9-12)	10 (9-10)	0,067

Šio darbo rezultatai parodė, kad analizuojant tiriamųjų gyvenimo būdo duomenis nenustatyta statistiškai reikšmingų skirtumų tarp sarkopenijos ir kontrolinės grupių pagal rūkymo ar alkoholio vartojimo įpročius. Didžioji dalis tiriamųjų nerūkė (79 %) ir nevartojo alkoholio (77 %), todėl šie veiksniai neturėjo reikšmingos įtakos sarkopenijos pasireiškimui tiriamojoje populiacijoje. Fenotipinių charakteristikų analizė (1 lentelė) parodė aiškius skirtumus tarp grupių. Kontrolinės grupės tiriamieji pasižymėjo geresne mityba, mažesniu diagnozuotų ligų skaičiumi ir retesniu vaistų vartojimu. Tuo tarpu sarkopenijos grupėje dažniau nustatytas mitybos nepakankamumas, didesnis gretutinių ligų skaičius ir intensyvesnis medikamentų vartojimas. Griuvimai ir depresiškumo požymiai taip pat dažniau pasitaikė sarkopenijos grupėje, o pažintinių funkcijų įvertinimas buvo žemesnis, nors visi tiriamieji išliko normos ribose. Kūno sudėties ir funkcinių rodiklių analizė atskleidė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp grupių. Sarkopenijos grupėje nustatyta mažesnė liesoji kūno masė, galūnių raumenų masė, rankų jėga ir lėtesnis eisenos greitis, palyginti su kontrolinės grupės tiriamaisiais (1 lentelė). Šie duomenys patvirtina EWGSOP2 kriterijais pagrįstą sarkopenijos diagnozę.

Genetinių veiksnių analizėje buvo tirti *ADCY3* rs10203386 ir *MTHFR* rs1801133 bei rs1801131 polimorfizmai. *ADCY3* genas, susijęs su energijos apykaita ir raumenų funkcijos reguliacija, senyvo amžiaus populiacijose yra mažai ištirtas. *MTHFR* polimorfizmai, galintys lemti folatų apykaitos sutrikimus

ir homocisteino padidėjimą, taip pat buvo įtraukti kaip galimi rizikos veiksniai. Tačiau atvejo–kontrolės analizė neparodė reikšmingų genotipų ar alelių dažnių skirtumų tarp grupių, todėl šių genetinių variantų ryšys su sarkopenija šiame tyrime nebuvo patvirtintas.

Santykinio telomerų ilgio (STI) analizė atskleidė reikšmingus skirtumus tarp grupių. Vidutinis STI visoje tiriamųjų populiacijoje buvo $0,4 \pm 0,24$. Sarkopenijos grupėje telomerų ilgis buvo reikšmingai trumpesnis ($0,347$ ($0,304$ – $0,391$)) nei kontrolinėje grupėje ($0,469$ ($0,398$ – $0,539$); $p < 0,001$). Be to, nustatyta, kad su kiekvienais papildomais metais telomerų trumpėjimas didina sarkopenijos tikimybę $13,8\%$ ($\text{ŠS} = 1,138$; $95\% \text{ PI } [1,042$ – $1,251]$; $p = 0,005$). Papildoma analizė atskleidė statistiškai reikšmingą STI sąsają su tiriamųjų fiziniu aktyvumu (visoje imtyje) – didesnis STI buvo susijęs su aukštesniais trumpojo fizinių funkcijų testo balais ($\beta = 470,4$; $95\% \text{ PI } [210,3$ – $730,5]$; $p < 0,001$). Taigi, trumpesnis telomerų ilgis siejamas su mažesniu fizinio aktyvumo lygiu. Ši sąsaja gali atspindėti bendrus senėjimo procesus, kuriuose telomerų trumpėjimas ir fizinio pajėgumo prastėjimas vystosi paraleliai. Rezultatai rodo, kad telomerų ilgis gali būti svarbus biologinis žymuo, susijęs su raumenų nykimu ir senėjimo procesais.

Apibendrinant, atliktas tyrimas parodė, kad sarkopenija yra daugiaveiksnė būklė, kuriai reikšmingą įtaką daro ne tik raumenų masės ir funkcijos pokyčiai, bet ir platesni sveikatos, mitybos bei psichosocialiniai veiksniai. Gyvenimo būdo įpročiai, tokie kaip rūkymas ir alkoholio vartojimas, tiriamojoje populiacijoje nebuvo susiję su sarkopenijos rizika. Tuo tarpu fenotipiniai rodikliai aiškiai išskyrė sarkopenijos grupę: nustatyta mažesnė raumenų masė ir jėga, lėtesnis eisenos greitis, dažnesni griuvimai bei didesnis gretutinių ligų ir vartojamų vaistų skaičius. Genetinių polimorfizmų ADCY3 ir MTHFR analizė reikšmingų sąsajų su sarkopenija neatskleidė, tačiau telomerų ilgio tyrimas parodė, kad telomeros trumpėja su amžiumi ir jų ilgis yra susijęs su didesne sarkopenijos rizika. Be to, nustatyta, kad trumpesnis telomerų ilgis yra susijęs su mažesniu fizinio aktyvumo lygiu. Apibendrinant, telomerų ilgis gali atspindėti bendrus senėjimo procesus, susijusius su raumenų nykimu ir fizinio pajėgumo prastėjimu, ir patvirtina telomerų dinamiką kaip galimą biologinį žymenį, papildantį tradicinius sarkopenijos vertinimo kriterijus bei prisidedantį prie gilesnio šio sindromo patogenezės supratimo.

LITERATŪRA

- [1] Cruz-Jentoft, A.J., Bahat, G., Bauer, J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2019;48: 16–31.
- [2] Ginevičienė, V., Pranckevičienė, E., Urnikytė, A., et al. A multi-omics investigation of sarcopenia and frailty: Integrating genomic, epigenomic and telomere length data. *Experimental physiology*. 2025, 1-17.

GYVENSENOS MEDICINOS INTEGRACIJA LIETUVOS ASMENS SVEIKATOS PRIEŽIŪROJE: SPECIALISTŲ INFORMUOTUMO IR TAIKYMO PRAKTIKOJE VERTINIMAS

Išvadas. Lėtinės neužkrečiamosios ligos (LNL) išlieka viena didžiausių šiuolaikinės sveikatos priežiūros problemų: 2021 m. jos lėmė ne mažiau kaip 43 mln. – apie tris ketvirtadalius visų mirčių pasaulyje [1]. Didelė LNL našta glaudžiai susijusi su koreguojamais gyvensenos rizikos veiksniais. Lietuvoje ši problema ypač aktuali: 2022 m. šalis pasižymėjo vienu didžiausių išvengiamo mirtingumo rodiklių Europos Sąjungoje, o naujausi Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (OECD, angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*) duomenys rodo, kad tiek prevencinėmis, tiek gydymo priemonėmis išvengiamas mirtingumas Lietuvoje gerokai viršija OECD vidurkį [2, 3]. Gyvensenos medicina (GM, angl. *Lifestyle Medicine*) – sparčiai besivystanti šiuolaikinės medicinos sritis, taikanti mokslu grįstas gyvensenos intervencijas LNL prevencijai, gydymui ir tam tikrais atvejais ligos reversijai [4, 5]. Nors gyvensenos pokyčiai daugelyje klinikinių gairių pripažįstami svarbia gydymo dalimi, jų taikymas praktikoje išlieka ribotas. [6] Nuo 2023 m. GM specialistų įtraukimas į pirminės asmens sveikatos priežiūros specialistų komandą Lietuvoje sudarė prielaidas šios srities plėtrai, tačiau praktinis įgyvendinimas priklauso ir nuo kitų sveikatos priežiūros specialistų informuotumo, požiūrio bei pasirengimo taikyti GM principus kasdienėje praktikoje.

Metodika. Atliktas skerspjūvio analitinis tyrimas, pasitelkiant anoniminę apklausą su standartizuotais klausimais. Tyrimo populiacija – asmens sveikatos priežiūros specialistai, savo klinikinėje praktikoje susiduriantys su pacientais, sergančiais LNL. Faktinę tyrimo imtį sudarė 305 respondentai: 240 gydytojų ir 65 kitų sveikatos priežiūros specialistų, įskaitant slaugytojus, akušerius, kineziterapeutus, ergoterapeutus, medicinos psichologus ir kt. Vertinti sociodemografiniai ir gyvensenos veiksniai, informuotumas ir žinių lygis GM srityje. Žinių testo klausimai parengti remiantis ankstesniuose tyrimuose taikytais gyvensenos medicinos žinių, požiūrio, praktikos ir informuotumo vertinimo principais, klausimus adaptuojant pagal šio tyrimo tikslą [6, 7]. Analizės metu lyginti bendrosios populiacijos ir visų asmens sveikatos priežiūros specialistų, bendrosios populiacijos ir gydytojų, bendrosios populiacijos ir kitų sveikatos priežiūros specialistų, gydytojų ir kitų sveikatos priežiūros specialistų bei terapinio ir chirurginio profilio gydytojų žinių testo rezultatai. Bendrosios populiacijos grupės duomenys buvo surinkti šio tyrimo autorių anksčiau atliktoje studijoje, taikant analogišką GM žinių testą. Šią papildomą palyginamąją imtį sudarė 386 bendrosios populiacijos respondentai. Šie duomenys nebuvo pagrindinės tyrimo imties dalis ir buvo naudojami tik žinių testo rezultatų palyginimui su sveikatos priežiūros specialistų grupe. Kiekybinių kintamųjų normalumas vertintas Shapiro-Wilk testu – pagal normalumo vertinimo rezultatus (duomenys neatitiko normaliojo skirstinio prielaidos) nepriklausomų grupių palyginimui taikyti neparametriniai (Mann-Whitney U ir Kruskalo-Voliso) kriterijai. Statistinio reikšmingumo lygmuo nustatytas $\alpha=0,05$. Duomenų analizė atlikta naudojantis IBM SPSS (v31.0.2.0) ir Microsoft Excel programine įranga.

Rezultatai. Į analizę įtraukti 305 respondentų duomenys. Didžiąją imties dalį sudarė gydytojai – 240 ($n=190$ terapinio ir $n=50$ chirurginio profilio specialistai), kiti sveikatos priežiūros specialistai sudarė mažesnę imties dalį – 65. Imtyje moterys sudarė 75,4 proc. ($n = 230$). Respondentų amžius vidurkis $46,78 \pm 11,94$ metų. Dauguma respondentų buvo girdėję apie gyvensenos mediciną – 79,34 proc. ($n = 242$), tačiau teisingai gyvensenos medicinos sąvoką identifikavo mažesnė apklaustųjų dalis – 60,00 proc. ($n = 183$). Vertinant atlikto GM žinių testo rezultatus, buvo stebimos kelios aiškios tendencijos –

medicinos personalo grupėje žinių testo rezultatai buvo aukštesni nei bendrosios populiacijos grupėje: mediana atitinkamai siekė 14 (tarpkvartilinis plotis, IQR 12–16) ir 12 (IQR 9–14) balų, $p < 0,0001$. Šis skirtumas daugiausia buvo susijęs su gydytojų pogrupiu, kuriame stebėti aukščiausi testo rezultatai – 14,5 (IQR 13–17) balo. Gydytojų rezultatai statistiškai reikšmingai viršijo tiek bendrosios populiacijos rezultatus, 12 (IQR 9–14), $p < 0,0001$, tiek kitų sveikatos priežiūros specialistų rezultatus, 11 (IQR 8–13), $p < 0,0001$. Tuo tarpu kitų sveikatos priežiūros specialistų žinių testo rezultatai nuo bendrosios populiacijos statistiškai reikšmingai nesiskyrė, $p = 0,065$. Papildomai vertinant gydytojų pogrupius, nustatyta, kad terapinio profilio gydytojai surinko daugiau balų nei chirurginio profilio gydytojai: atitinkamai 15 (IQR 13–17) ir 13,5 (IQR 11,25–15), $p = 0,002$. Siekiant įvertinti galimus skirtumus pagal darbo vietovę, gyvensenos medicinos žinių testo rezultatai buvo palyginti tarp medicinos personalo, dirbančio didmiesčiuose, kitose gyvenvietėse arba abiejų tipų vietovėse. Dauguma respondentų dirbo didmiesčiuose ($n = 240$), mažesnė dalis – kitose gyvenvietėse ($n = 38$) arba abiejų tipų vietovėse ($n = 27$). Nors abiejų tipų vietovėse dirbančių specialistų testo rezultatų mediana buvo kiek aukštesnė – 15 (IQR 13–17), palyginti su dirbančiais didmiesčiuose – 14 (IQR 11–16) ar kitose gyvenvietėse – 14 (IQR 12–15,75), statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta, $p = 0,212$. Taip pat vertinta, kaip dažnai asmens sveikatos priežiūros specialistai konsultacijų metu su pacientais aptaria pagrindines GM temas – šioje dalyje taip pat išryškėjo kelios tendencijos: dažniausiai su pacientais buvo aptariamas fizinis aktyvumas (59,02 proc., $n = 180$), mityba (56,72 proc., $n = 173$) bei emocinė ir psichologinė sveikata (50,16 proc., $n = 153$), o rečiausiai – streso valdymas ir dėmesingo įsisąmoninimo taikymas (26,56 proc., $n = 81$). Atsižvelgiant į praktikoje taikomas gyvenimo būdo intervencijas, dažniausiai respondentai nurodė teikiantys mitybos rekomendacijas (57,05 proc., $n = 174$). Rečiausiai taikyta intervencija buvo konsultavimas dėl savitarpio pagalbos grupių (19,34 proc., $n = 59$). Analizuojant specialistų pasitikėjimą savo kompetencija taikyti gyvensenos medicinos principus, 42,95 proc. ($n = 131$) respondentų nurodė pasitikintys savo kompetencija. Vis dėlto 12,46 proc. ($n = 38$) savo kompetencija nepasitikėjo, o 44,59 proc. ($n = 136$) pasirinko neutralų atsakymą. Vertinant praktikoje kylančias kliūtis, ryškiausiai išsiskyrė laiko trūkumas konsultacijų metu, kurį nurodė beveik du trečdaliai respondentų – 64,59 proc. ($n = 197$). Taip pat dažnai minėtas pacientų rekomendacijų nesilaikymas – 41,64 proc. ($n = 127$), nepakankamos teorinės žinios – 33,77 proc. ($n = 103$) ir nepakankami praktiniai įgūdžiai – 27,21 proc. ($n = 83$). Įvertinus papildomų mokymų poreikį, išryškėjo trys prioritetingos kryptys: sveikatos gerinimas per gyvensenos keitimą, kurį nurodė 58,69 proc. ($n = 179$) respondentų, streso valdymo ir dėmesingo įsisąmoninimo taikymas – 53,11 proc. ($n = 162$), bei emocinė ir psichologinė sveikata – 51,48 proc. ($n = 157$).

Išvada. Tyrimas parodė, kad GM žinomumas tarp asmens sveikatos priežiūros specialistų yra gana aukštas, tačiau ne visuomet lydimas aiškaus sąvokos supratimo, pakankamo pasitikėjimo savo kompetencija ar nuoseklaus principų taikymo klinikinėje praktikoje. Medicinos personalo žinių testo rezultatai buvo aukštesni nei bendrosios populiacijos, tačiau šiam skirtumui įtakos turėjo gydytojų, ypač terapinio profilio, rezultatai. Kitų sveikatos priežiūros specialistų žinių lygis nuo bendrosios populiacijos reikšmingai nesiskyrė. Pastebėta, kad skirtingos gyvensenos medicinos sritys konsultacijų metu aptiriamos netolygiai: vienos sritys (kaip fizinis aktyvumas, mityba bei emocinė ir psichologinė sveikata) yra gana plačiai įtraukiamos į pacientų konsultavimą, o kitos, ypač streso valdymas ir dėmesingo įsisąmoninimo taikymas, aptiriamos kur kas rečiau. Dažniausiai įvardytos gyvensenos medicinos principų taikymo kliūtys buvo ribotas konsultacijų laikas, pacientų rekomendacijų nesilaikymas bei nepakankamos teorinės žinios ir praktiniai įgūdžiai. Įvertinus papildomų mokymų poreikį, didžiausias poreikis nustatytas trijose srityse: sveikatos gerinimo per gyvensenos keitimą, streso valdymo bei emocinės ir psichologinės sveikatos. Tai rodo galimas praktinio pasirengimo spragas ne tik rečiau konsultacijų metu aptariamose srityse, bet ir temose, su kuriomis jau šiuo metu susiduriama pakankamai dažnai klinikinėje praktikoje. Šie rezultatai rodo, kad siekiant platesnio gyvensenos medicinos integravimo į kasdienę sveikatos priežiūros praktiką, būtina stiprinti ne tik specialistų teorines žinias, bet ir praktinius konsultavimo, elgsenos keitimo bei psichologinės sveikatos stiprinimo įgūdžius.

LITERATŪRA:

- [1] World Health Organization. Noncommunicable diseases. World Health Organization. 2024. [cited 2026 Apr 25]. Prieiga per internetą: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- [2] Europa.eu. 2026 [cited 2026 Apr 25]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Preventable_and_treatable_mortality_statistics&utm.com
- [3] Health at a Glance 2025: Lithuania [Internet]. OECD; 2025. Prieiga per internetą: https://www.oecd.org/en/publications/health-at-a-glance-2025_15a55280-en/lithuania_0beba903-en.html - section-d1e22
- [4] Lianov LS, Adamson K, Kelly JH, Matthews S, Palma M, Rea BL. Lifestyle Medicine Core Competencies: 2022 Update. American Journal of Lifestyle Medicine. 2022 Aug 31;16(6):734–9. <https://doi.org/10.1177/15598276221121580>
- [5] Lippman D, Stump M, Veazey E, Guimarães ST, Rosenfeld R, Kelly JH, et al. Foundations of Lifestyle Medicine and its Evolution. Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes. 2024 Feb 1;8(1):97–111. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2023.11.004>
- [6] Alzaben AS, Almansour M, Alzahrani HS, Alrumaihi NA, Alhamedi NM, Albuhayjan NA, et al. Development of Valid and Reliable Questionnaire to Evaluate Knowledge, Attitude, and Practices (KAP) of Lifestyle Medicine Domains. Healthcare (Basel, Switzerland) [Internet]. 2024;12(16):1652. <https://doi.org/10.3390/healthcare12161652>
- [7] Monti K, Monti JD, Thomas D. Knowledge and Attitudes of Lifestyle Medicine–Based Care in a Military Community. Military Medicine. 2021 Jul 13;188(3-4). <https://doi.org/10.1093/milmed/usab279>

SU LŪŽIAIS SUSIJUSIŲ INFEKCIJŲ GYDYMO NESĖKMĖS IR RIZIKOS VERTINIMAS. DIAUGIACENTRINIS TYRIMAS IR SIŪLOMAS INFEKCIJŲ VALDYMO ALGORITMAS (FRIMAL PROTOKOLAS)

Įvadas

Su lūžiais susijusios infekcijos yra sudėtingos traumatologinės komplikacijos reikalaujančios tikslų patogeninių mikroorganizmų nustatymo ir intensyvios priežiūros pacientams. Šios komplikacijos gali lemti prailgintą paciento lovodienų skaičių bei pakartotines operacijas, sukelti sunkius kaulinio audinio pažeidimus, tokius kaip kaulų uždegimas ar septinis artritas, o ribiniais atvejais įmanoma baigtis yra galūnės amputacija. Nors infekcijų diagnostikos ir gydymo metodai tobulėja, vieningų, visuotinai priimtų infekcijų valdymo ir prevencijos strategijų vis dar trūksta, o literatūroje pateikiamos rekomendacijos neretai yra prieštaringos [1].

Infekuoti pacientai gydomi taikant chirurgiją ir ilgalaikį antibiotikų kursą, tačiau gydymo nesėkmės dažnis išlieka labai didelis ir siekia nuo 10,3% iki 21,4%. Šiomis dienomis, dėl tyrimų stokos, norint sėkmingai išspręsti sudėtingą situaciją, reikia remtis skirtingų sričių specialistų komandos žiniomis. Darbo tikslas - nustatyti su lūžiais susijusių infekcijų epidemiologinius, klininius, diagnostikos, gydymo ypatumus bei išeiti pacientams, gydytiems Kauno ligoninėse ir pateikti pasiūlymus infekcijų valdymo algoritmui atnaujinti ar papildyti [2].

Metodai

- 1. Duomenų šaltiniai.** Tyrimo duomenys gauti iš 2021 – 2024 m. Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Kauno ligoninės ir Kauno klinikų Ortopedijos – traumatologijos klinikose gydytų, 18 metų ir vyresnių, pacientų medicininės dokumentacijos. Nuasmenintos ligos istorijos atrinktos pagal TLK-10 kodą T84.7.
- 2. Statistinė duomenų analizė.** Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant IBM SPSS Statistics (versija 30.0.0.0) programinę įrangą. Skirtumai tarp duomenų laikyti statistiškai reikšmingais, kai $p < 0,05$.

Rezultatai

• Pacientų, gydytų dėl ilgųjų kaulų lūžių periimplantinės infekcijos, populiacija ir rizikos veiksniai

Viso tyrime dalyvavo 32 pacientai, 23 metų ar vyresni vyrai ($n=25$) ir moterys ($n=7$). Vyrų sergamumas ilgųjų kaulų lūžių periimplantine infekcija buvo dažnesnis ir jie sudarė 78,1% visų tyrimo dalyvių. Vidutinis tyrimo dalyvio amžius buvo 50,7 metai (mediana (M)=48; $SD=15,37$).

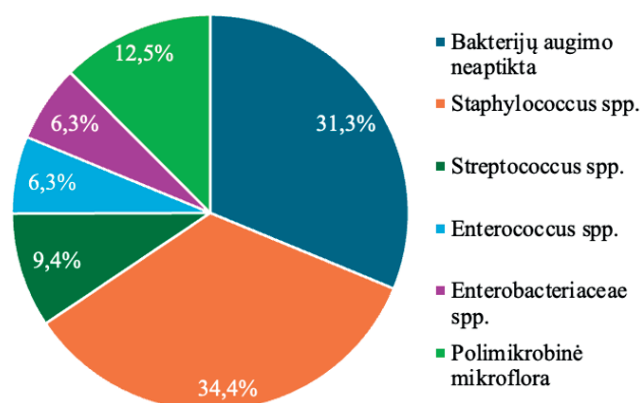
Žalingų įpročių turinčių pacientų pasitaikė mažai, tik 3,1% turėjo problemų su alkoholio vartojimu. Piktnaudžiavimas tabako gaminiais taip pat siekė 3,1%. Žvelgiant į sergamumą gretutinėmis ligomis, kardiovaskulinėmis ligomis viso sirgo 12,4% pacientų, 9,4% turėjo cukrinį diabetą su organų taikinių pažeidimu, bei 6,3% pacientų buvo diagnozuoti solidiniai navikai be metastazių. Charlson mirtingumo rodiklis šioje pacientų populiacijoje vidutiniškai siekė 1,16 balų ($M=0,00$; $SD=1,95$), o nuo paciento priklausomas faktorius buvo 1,38 ($M=1,00$; $SD=0,91$).

• Ilgųjų kaulų lūžių periimplantinės infekcijos klinikiniai ir mikrobiologiniai ypatumai

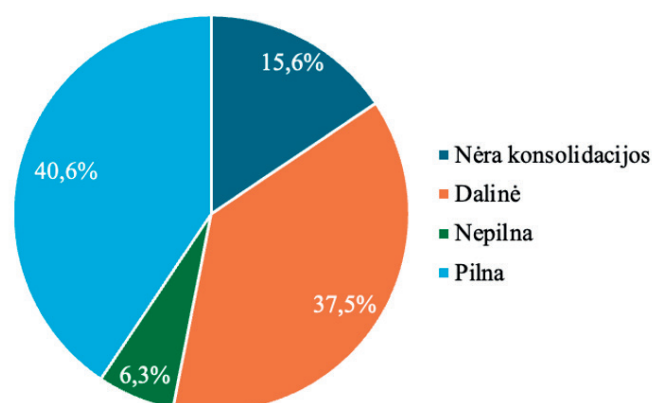
Infekcijos lokalizacija pagal paveiktą ilgąjį kaulą didžiaja dalimi, 43,8% pacientų, buvo diagno-

zuota blauzdikaukyje, o rečiausiai atvejais pasitaikė žastikaukyje bei alkūnkaulyje, atitinkamai po 6,3%. Išskiriant pagal kaulo segmentą, net 65,5% distalinė kaulo dalis buvo sužalojama dažniausiai, o proksimalinė (18,8%) kaulo dalis bei jo kūnas (15,6%), tarpusavyje mažai skyrėsi ir pasitaikė rečiau. Pagal lūžio fragmentų skaičių, lūžių tipų pasiskirstymas buvo panašus – kiekvienas jų sudarė maždaug po trečdalį tiriamųjų; išskirti šie tipai: paprastas (34,4%), pleišto formos (37,5%), ir daugiaskeveldrinis (28,1%). Daugiau kaip pusė diagnozuotų lūžių pagal lūžio liniją buvo ekstrasąnariniai ir sudarė 56,3% tiriamųjų, o dalinai sąnariniai ir intrasąnariniai tipai pasitaikė po 25,0% ir 18,8% pacientų, atitinkamai. Atsižvelgiant į lūžio atvirumą, tik 6,3% atvejų buvo nustatytas atviras lūžis, pagal Gustilo – Anderson klasifikaciją – II tipo.

Lūžio gydymas plokštelėmis ir sraigtais buvo populiariausias operavusio gydytojo pasirinkimas iš viso 78,13% atvejų. Rečiausiai pasirenkamos konstrukcijos buvo Kiršnerio vielos ar tik sraigtai – po 3,13%.



1 pav. Mikroorganizmai sukėlę periimplantinę infekciją



2 pav. Kaulo lūžio linijos konsolidacija

Prieš pradedant infekcijos gydymą, pacientams buvo atliekamas rentgenologinis ištyrimas bei vertinama REBORNE skalė, kuri pradiniam gydymo etape vidutiniškai siekė 12,13 balo ($M=12,00$; $SD=3,87$). Rengnologiskai įvertintas kaulo sugijimas parodė, kad infekcijos pradžioje, pacientams dažniau buvo diagnozuojama pilna (40,6%) ar dalinė (37,5%) konsolidacija, tačiau net 15,6% pacientų kaulinės konsolidacijos išvis nebuvo nustatyta.

Net 96,9% atvejų infekcija pasireiškė vėliau nei 2 sav. po chirurginio gydymo, o implanto amžius, apskaičiuotas savaitėmis, vidutiniškai buvo 54,84 sav. ($M=18,00$; $SD=94,70$).

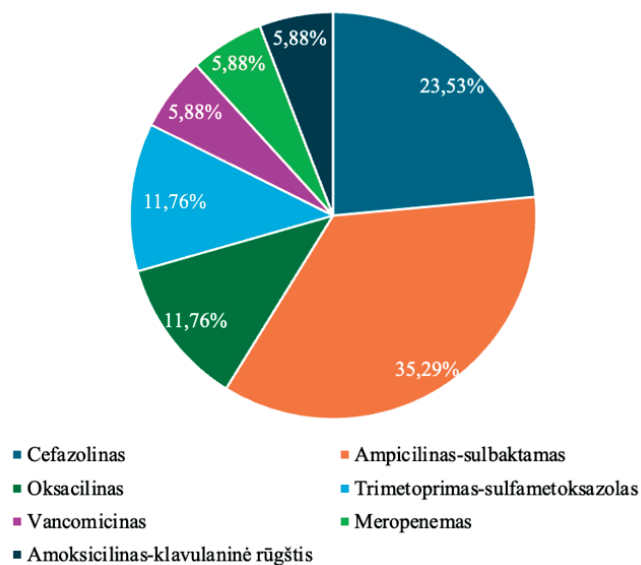
Iš operacijos metu paimtų pasėlių, 34,4% bakterijų augimo laboratorijoje nustatyta nebuvo, o dažniausias rastas sukėlėjas 31,3% atvejų buvo priskiriamas *Staphylococcus* genčiai. Net 12,5% pacientų buvo diagnozuojama polimikrobinė flora.

• Ilgųjų kaulų lūžių periimplantinės infekcijos gydymo taktikos pasirinkimas ir išeitys

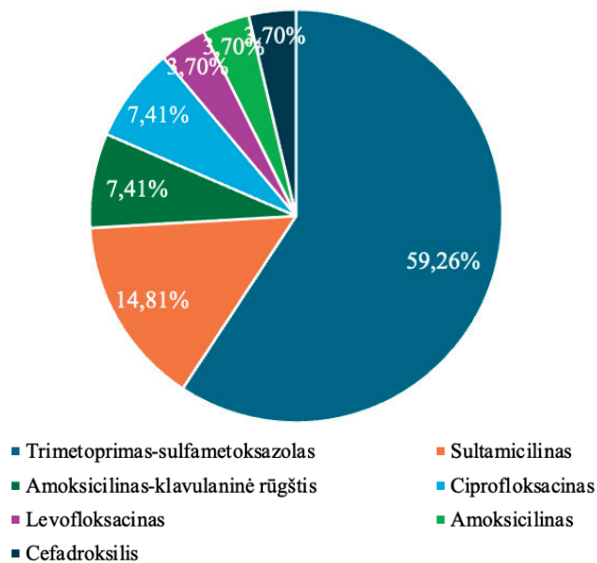
Dažniausiai pasirinkta gydymo taktika buvo implanto šalinimas ir sudarė 81,25% atvejų, ir tik 18,75% pacientų pasirinkta DAIR procedūra. Tuo tarpu 12,5% pacientų, kuriems buvo nuspėta pašalinti metalines konstrukcijas, prireikė kitų galūnės imobilizacijos priemonių.

Gydymas intraveninių (i.v.) ir peroralinių (per os) antibiotikų (a/b) deriniu buvo dažniausias, 75% atvejų, o tik i.v. (15,60%) ar tik per os antibiotikai (9,4%) buvo skirti mažesniajai daliai pacientų. Dažniausiai, 58,62% atvejų, vyravo a/b monoterapija, kuomet buvo skiriamas tik vienas a/b. Tarp dažniausiai pasirenkamų i.v. a/b monoterapijai populiariausias gydančio gydytojo pasirinkimas buvo ampicilinas – sulbaktamas (35,29%) ar cefazolas (23,53%), o rečiausiai – vankomicinas, meropenemas, amoksicilinas su klavulanine rūgštimi, ir sudarė po 5,88% pasirinkimų. Tuo tarpu kombinuotai terapijai pasirinktų i.v. a/b deriniai kaip vankomicinas kartu su ampicilinu – sulbaktamu buvo dažniausias (41,67%).

Tarp peroralinių antibiotikų trimetoprimas – sulfametoksazolas buvo pasirinktas daugiau kaip puisei pacientų - 59,26% atvejų. Gydomo i.v a/b trukmė vyravo apie 17 d. (M=11,00; SD=14,33), per os – 42 d. (M=35,00; SD=36,48), o bendra gydymo trukmė, vidutiniškai sudarė 52 d. (M=47,00; SD=36,54).

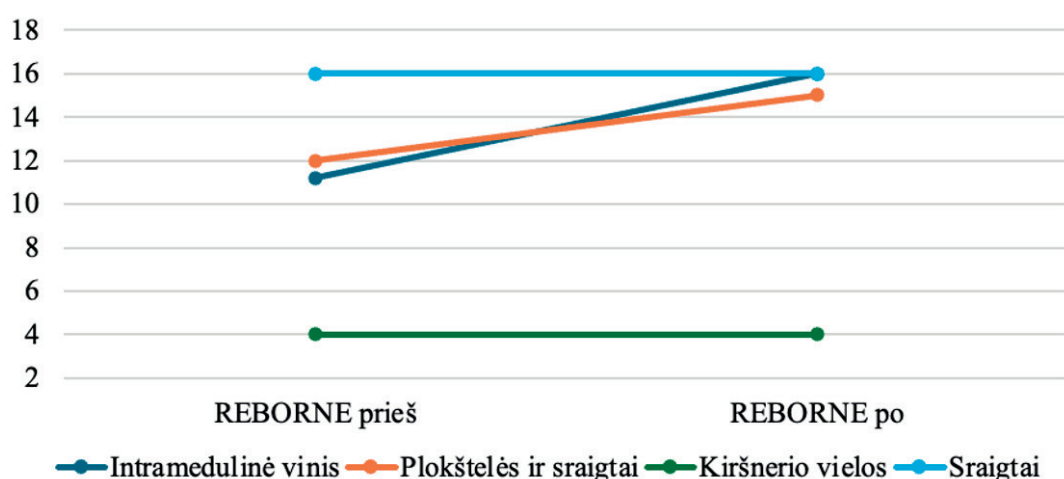


3 pav. Monoterapija intraveniniu antibiotiku



4 pav. Monoterapija peroraliniu antibiotiku

Gydymo išeitys 93,8% pacientų buvo geros, o likusiems 6,3% ligonių gydymas baigėsi amputacija ar implanto pašalinimu po nepasisekusios DAIR gydymo taktikos. Iš viso, 87,5% pacientų pavyko išsaugoti infekcijos paveiktos galūnės funkciją. O įvertinus gydymo išeitis po metų rentgenologiniais tyrimais, pacientų REBORNE skalės vidurkis siekė 15,52 balus (mediana 16,00; SD=2,95) ir statistiškai reikšmingai pagerėjo, lyginant su pradiniu matavimu ($|Z|=3,579$; $p<0,001$). Buvo atliktas REBORNE balų palyginimas tarp skirtingos osteosintezės būdo ir pastebėta, kad gydymas Kiršnerio vielomis buvo statistiškai reikšmingai prastesnis nei intramedulinė vinis (M=12; $p=0,001$), plokštelės ir sraigčiai (M=12; $p=0,001$) ar sraigčiai (M=16; $p=0,024$).



5 pav. Gydymo išeitys pagal osteosintezės būdą

Išvados. Su lūžiais susijusių infekcijų gydymo sėkmė priklauso nuo infekcijos ypatumų ir gydymo taktikos, todėl būtina individualizuota, daugiadalykės komandos priežiūra.

LITERATŪRA

- [1] Coleman M, Bergner C, Carver TW. Risk Factors for Fracture-Related Infections after Low-Velocity Gunshot Fractures to the Pelvis. *Injury*. 2024;
- [2] Rupp M, Walter N, Bärthel S, Heyd R, Hitzenbichler F, Alt V. Fracture-Related Infection Epidemiology, Etiology, Diagnosis, Prevention, and Treatment. *Dtsch Arztebl Int*. 2024.

POOPERACINIAI ŽARNYNO RIEBALŲ RŪGŠTIS SUJUNGIANČIO BALTYMO BEI LIPOPOLISACHARIDUS SUJUNGIANČIO BALTYMO RODIKLIŲ POKYČIAI KAIP GALIMI CHIRURGINĖS ŽAIZDOS INFEKCIJOS BIOŽYMENYS PO VIRŠKINAMOJO TRAKTO ONKOLOGINIŲ OPERACIJŲ

Darbo pagrindimas ir tikslas. Chirurginės žaizdos infekcija (CŽI) yra viena dažniausių pooperacinių komplikacijų virškinamojo trakto chirurgijoje, paveikianti iki 10,6% chirurginių pacientų [1]. Ji lemia pailgėjusią hospitalizacijos trukmę, padidėjusį pakartotinių hospitalizacijų dažnį, didesnes gydymo išlaidas bei aukštesnį pooperacinį sergamumą ir mirtingumą [2-4]. Šiuo metu klinikinėje praktikoje naudojami tradiciniai uždegiminiai biožymenys piką pasiekia tik 3-5 dieną po operacijos, o tai reikšmingai riboja jų naudingumą ankstyvai infekcijos diagnostikai [5-6]. Biožymenys, atspindintys žarnyno barjero disfunkciją ir sisteminį uždegiminį atsaką, gali pagerinti pooperacinę rizikos stratifikaciją. Lipopolisacharidus sujungiantis baltymas (LBP) yra ūmios fazės baltymas sintetinamas kepenyse ir inicijuojantis sisteminį uždegiminį atsaką - taip atspindėdamas bakterijų endotoksinų translokaciją į sisteminę kraujotaką [7]. Žarnyno riebalų rūgštis sujungiantis baltymas (iFABP) - vidulastelinis riebalų rūgščių pernašos baltymas, ekspresuojamas išimtinai žarnyno enterocituose ir išsiskiriantis į kraujotaką pažeidus žarnyno epitelį [8]. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti perioperacinę serumo LBP ir iFABP dinamiką bei jų potencialą kaip ankstyvųjų CŽI prediktorių po virškinamojo trakto vėžio operacijų.

Metodai ir medžiaga. Analizuota prospektyvi 110 pacientų kohorta, kuriems atlikta virškinamojo trakto vėžio chirurginė operacija. Serumo mėginiai buvo renkami prieš operaciją, 2-ąją ir 4-ąją pooperacinę dieną (POD) bei infekcinių komplikacijų įtarimo ar diagnozavimo atveju. LBP ir iFABP koncentracijos serume buvo matuojamos naudojant komerciškai prieinamus ELISA rinkinius (Elabscience®), pagal gamintojo instrukcijas. Pacientai buvo suskirstyti į CŽI teigiamą (CŽI+) ir CŽI neigiamą (CŽI-) grupes. Statistinė analizė atlikta naudojant R programinę įrangą.

Rezultatai. Tyrime dalyvavo 110 pacientų: 60 vyrų (55%) ir 50 moterų (46%), kurių amžiaus mediana - 70 (62-76) metų, vidutinis KMI - $26,8 \pm 5,0$ kg/m². Naviko lokalizacija: storosios/tiesiosios žarnos - 59 (54%), stemplės/skrandžio sritis - 28 (26%), hepatopankreatoduodenalinė zona - 23 (21%). Neoadjuvantinis gydymas taikytas 28 (25%) pacientams. Pooperacinės komplikacijos išsivystė 49 iš 110 pacientų (45%): pagal Clavien-Dindo skalę I-II laipsnio - 30 (27%), III-V laipsnio - 19 (17%). Infekcinės komplikacijos nustatytos 27 pacientams (25%), iš jų chirurginės žaizdos infekcija - 25 (23%). Infekcijos diagnozės laikas (mediana) - 6-oji (5-8) pooperacinė diena. Pooperacinės LBP koncentracijos padidėjo 2-ąją ir 4-ąją POD, lyginant su pradine reikšme ($p \leq 0,0001$), po to sumažėjo nuo 2-osios iki 4-osios POD ($p = 0,03$). CŽI+ pacientams LBP koncentracijos 4-ąją POD buvo aukštesnės ($p = 0,007$), taip pat, stebėtas reikšmingas LBP padidėjimas nuo pradinio lygio visais pooperaciniais etapais bei infekcijos atvejais. Priešingai, iFABP koncentracijos sumažėjo 2-ąją ir 4-ąją POD, palyginti su pradine reikšme ($p \leq 0,0001$). CŽI+ pacientams iFABP koncentracijos 2-ąją POD buvo aukštesnės ($p = 0,01$), tačiau reikšmingų dinaminių pokyčių nebuvo pastebėta.

Išvados. LBP pasižymi ryškia pooperacine dinamika ir yra susijęs su chirurginių žaizdų infekcijų išsivystymu po virškinamojo trakto vėžio operacijų, pagrindžiant jo, kaip ankstyvojo pooperacinės infekcijos biožymens, potencialų vaidmenį. iFABP koncentracijos pooperaciniu laikotarpiu mažėjo, tačiau infekcijos atveju šis sumažėjimas buvo mažiau ryškus, o jo diagnostinis potencialas pooperacinės žaizdos infekcijos nustatymui išlieka ribotas ir reikalauja tolesnio tyrimo.

Raktažodžiai. Virškinamojo trakto vėžio chirurgija; chirurginės žaizdos infekcija; LBP; iFABP; biožymenys.

LITERATŪRA

- [1] Jahangir F., Haghdoost A., Moameri H., Okhovati M. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 2024, 49, 402-412.
- [2] Mujagic E., Marti W.R., Coslovsky M., Soysal S.D., Mechera R., von Strauss M. et al. *World Journal of Surgery*, 2018, 42, 3888-3896.
- [3] Petrosyan Y., Thavorn K., Maclure M., Smith G., McIsaac D.I., Schramm D. et al. *Annals of Surgery*, 2021, 273, 917-923.
- [4] Korol E., Johnston K., Waser N., Sifakis F., Jafri H.S., Lo M. et al. *PloS One*, 2013, 8, e83743.
- [5] Bona D. et al. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2023, 27, 166-179.
- [6] Ramos D. et al. *Cancers (Basel)*, 2025, 17, 125.
- [7] Ramaiah S.K., Rose R.E. *Comprehensive Toxicology*. Elsevier, Oxford. 2010. 613-625.
- [8] Gajda A.M., Storch J. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 2015, 93, 9-16.

AUGALINĖS ŽALIAVOS INOVATYVIŲ DEZINFEKCIJOS TECHNOLOGIJŲ TYRIMAS

Išvada

Džiovinata augalinės kilmės žaliava naudojama maisto papildų, farmacijos ir kosmetikos pramonėje, tačiau jų kokybę ir saugą dažnai riboja mikrobiologinė tarša. Tyrimai rodo, kad augalinė žaliava gali būti užteršta patogeninėmis bakterijomis bei pelėsiniais grybeliais, kurie gali ne tik pabloginti produkto kokybę, bet ir kelti pavojų vartotojų sveikatai [1]. Tradiciniai dezinfekcijos metodai, pvz., terminis apdorojimas ar cheminiai dezinfektantai, gali neigiamai paveikti augalinės žaliavos bioaktyvius junginius ir sumažinti jų biologinį aktyvumą [1]. Todėl būtina ieškoti alternatyvių saugių ir efektyvių ir dezinfekcijos sprendimų, kurie užtikrintų žaliavos mikrobiologinį saugumą ir išsaugotų veikliųjų medžiagų stabilumą.

Darbo tikslas: įvertinti skirtingų dezinfekcijos metodų poveikį mikrobiologinei taršai ir bioaktyvių junginių kiekiui augalinėje žaliavoje.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti kininių cinamonų (*Cinnamomum cassia*) eterinio aliejaus poveikį vaistinės augalinės žaliavos mikrobiologinei taršai.
2. Įvertinti CO₂ poveikį vaistinės augalinės žaliavos mikrobiologinei taršai.
3. Nustatyti suminį fenolinių junginių kiekį vaistinėje augalinėje žaliavoje prieš dezinfekciją ir po CO₂ bei kininių cinamonų (*Cinnamomum cassia*) eterinio aliejaus dezinfekcijos.
4. Ištirti vaistinės augalinės žaliavos, kaupiančios eterinį aliejų, kiekinės – kokybinės sudėties pokyčius po dezinfekcijos.
5. Palyginti dezinfekcijos metodų efektyvumą ir pritaikomumą.

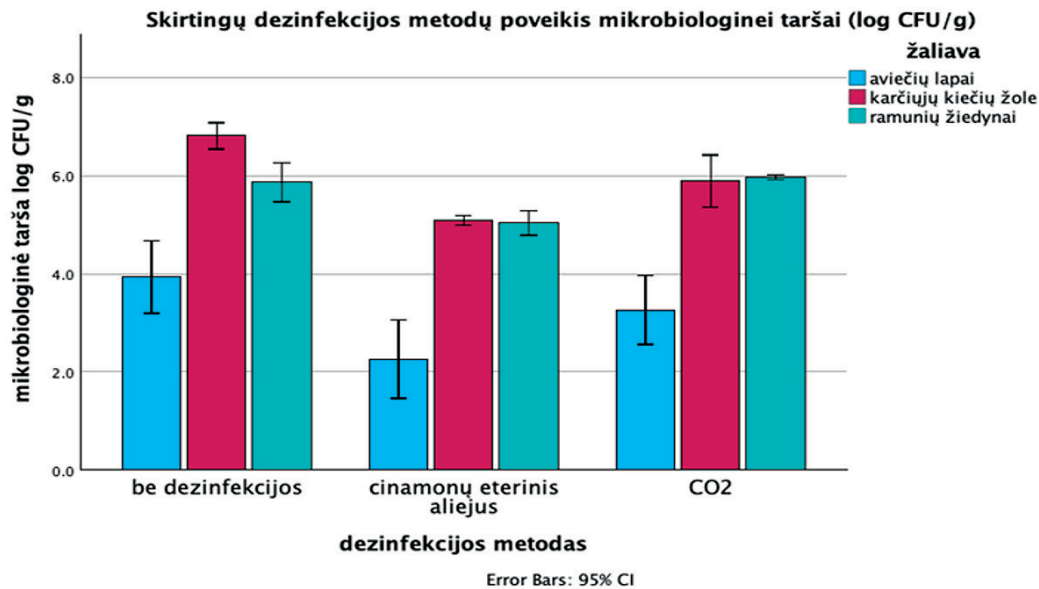
Tyrimo objektas: džiovinata vaistinė augalinė žaliava – paprastųjų aviečių (*Rubus idaeus* L.) lapai, karčiųjų kiečių (*Artemisia absinthium* L.) žolė, vaistinių ramunių (*Matricaria chamomilla* L.) žiedynai.

Metodai

- Žaliava dezinfekcija
 - apdorojant suslėgtu CO₂ (30 °C, 3 bar, 1 ar 24 val.)
 - išpurškiant kininių cinamonų (*Cinnamomum cassia*) eteriniu aliejumi (UAB Kvapų Namai, Lietuva). Po apdorojimo mėginiai džiovinami kambario temperatūroje 2 val.
- Mikrobiologinė tarša įvertinta prieš ir po dezinfekcijos nustatant mikroorganizmų kiekį (log CFU/g) pasėlio į mitybinę terpę metodu.
- Vaistinės augalinės žaliavos suminis fenolinių junginių kiekis nustatytas spektrofotometrinio metodu ir išreikštas galo rūgšties ekvivalentais (GAE/g), o eterinio aliejaus kokybinė – kiekinė sudėtis įvertinta dujų chromatografijos metodu.
- Statistinė analizė atlikta naudojant IBM SPSS programinį paketą: apskaičiuoti vidurkiai, standartinės paklaidos ir logaritminis sumažėjimas (log reduction), taikytas nepriklausomų imčių Studento t kriterijus bei Spearmano koreliacijos analizė.

Rezultatai ir jų aptarimas

Mikrobiologinė tarša. Rezultatai pateikiami 1 paveiksle. Studento *t* kriterijus parodė, kad kininių cinamonų eterinis aliejus visais atvejais reikšmingai sumažino mikrobine taršą ($p \leq 0,003$), o CO_2 poveikis buvo reikšmingas paprastųjų aviečių lapuose ($p = 0,047$) ir karčiųjų kiečių žolėje ($p = 0,003$), tačiau nereikšmingas vaistinių ramunių žiedynuose ($p = 0,329$) (1 pav.).



1 pav. Skirtingų dezinfekcijos metodų poveikis mikrobiologinei taršai (log CFU/g)

Rezultatai rodo, kad kininių cinamonų eterinis aliejus yra efektyvesnė dezinfekcijos priemonė nei CO_2 , nes visose tirtose žaliavose reikšmingai sumažino mikrobine taršą ($p \leq 0,003$). Šis poveikis siejamas su cinnamaldehydu, kuris pažeidžia mikroorganizmų ląstelių membranas [2]. CO_2 dezinfekcijos efektyvumas buvo mažesnis ir priklausė nuo žaliavos struktūros – ypač vaistinių ramunių žiedynuose, pasižyminčiuose tvirtesne ir tankesne audinių struktūra, galėjo riboti dujų prasiskverbimą ir lemti nereikšmingą rezultatą ($p = 0,329$).

Suminis fenolių kiekis vaistinėje augalinėje žaliavoje (prieš ir po dezinfekcijos). Studento *t* kriterijus parodė, kad nei cinamonų eterinio aliejaus, nei CO_2 poveikis fenolių kiekiui sudėčiai nebuvo statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$) t.y., neturėjo neigiamos įtakos fenolinių junginių koncentracijai vaistinėje augalinėje žaliavoje. Pagal Europos vaistų agentūros (EMA) parengtos paprastųjų aviečių lapų monografijos informaciją – šioje vaistinėje augalinėje žaliavoje turi būti 3,06–7,95 proc. suminio fenolių kiekio [3]. Taigi, dauguma paprastųjų aviečių lapų mėginių po dezinfekcijos atitiko reikalavimą, išskyrus cinamonų eteriniu aliejumi apdorotų aviečių lapų mėginius. Tikėtina, kad porėta lapų struktūra palengvino eterinio aliejaus sąveiką su audiniu, todėl nustatytas didesnis šių biologiškai aktyvių junginių (fenolių) kiekis – nuo 78,03 (12,73) iki 120,15 (71,10) GAE/g. Vaistinėje augalinėje žaliavoje, pasižyminčioje tankesne struktūra, šis efektas buvo mažesnis, pvz., ramunių žiedynuose – 136,57 (39,03) iki 70,68 (20,57) GAE/g.

Vaistinės augalinės žaliavos, kaupiančios eterinį aliejų, dujų chromatografijos analizė. Iš 20 g augalinės žaliavos visuose mėginiuose išgauta mažiau nei 0,2 ml aliejaus, todėl bendras jo kiekis yra mažesnis nei 1,0 proc. Šis rezultatas atitinka Europos vaistų agentūros (EMA) reikalavimus eterinio aliejaus kiekiui vaistinėje augalinėje žaliavoje - karčiųjų kiečių žolėje (0,2 proc. – 1,5 proc.) [4] ir vaistinių ramunių žiedynuose (0,3 proc. – 1,9 proc.) [5]. Karčiųjų kiečių žolės eteriniame aliejuje po CO_2

apdorojimo padidėjo sabinil acetato (nuo 28,12 proc. iki 31,48 proc.) ir kariofileno oksido (nuo 10,83 proc. iki 12,17 proc.) kiekis. Vaistinių ramunių žiedynuose padidėjo β -farnezeno (nuo 34,74 proc. iki 36,07 proc.) ir poliacetilenų grupės junginio - tonghaosu (nuo 21,02 proc. iki 21,54 proc.) kiekis.

Spearmano koreliacijos analizė parodė neigiamą ryšį tarp mikrobiologinės taršos ir suminio fenolių kiekio, tačiau jis nebuvo statistiškai reikšmingas (CO_2 $\rho = -0,429$; $p = 0,111$; cinamonų eterinis aliejus: $\rho = -0,348$; $p = 0,157$). Galima daryti prielaidą, kad dezinfekcija, mažindama mikrobiologinę taršą, nesumažino suminio fenolinių junginių kiekio, tačiau rezultatai nėra statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$).

Išvados

1. Cinamonų eterinis aliejus buvo efektyviausias dezinfekcijos metodas, reikšmingai sumažinęs mikrobiologinę taršą visų tirtų vaistinių augalų žaliavoje ($p < 0,05$).
2. CO_2 dezinfekcija pasižymėjo mažesniu poveikiu ir ne visų tirtų mėginių atžvilgiu buvo statistiškai reikšminga.
3. Nustatytas suminis fenolinių junginių kiekis po CO_2 ir kininių cinamonų (*Cinnamomum cassia*) eterinio aliejaus dezinfekcijos neparodė statistiškai reikšmingų pokyčių ($p > 0,05$).
4. Vaistinės augalinės žaliavos apdorojimas CO_2 sukėlė nereikšmingus tirtų vaistinių augalų s žaliavos eterinio aliejaus kiekinės sudėties pokyčius, tačiau kokybinė sudėtis išliko stabili.
5. Gauti rezultatai parodė, kad cinamonų eterinis aliejus gali būti taikomas paprastųjų aviečių (*Rubus idaeus* L.) lapų, karčiųjų kiečių (*Artemisia absinthium* L.) žolės ir vaistinių ramunių (*Matricaria chamomilla* L.) žiedynų dezinfekcijai.

Projektą „Augalinės žaliavos inovatyvios dezinfekcijos technologijos tyrimas. Akronimas – AUG-DEZIN“ finansavo Lietuvos mokslo taryba, sutarties reg. Nr. S-ST-25-11.

LITERATŪRA

- [1] Rahmati, E., Khoshtaghaza, M. H., Banakar, A., Ebadi, M. *Decontamination technologies for medicinal and aromatic plants: A review. Food Science and Nutrition*, 2022, 10(3), 784–799.
- [2] Pang D, Huang Z, Li Q, Wang E, Liao S, Li E, et al. Antibacterial Mechanism of Cinnamaldehyde: Modulation of Biosynthesis of Phosphatidylethanolamine and Phosphatidylglycerol in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021 Nov 5;69(45):13628–36.
- [3] European Medicines Agency. Community herbal monograph on *Rubus idaeus* L., folium. EMA/HMPC/44211/2012. London: EMA; 2013.
- [4] European Medicines Agency. *Assessment report on Artemisia absinthium* L., herba (final). EMA/HMPC/751484/2016. London: EMA; 2017
- [5] European Medicines Agency. *Final assessment report on Matricaria recutita* L., flos and *Matricaria recutita* L., aetheroleum – first version. EMA/HMPC/55837/2011. London: EMA; 2015



Techno-
logijos
mokslai

ROBOTINĖS RANKOS SKAITMENINIO DVYNO PROJEKTAVIMAS IR FIZINIO PROTOTIPO KŪRIMAS

“Robotinės rankos skaitmeninio dvynio projektavimas ir fizinio prototipo kūrimas” – apjungia pažangias mechatronikos, skaitmeninės inžinerijos ir automatizavimo sąsajas. Šiandien, skaitmeninio dvynio (angl. digital twin) koncepcija leidžia ne tik efektyviau projektuoti ir testuoti robotines sistemas virtualioje aplinkoje, bet ir sumažinti kūrimo kaštus bei padidinti sistemos patikimumą priešprototipo įgyvendinimą. Lietuvoje vis dar jaučiamas aukštos pridėtinės vertės inžinerinių produktų kūrimo trūkumas bei kvalifikuotų specialistų stygius automatizavimo ir robotikos srityse. Be to, roboto manipulatoriai vis plačiau taikomi pavoje, sunkiai pasiekiamose ar didelio tikslumo reikalaujančiose aplinkose. Sistemos, leidžiančios operatoriams intuityviai valdyti šiuos manipulatorius per natūralius kūno judesius, yra svarbus žmogaus ir roboto sąveikos raidos žingsnis. Tradicinės valdymo sąsajos, tokios kaip pulteliai ar mokymo valdikliai, dažnai reikalauja ilgo mokymosi laikotarpio ir riboja judesių išraiškingumą [1]. Dėvimosios gestų sąsajos yra patraukli alternatyva, leidžianti valdyti robotines sistemas per intuityvius galūnių judesius ir rankų sekimą. Inerciniai matavimo blokai (IMU), integruojantys akselerometrus ir giroskopus, plačiai naudojami šiose sistemose dėl savo įperkamumo, kompaktiškumo [2]. Belaidžio ryšio technologijos, tokios kaip ESP-NOW, užtikrina itin mažo delsos laiko tiesioginį duomenų perdavimą tarp mikrovaldiklių, todėl puikiai tinka realaus laiko valdymo programoms.

Projekto metu sukurtas robotinės rankos skaitmeninis modelis ir prototipas gali būti naudojamas švietimo tikslais ne tik universitete, bet ir mokyklose ar įmonėse, pristatant skaitmeninės inžinerijos ir prototipavimo galimybes. Projektas išsiskyrė tuo, kad skaitmeninis dvynys buvo kuriamas naudojant pažangią skaitmeninę platformą 3DEXPERIENCE, kuri integruoja visus projektavimo ir simuliacijos procesus vienoje aplinkoje. Tai leido efektyviai valdyti patį projektavimo etapą ir užtikrinti glaudų ryšį tarp skaitmeninio dvynio ir realaus prototipo. Fizinis prototipas buvo gaminamas naudojant adityvią gamybą - 3D spausdinimo technologijas, kas leido greitai atlikti surinkimo etapą, ir esant poreikiui, modifikuoti robotinės rankos komponentus pagal poreikį.

Šio projekto metu buvo atliktas gestais valdomos roboto manipulatoriaus sistemos projektavimas naudojant 3DEXPERIENCE platformą ir prototipo sukūrimas, kuris leido intuityviai ir realiu laiku valdyti robotą naudojant dėvimąją jutiklių sąsają (pirštinių tipo). Sukurtoje sistemoje buvo naudojami inerciniai matavimo blokai (IMU), sumontuoti ant operatoriaus rankos, riešo sukimosi, pasvyrimo ir kilimo judesiams fiksuoti. Duomenys belaidžiu būdu buvo perduodami ESP-NOW protokolu į imtuvo bloką, kuris per Pololu Mini Maestro valdiklį kontroliuoja daugiakanalę servo pavaromis varomą roboto ranką. Akselerometras ir giroskopas seka rankos judesius ir tiksliai apskaičiuoja galūnės orientaciją. Taip pat buvo panaudotas ir integruotas kompiuterinės regos modulis, naudojantis MediaPipe biblioteką, kuris išplečia horizontaliosios plokštumos padėties valdymą. Sukurta robotinė sistema pasižymi mažu delsos laiku, sklandžiu ir tiksliu judėjimo atkartojimu bei reguliuojamais parametrais, todėl tinka naudoti nuotoliniam manipuliavimui, reabilitacijos pagalbai ir žmogaus-roboto sąveikos tyrimams. Sukurtai sistema buvo panaudoti du Arduino Nano ESP32 mikrovaldikliai, MPU-6050 IMU jutikliai, Pololu Mini Maestro 18 kanalų servo valdiklis. Kaip alternatyva, buvo sukurtas ir antras valdymo būdas naudojant MediaPipe pagrindu veikiančią kompiuterinės regos modulį (kamerą). Sistema verčia rankos ir riešo orientaciją į konkrečias servo kanalo komandas, sudarydama sąlygas daugiafunkciui manipulatoriaus valdymui su sklandžiais ir reguliuojamais judesių profiliais. Sistemos architektūrą sudaro dvi pagrindinės posistemės: operatoriaus dėvimas siųstuvas ir imtuvo blokas, montuojamas ant roboto.

Siųstuve naudojamas MPU-6050 šešių ašių IMU jutiklis ir Arduino Nano ESP32 mikrovaldiklis. Imtuvo bloke suporuotas antras Arduino Nano ESP32 su Pololu Mini Maestro 18 kanalų servo valdikliu, lankstumo jutikliu ir Meanwell reguliuojamu servo maitinimo šaltiniu.

Orientacijos įvertinimas siųstuve atliekamas naudojant arktangento pagrindu skaičiuojamus kampus iš akselerometro duomenų, pakoreguotus giroskopo integracija pasvyrimo kompensavimui. Apskaičiuoti pasvyrimo ir sukimo kampai atvaizduojami į atitinkamus servo kanalus: sukimas valdo riešo sukimąsi (1 kanalas), pasvyrimas – vertikalią rankos kilimą (2, 3 ir 4 kanalai), o horizontalus judėjimas paliekamas 5 kanalui. Belaidžiam perdavimui naudojamas ESP-NOW protokolas, leidžiantis tiesioginį ryšį tarp ESP32 įrenginių be Wi-Fi prieigos taškų. Duomenų paketas, apimantis pasvyrimo, sukimo, šoninio pagreičio ir lankstumo jutiklio rodmenis, perduodamas maždaug 50 Hz dažniu.

Be to, šoninis rankos poslinkis (5 kanalas) taip pat gali būti valdomas kompiuterinės regos moduliu, veikiančiu kompiuteryje. MediaPipe rankos žymeklių modelis apdoroja kameros kadrus 30 kadrų per sekundę dažniu ir išskiria normalizuotas horizontaliąsias bei vertikaliąsias riešo žymeklio koordinatas. Šios koordinatės serializuojamos ir perduodamos į imtuvo Arduino per USB nuoseklųjį ryšį 115200 baud sparta, kur jos nuskaitytos ir persiųstos kaip Maestro servo komandos. Roboto rankos griebtuvas (0 kanalas) valdomas lankstumo jutiklio, kuris realiu laiku seka lenkimo kampą ir perduoda duomenis servo tiesioginiam grįžtamajam ryšiui. Nustatant tam tikrus parametrus, galima tiksliai sureguliuoti, kada ir kokioje koordinatėje griebtuvas turi būti visiškai uždarytas ar atidarytas. Ta pati koncepcija taikoma kitiems kanalams – kiekvieno jutiklio ribos gali būti atskirai derinamos pagal konkrečius scenarijus ir adaptacijas. Pololu Mini Maestro servo komandas gauna per UART Compact protokolą 9600 baud sparta. Visos servo padėties nurodomos ketvirtadalio mikrosekundės vienetais, atvaizduojamais į impulsų pločio diapazoną 1000–2000 μ s (4000–8000 Maestro vienetais), kur 6000 reiškia neutralią centrinę padėtį. Maestro integruotos ribojimo funkcijos papildomai sušvelnina servo judėjimą ir užtikrina saugų roboto rankos naudojimą.

Sukurta sistema pademonstravo realaus laiko gestais pagrįstą daugiakanalio roboto manipulatoriaus valdymą. ESP-NOW belaidžio ryšio nuoroda nuosekliai pasiekė galinį delsos laiką mažesnę nei 5 ms. Griebtuvas greitai reagavo į riešo judesius dėl atskirų slopinamųjų koeficientų sukimui (0,25) ir kilimui (0,03). Sunkesni rankos segmentai, turėdami didesnę inertiškumą, judėjo panašiau į tikrąją žmogaus ranką. Neutralios orientacijos $\pm 5^\circ$ negyvas zona (deadzone) efektyviai slopino netyčinius mikrojudesius. MediaPipe pagrindu veikiantis šoninio valdymo modulis sėkmingai sekė rankas esant įprastam patalpų apšvietimui. Atvaizduojant horizontaliąją padėtį į 5 kanalą, operatoriaus rankos padėtis ir manipulatoriaus judėjimas galėjo būti lengvai susieti. Šis kompiuterinės regos metodas sėkmingai pašalino pagrindinį IMU sistemų trūkumą – grynojo transliacinio judėjimo aptikimą be sukamojo sujungimo.

Svarbus iššūkis kuriant sistemą buvo tinkamo UART siuntimo kaiščio nustatymas ant Arduino Nano ESP32, kuriam reikėjo empirinio kandidatinių GPIO kaiščių testavimo. Be to, MPU-6050 I2C sąsaja reikalavo aiškaus GPIO kaiščių priskyrimo (SDA: GPIO 11, SCL: GPIO 12), o ne numatytųjų kaiščių atvaizdo.

Išvados:

1. Dėvimoji gestais pagrįsta roboto manipulatoriaus valdymo sistema buvo sėkmingai suprojektuota naudojant 3DEXPERIENCE platformą, atspausdinta pasitelkiant adityvią gamybą ir įgyvendinta, naudojant mažos kainos IMU jutiklius, ESP-NOW belaidį ryšį, lankstumo jutiklį tiksliam griebtuvui sekti ir daugiakanalį servo valdiklį. Tai patvirtino, kad Arduino valdikliai gali bendrauti tarpusavyje realiu laiku su valdymo delsos laiku mažesniu nei 5 ms.
2. MediaPipe kompiuterinės regos pagrindu veikiantis rankų sekimas sėkmingai papildė IMU pagrindu pagrįstą orientacijos valdymą, suteikdamas tikslų transliacinės padėties jutimą horizontalioje plokštumoje – tai yra pagrindinis inercinės jutimų sistemos trūkumas.
3. Modulinė sistema, atskirianti belaidį gestų fiksavimą, kompiuterinės regos apdorojimą ir servo valdymą, atveria galimybes plėsti funkcionalumą – diegti didesnio laisvės laipsnių manipulatorius, uždaro ciklo jėgos grįžtamąjį ryšį ir daugialypę galūnių koordinaciją.

Taip pat, sukurtas robotinės rankos fizinis prototipas ir skaitmeninio dvynio kūrimo metodika gali būti toliau sėkmingai pritaikyta mokymui ir švietimui, didinant STEM sričių patrauklumą.

LITERATŪRA

- [1] Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., Oriolo, G. *Robotics: Modelling, Planning and Control*. Springer, London. 2009.
- [2] Lugaresi, C., et al. MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines. *arXiv preprint arXiv:1906.08172*, 2019.
- [3] Pololu Corporation. *Maestro USB Servo Controller User's Guide*. Online. Prieiga per internetą: <https://www.pololu.com/docs/0J40>
- [4] Espressif Systems. *ESP-NOW Protocol Documentation*. Online. Prieiga per internetą: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/network/esp_now.html

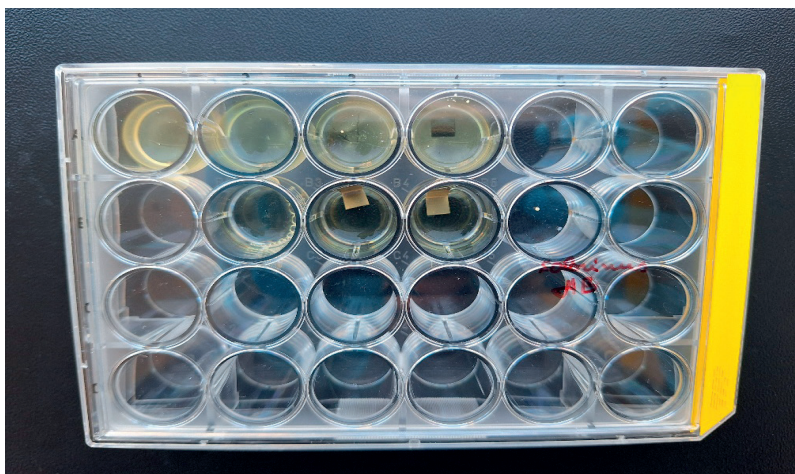
STREPTOCOCCUS MUTANS IR STREPTOCOCCUS SOBRINUS BIOPLĖVELĖS MIKROBIOLOGINIS MODELIS IR RAMANO SPEKTROSKOPIJOS ANALIZĖ

Dantų ėduonis ir dantų apnašos - vieni iš labiausiai paplitusių sveikatos sutrikimų pasaulyje, atsirandantys dėl mikroorganizmų ir maisto likučių sąveikos. Šių procesų metu rūgštis gaminančios bakterijos kolonizuoja dantų paviršių ir, fermentuodamos angliavandenius, tokius kaip sacharozė ar fruktozė, pažeidžia kietuosius danties audinius [1]. Ypač svarbų vaidmenį šiame procese atlieka *Streptococcus* genties mikroorganizmai – *Streptococcus mutans* ir *Streptococcus sobrinus*, kurie yra natūralūs burnos mikrobiotos gyventojai, tačiau jų padidėjimas ar plėvelės formavimas reikšmingai prisideda prie dantų ėduonies vystymosi. *Streptococcus mutans* metabolizuoja cukrų ir išskiria rūgštis, sukeliančias emalio demineralizaciją bei karieso vystymąsi [2],[3]. Tuo tarpu *Streptococcus sobrinus* dažnai veikia kartu su *Streptococcus mutans*, stiprindamos bioplėvelės formavimą ir didindamos emalio pažeidimo riziką [3].

Bioplėvelių susidarymas yra aktualus ne tik burnos ertmėje, bet ir ant implantuojamų paviršių, tokių kaip titano implantai, kur bakterijų kolonizacija gali sukelti infekcijas bei implanto „atmetimą“. Dėl šios priežasties svarbu tirti bakterinių bioplėvelių formavimosi ypatumus ir jų sąveiką su implantinėmis medžiagomis. Nedestruktyvūs spektroskopiniai metodai laikomi vienais tinkamiausių tokių procesų stebėjimui [4]. Paviršiaus sustiprinta Ramano spektroskopija (SERS) pasižymi dideliu jautrumu ir specifiškumu, leidžiančiu aptikti biocheminius pokyčius, susijusius su bioplėvelių formavimusi bei dantų ėduonies vystymusi [5].

Šio tyrimo tikslas – ištirti bakterinių bioplėvelių augimo mechanizmus ant titano paviršių ir nustatyti *Streptococcus mutans* bei *Streptococcus sobrinus* formuojamų bioplėvelių molekulinis skirtumas.

Atliekant tyrimą buvo analizuojamas *Streptococcus mutans* ir *Streptococcus sobrinus* bioplėvelių formavimasis (1 pav.) ant įvairių paviršių, įskaitant ir titanu dengtus paviršius. Taikant paviršiaus sustiprintos Ramano spektroskopijos metodą, nustatyti šių bakterijų bioplėvelių molekuliniai skirtumai. Gauti rezultatai parodė, kad panaudotas spektroskopinis metodas gali būti taikomas identifikuoti ir charakterizuoti bakterines bioplėveles.



1 pav. *Streptococcus sobrinus* bakterijų formuojamos bioplėvelės vaizdas. Inkubacijos trukmė 48h.

LITERATŪRA

- [1] S. D. Forssten, M. Björklund, and A. C. Ouwehand, "Streptococcus mutans, caries and simulation models," 2010. doi: 10.3390/nu2030290.
- [2] Z. Gao et al., "New strategies and mechanisms for targeting Streptococcus mutans biofilm formation to prevent dental caries: A review," 2024. doi: 10.1016/j.micres.2023.127526.
- [3] J. P. Loyola-Rodriguez, R. E. Martinez-Martinez, B. I. Flores-Ferreyra, N. Patiño-Marin, A. G. Alpuche-Solis, and J. F. Reyes-Macias, "Distribution of Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus in saliva of mexican preschool caries-free and caries-active children by microbial and molecular (PCR) assays," *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32(2), 2007, doi: 10.17796/jcpd.32.2.cm-00062530v856r4.
- [4] A. Orlando et al., "A comprehensive review on Raman spectroscopy applications," 2021. doi: 10.3390/chemosensors9090262.
- [5] G. Pezzotti et al., "In Situ Raman Analysis of Biofilm Exopolysaccharides Formed in Streptococcus mutans and Streptococcus sanguinis Commensal Cultures," *Int. J. Mol. Sci.*, 24(7), 2023, doi: 10.3390/ijms24076694.

INOVATYVŪS BALTYMŲ ŠALTINIAI FUNKCINIO MAISTO GAMYBOJE: SVEIKATAI PALANKIŲ BATONĖLIŲ KŪRIMAS

Maisto pramonė susiduria su naujais iššūkiais dėl gyventojų skaičiaus augimo, klimato kaitos, geopolitinių krizių, didėjančios populiacijos dalies su sveikatos problemomis, maisto sudedamųjų dalių netoleravimu ir alergijomis. Manoma, kad esamų išteklių nepakaks pagaminti pakankamą kiekį mėsos ir pieno produktų, siekiant patenkinti augančios populiacijos baltyminio maisto poreikį [1].

Šio tyrimo tikslas buvo sukurti sveikatai palankius batonėlius, praturtintus augalinės kilmės baltymais (tam panaudojant *Lupinus albus* pupelių ir *Pisum sativum* žirnių miltus) bei baltymais, gautais augalinę žaliavą (*Oryza sativa* Basmati) fermentuojant su valgomuoju pelėsiniu grybu *Aspergillus oryzae*.

Tyrimų metodai

Batonėlių gamybai (BA) buvo naudojami natūralūs ir sveikatai palankūs ingredientai: bolivinių balandų dribsniai - 50g, pūstos bolivinės balandos - 10g, avižiniai dribsniai - 25 g, migdolų dribsniai - 50g, moliūgų sėklos - 35g, kokosų drožlės - 40g, Ceilono cinamonas - 3g, smulkinti džiovinti abrikosai - 185g, kvietiniai miltai - 70 g (kontroliniam mėginiui - KBA) arba lubinų miltai (LBA), arba žirnių miltai (ZBA), arba fermentuoti ryžiai (FBA), kokosų aliejus - 115g, kiaušiniai - 50g, klevų sirupas - 86g, muskovado cukraus sirupas - 50g (1pav.)



1 pav. Skirtingų batonėlių išvaizda (BAK, BAF, BAL, BAZ)

Ryžių fermentacija: buvo naudoti Basmati ryžiai (*Oryza sativa*), juos išvirus (15 min) distiliuotame vandenyje (santykis 1:1,8, pH 5). Fermentacija atlikta su *A. oryzae* grybo sporomis (jos nuplaautos su steriliu fiziologiniu tirpalu (150mM NaCl) nuo grybienos, augintos ant Petri lėkštelės 7 paras). Sporų koncentracija nustatyta naudojant Neubauer kamerą. Fermentacijai 100 g atvėsintų ryžių buvo inokuliuoti su 5 ml sporų suspensijos ($5,7 \times 10^5$ sporų/ml), sudėti fermentacijai į 250 ml tūrio polipropileno dėžutes ir inkubuoti termostate 30 °C temperatūroje 48 valandas. Vykstant fermentacijai pakito ryžių juslinės savybės: jie tapo saldesni, įgijo silpnai rūgštų kvapą, grūdai prarado struktūrinį vientisumą, tapo lipnūs.

Fizikocheminė, mikrobiologinė ir juslinė analizė

Vandens aktyvumo nustatymas (aW) atliktas išmatavus jį „Hygropalm HP23-AW-A“ matuokliu. Baltymų kiekio nustatymas atliktas Kjeldalio metodu, pagal ISO 20483:2013 standarto gaires (naudota analizei „behr Labor-Technik“ Kjeldalio sistema). Energinės vertės nustatymas atliktas naudojant

kalorimetą IKA C 200. Batonėlių pH išmatuotas sukalibruotu kišeniniu pH metru XS pH 1. Peroksidų oksidacijos nustatymas atliktas pagal ISO 3960:2017 standarto gaires. Ištyrimui naudoti tirpalai: chloroformas, KJ sotas tirpalas, krakmolo tirpalas 1 %, ledinė acto rūgštis. Tekstūros profilio analizė (TPA) atlikta naudojant tekstūros analizatorių TA1Plus („LLOYD Instruments“, JK) su Warner-Bratzler peiliu. Mikrobiologinė analizė atlikta siekiant nustatyti batonėliuose bendrą mikroorganizmų skaičių (naudojant standartinę metodiką - LST EN ISO 4833-1:2013/AMD 1: 2022), bendrą mielių ir pelėsių skaičių produkte (pagal standartinę metodiką - LST ISO 21527-2), koliforminių bakterijų nustatymą (taikant standartą - LST EN ISO 4832:2006), *Salmonella* sp. bakterijų nustatymą (pagal standartą - EN ISO 6579-1:2017). Juslinė analizė atlikta pateikus respondentams klausimyną, skirtą batonėlių išvaizdai, spalvai, skoniui, tekstūrai ir bendram priimtinumui įvertinti. 40 respondentų grupė įvertino juslines savybes naudodami 5 balų skalę: 1 = visiškai nepriimtinas, 2 = nepriimtinas, 3 = vidutinio priimtumo, 4 = priimtinas, 5 = labai priimtinas.

Rezultatai

Nustačius vandens aktyvumą batonėliuose, rezultatai kito intervale nuo 0,338 iki 0,513. Šie rezultatai rodo, kad aW neviršija 0,600 ribos, o su tokiu vandens aktyvumu yra užtikrinamas produktų mikrobiologinis stabilumas [2]. Baltymų kiekį nustačius batonėliuose, rezultatai svyruoja 9,19 - 12,94 %, su kitų tyrėjų darbais (ne mažiau kaip 20 %) [3], palyginus yra nedidelis kiekis baltymų, tačiau tai rodo, kad keičiant kviečių miltus lubinų ar žirnių miltais, juose didėja baltymų kiekis ir, didinant šių miltų kiekį batonėliuose, būtų galima padidinti ir baltymų kiekį. Energinė vertė batonėliuose svyruoja 509 - 529 kcal/100g, lyginant su kitų tyrėjų rezultatais (481,35 iki 679,87 kcal/100 g), batonėliai yra priskiriami prie energinių batonėlių rūšies, dėl juose esančio didelio kiekio kalorijų [4]. Nustačius batonėlių pH, gauti rezultatai tarpusavyje statistiškai patikimai nesiskiria 4,89 - 5,34 (1 lentelė).

1 lentelė. Fizikocheminių rodiklių rezultatai (vidurkis±SN)

Mėginys	Vandens aktyvumas (aW)	Baltymų kiekis %	Energinė vertė,kcal/100g	pH
KBA	0,513±0,01	10,44±0,15	509±3,07	5,34±0,17
LBA	0,372±0,004	12,94±0,25	526±6,55	5,15±0,22
ZBA	0,338±0,01	11,69±0,15	529±2,56	5,24±0,31
FBA	0,507±0,002	9,13±0,30	514±3,32	4,89±0,18

Batonėlių tinkamumo vartoti terminui buvo atliekami peroksidų oksidacijos ir mikrobiologiniai tyrimai 5 savaites. Peroksidų oksidacija buvo nežymi, apskaitant jusliškai vertinant, tiek atlikus tyrimus, nebuvo (2 lentelė). Atlikti mikrobiologinės analizės tyrimai parodė, kad bendras mikroorganizmų skaičius (<2 log CFU/g), mielių ir pelėsių kiekis (<2 log CFU/g) bei *E. coli* kiekis (<1 log₁₀ KSV/g) buvo mažesnis nei rekomenduojama norma saugiams gaminiams, o 25 g mėginio nepatiktą *Salmonella* sp. bakterijų. Tai patvirtina, kad batonėliai buvo gaminami higieniškai, laikantis visų sanitarijos sąlygų, užtikrinant produktų saugą vartotojui.

2 lentelė. Peroksidų oksidacijos rezultatai (vidurkis±SN)

Mėginys	1 savaitė	2 savaitė	3 savaitė	4 savaitė	5 savaitė
KBA	0,005±0,00	0,007±0,12	0,007±0,15	0,009±0,15	0,011±0,00
LBA	0,005±0,00	0,006±0,15	0,008±0,10	0,008±0,10	0,011±0,00
ZBA	0,005±0,00	0,006±0,10	0,006±0,10	0,007±0,32	0,009±0,00
FBA	0,006±0,07	0,007±0,15	0,007±0,15	0,007±0,06	0,009±0,14

Atlikus tekstūros profilio analizę batonėlių mėginiuose, išsiaiškinta, kad kiečiausi batonėliai buvo kontrolinio mėginio - KBA (28,763), tai gali būti siejama su kvietiniuose miltuose esančiu didesniu glietimo kiekiu, turinčio įtakos batonėlių struktūrai bei kietumui (3 lentelė). Taip pat KBA yra ir lipniausi (62,876). Kaip sunkiausiai lūžtantys (6,404) ir tąsiausi (22,183) išskirti – ZBA (3 lentelė). Batonėlių tekstūrai daugiausiai įtakos turi pridėtiniai miltai, kurie dėl skirtingo glitimo bei krakmolo kiekio sudėtyje, sukuria produktui struktūrinį karkasą, kuris suteikia jam kietumo bei padeda išlaikyti formą.

3 lentelė. Tekstūros profilio analizės rezultatai (vidurkis±SN)

Mėginys	Kietumas	Lūžis	Gumiškumas	Lipnumas	Tąsumas
KBA	28,763±10,53	4,832±2,94	19,299±7,60	62,876±12,16	18,155±12,55
LBA	26,183±4,45	3,387±2,30	14,305±5,53	29,549±17,86	20,592±12,48
ZBA	27,79±7,81	6,404±1,83	16,625±22,10	17,302±11,26	22,183±13,73
FBA	18,606±3,43	3,95±2,28	11,494±2,28	40,001±18,69	20,466±11,80

Juslinė analizė, kurioje dalyvavo 40 respondentų, atlikę juslinį vertinimą 5 balų skalėje, bendru geriausiu patrauklumu išskyrė - ZBA (4,35±0,66). Didžiausias rudos spalvos intensyvumas nustatytas mėginyje - KBA (3,75±0,59). Priimtinausias kvapas nustatytas mėginiuose - KBA (4,30±0,85) ir ZBA (4,30±0,56). Specifiškiausias kvapas - LBA (2,23±1,05) ir KBA (2,23±1,10) mėginiuose. Išvaizda priimtinausi pasirodė - ZBA mėginys (4,37±0,81). Skonio atžvilgiu geriausiai įvertintas mėginys - KBA (4,50±0,78). Tekstūros įvertinime, kaip lengvai atkandimu (4,13±0,66) ir sukratymu (4,00±0,72) išrinkti - FBA, į kuriuos dedami fermentuoti, minkšti, lipnūs ryžiai, nesukuriantys gaminiui būdingo tvirtumo.

4 lentelė. Juslinės analizės rezultatai (vidurkis±SN)

Mėginys	Išvaizdos priimtumas	Rudos spalvos intensyvumas	Kvapo priimtumas	Specifinio kvapo juntumas	Atkandimo lengvumas	Sukratymo lengvumas	Skonio priimtumas	Bendras patrauklumas
KBA	4,35±0,74	3,75±0,59	4,30±0,85	2,23±1,10	3,98±0,80	3,85±0,62	4,50±0,78	4,30±0,88
LBA	4,28±0,64	3,10±0,74	4,28±0,60	2,23±1,05	3,83±0,78	3,75±0,81	4,48±0,68	4,33±0,76
ZBA	4,37±0,81	2,98±0,70	4,30±0,56	2,18±1,06	3,75±0,74	3,78±0,66	4,38±0,74	4,35±0,66
FBA	4,20±0,79	3,10±0,63	4,23±0,58	2,08±0,92	4,13±0,66	4,00±0,72	4,30±0,76	4,15±0,89

Išvados

Žirnių miltų batonėliuose nustatytas mažiausias vandens aktyvumas (0,338), o kontroliniuose - didžiausias (0,513), kas siejama su didesniu baltymų ir skaidulų gebėjimu surišti vandenį. Didžiausias baltymų kiekis nustatytas batonėliuose su lubinų miltais (12,94 %), o didžiausia energinė vertė - su žirnių miltais (529 kcal/100 g).

Per 5 savaičių laikotarpį batonėliai išliko mikrobiologiškai saugūs, reikšmingų juslinių pokyčių nenustatyta, o peroksidų vertės neviršijo 0,003. Tekstūrą reikšmingai veikė miltų tipas: kontroliniai ir žirnių miltų batonėliai buvo kietesni, o su lubinų miltais ir fermentuotais ryžiais - minkštesni.

Apibendrinant, kvietinių miltų pakeitimas lubinų, žirnių miltais ir fermentuotais ryžiais turėjo statistiškai reikšmingą įtaką batonėlių sudėčiai ir savybėms bei parodė šių žaliavų potencialą kuriant funkcinius užkandžių produktus.

LITERATŪRA

- [1] Stubelj, M., Glešič, E. *Appetite*, 2025, 210, 11.
- [2] Allai, F., Dar, B. *Frontiers in Nutrition*, 2022, 9, 1-14.
- [3] Szydłowska, A., Zielińska, D. *Foods*, 2022, 11, 1-22.
- [4] Nadeem M., Haseeb M. *Heliyon*, 2021, 7, 1-9.
- [5] Ramos, R., Pertuzatti, P. *Food Science and Technology*, 2021, 41, 368-374.

AgBiS₂ PLONŲJŲ DANGŲ SINTEZĖ MAGNETRONINIŲ DULKINIMU IR ĮSIERINIMU

Išvadas

Sidabro bismuto sulfidas (AgBiS₂) yra perspektyvus švino neturintis puslaidininkis, pasižymintis draustine juosta ~1,0–1,1 eV, aukštu šviesos sugerties koeficientu ($>10^5 \text{ cm}^{-1}$) ir mažu toksiškumu, o jį sudarantys cheminiai elementai paplitę gamtoje ir pigūs [1]. Šios savybės daro AgBiS₂ patraukliu absorberio medžiagos kandidatu saulės elementų, fotodetektorių ir kitų optoelektronikos taikymų srityse. AgBiS₂ plonos dangos daugiausia gamintos naudojant tirpalus (sukamasis nusodinimas, purškiamoji pirolizė), kurie, nepaisant pasiektos aukštos galios konversijos efektyvumo (PCE), turi apribojimų: sunkiai valdoma dangos morfologija, nekontroliuojamas elementų santykis ir ribotas pavyzdžio dydis [2, 3]. Vakuuminiai gamybos metodai, įgalina tiksliau kontroliuoti dangos storį ir sudėtį bei gerai suderinami su pramonine gamyba, tačiau mažai ištirti. Šiame darbe pirmą kartą sistemingai tiriamos AgBiS₂ plonos dangos, pagamintos magnetroniniu dulkinimu ir įsierinimu, lyginama dviejų konfigūracijų - Ag/Bi ir Bi/Ag įtaka suformuoto absorberio morfologijai ir struktūrai.

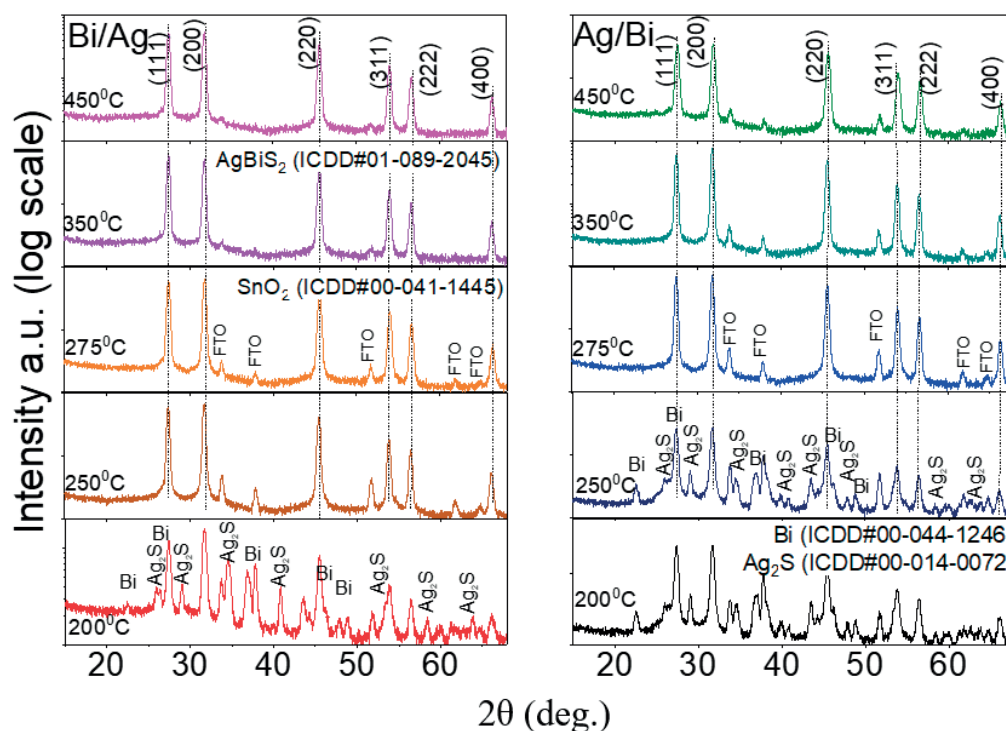
Tyrimo metodika

Ag ir Bi sluoksniai buvo nusodinami magnetroniniu dulkinimu ant FTO/TiO₂ pagrindo pagal du skirtingus protokolus: Ag/Bi (40 nm Ag + 80 nm Bi) ir Bi/Ag (80 nm Bi + 40 nm Ag). Sierinimas atliktas grafito dėžutėje, kvarco vamzdinėje krosnyje mVTD, sieros garų aplinkoje, argono atmosferoje. Sierinimas buvo atliekamas 250–450 °C temperatūrų intervale, 30 min trukmės. Gaunamų dangų struktūra tirta rentgeno spindulių difrakcija (GIXRD), morfologija - skenuojančiąja elektronų mikroskopija (SEM) ir EDX elementų žemėlapiais, cheminė sudėtis - fotoelektronų spektroskopija (XPS), optinės savybės - UV-Vis, o fotoelektrinis atsakas - atviros grandinės potencialo (OCP) ir fotosrovės matavimais.

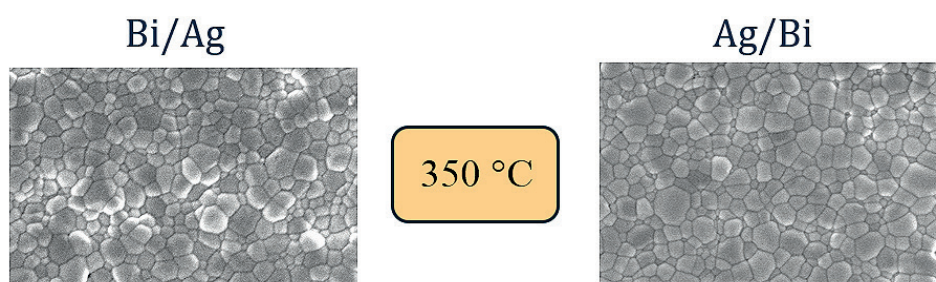
Rezultatai ir aptarimas

GIXRD analizė parodė (1 pav.), kad AgBiS₂ fazė pradeda formuotis jau ties 200 °C, o gryna kubinė AgBiS₂ fazė susidaro abiejose konfigūracijose ties 350–450 °C. Žemesnėse temperatūrose (250–275 °C) Bi/Ag konfigūracijoje XRD rodo grynesnę fazę, tačiau SEM ir XPS rezultatai atskleidžia, kad Ag/Bi konfigūracija lemia vientisesnę ir kompaktiškesnę dangos morfologiją bei geresnę cheminę sudėtį. Manome, kad skiriasi ne tik AgBiS₂ susidarymo iš atskirų Ag₂S ir Bi₂S₃ greitis, bet ir mechanizmas: Ag/Bi konfigūracijoje, sieros garai difunduoja per viršutinį Bi sluoksnį ir tolygiau reaguoja su Ag, lengvai sudarydami Ag₂S, tuo tarpu Bi₂S₃ susidaro gerokai sunkiau ir homogeniško AgBiS₂ dangos susidarymą per visą storį riboja sulfidų difuzija. Bi/Ag atveju Ag₂S lengvai susidaro paviršiuje, pasunkindamas sieros prasiskverbimą link metalinio Bi sluoksnio.

XRD fazinė analizė (1 pav.) patvirtino skirtingą AgBiS₂ susidarymo greitį, o kartu ir galimą skirtingą mechanizmą. SEM paviršiaus nuotraukos (2 pav.) rodo, kad Ag/Bi konfigūracija įgalina gauti lygesnį ir tankiau supakuotą paviršių su smulkesniais grūdeliais, palyginti su Bi/Ag konfigūracija, kurioje pastebimas didesnis paviršiaus šiurkštumas ir nevienodas grūdelių dydis. Gautos AgBiS₂ dangos pjūvių nuotraukos patvirtino ~240 nm dangos storį, bet skirtingą nelygumą, abiejose konfigūracijose. Atlikta XPS bandinių paviršiaus analizė, patvirtino sudarytus stabilus Ag-S ir Bi-S cheminius ryšius abiejose konfigūracijose. Optinės savybės įvertintos tiriant absorbciją, gautas draustinės juostos plotis ~1,06–1,1 eV, tinkantis regimosios ir IR šviesos absorberiams. OCP ir fotosrovės matavimai patvirtino efektyvų fotoelektrinį atsaką, rodantį p tipo puslaidininkio elgseną.



1 pav. GIXRD difraktogramos Ag/Bi ir Bi/Ag dangų, sulfurizuotų 200–450 °C temperatūroje.



2 pav. Ag/Bi ir Bi/Ag AgBiS₂ plonų dangų paviršiaus SEM nuotraukos, sierinta 350 °C temperatūroje.

Išvados

Kokybiškos AgBiS₂ plonos dangos (apie 200 -250 nm) gautos magnetroniniu dulkinimu nusodinant metalinių atskirus Ag ir Bi sluoksnius įsierinant 250–450 °C temperatūroje.

Ag/Bi sluoksnių konfigūracija leidžia gauti kokybiškesnę morfologiją ir tolygesnę dangos struktūrą.

Gaunamų dangų draustinė energijos juosta ~1,06–1,1 eV. Fotoelektrinis atsakas, I-U charakteristikos patvirtina AgBiS₂ perspektyvumą fotovoltaiškos taikymams.

Šis darbas prisideda prie vakuuminių AgBiS₂ dangų gamybos metodų plėtros ir yra vienas pirmųjų sistemingų tokio tipo tyrimų.

LITERATŪRA

- [1] Gao, C., Sun, S., Liu, J., Shen, T., Zhu, Y. *Functional Materials Letters*, 2021, 14, 2150017.
- [2] Chalapathi, U. et al. *Optical Materials*, 2024, 152, 115492.
- [3] Choi, M. et al. *Journal of Materials Chemistry A*, 2024, 12, 16831–16838.
- [4] Wang, Y. et al. *Nature Photonics*, 2022, 16, 235–241.

Tyrimas finansuotas Lietuvos mokslo tarybos, sutarties Nr. S-MIP-25-76.

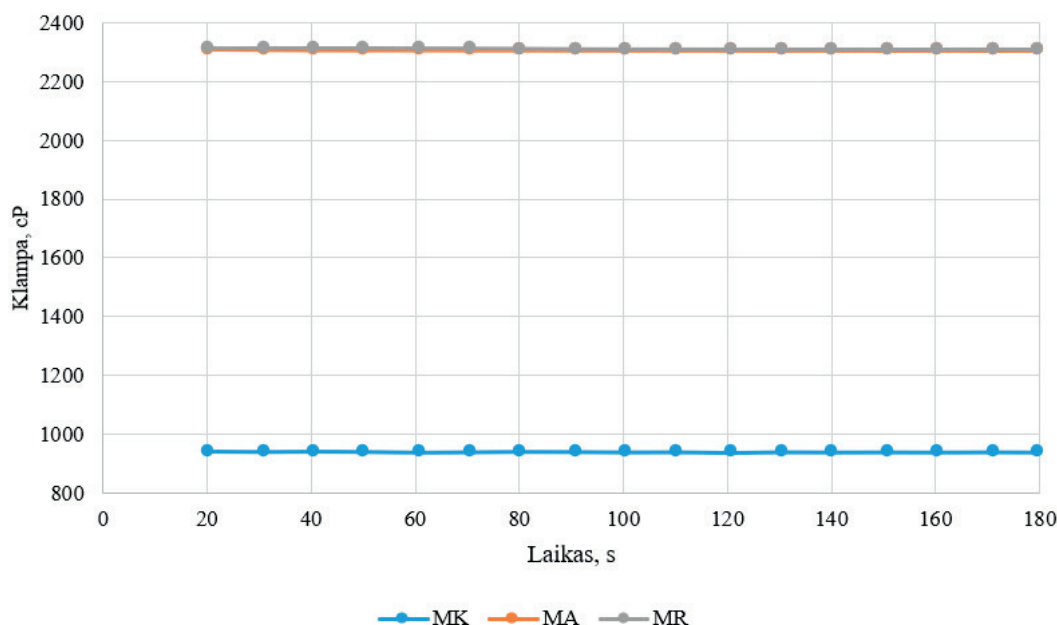
ETERINIŲ ALIEJŲ ĮTAKA KREMINIŲ DESERTŲ GALIOJIMO LAIKUI

Kreminių desertų stabilumas ir galiojimo laikas yra vieni svarbiausių kokybės rodiklių, lemiančių produkto saugą, juslinį priimtinumą ir komercinę vertę. Dėl aukšto vandens aktyvumo, silpnai rūgštaus pH ir gausaus maistinių medžiagų kiekio šie produktai sudaro ypač palankias sąlygas mikroorganizmams daugintis, todėl jų galiojimo laikas yra ribotas ir reikalauja pagrįstų technologinių sprendimų [1; 2]. Vienas iš perspektyvių būdų eterinių aliejų naudojimas.

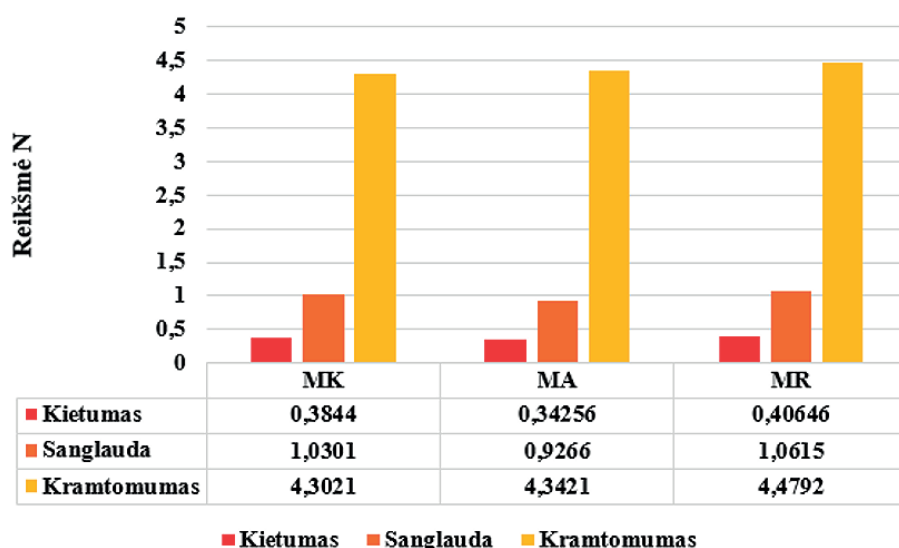
Šiame tyrime buvo vertinama eterinių aliejų įtaka moliūgų pagrindo kreminių desertų galiojimo laikui, analizuojant fizikocheminius, reologinius, juslinius ir mikrobiologinius rodiklius. Tyrime naudoti trys mėginiai: moliūgų kremis desertas (MK), kuris buvo parinktas kaip kontrolinis be eterinių aliejų, moliūgų kremis desertas su rozmarino eteriniu aliejumi (MR) ir moliūgų kremis desertas su apelsinų eteriniu aliejumi (MA). Tokia tyrimo schema leido objektyviai įvertinti eterinių aliejų poveikį produkto stabilumui ir juslinėms savybėms, ir užtikrinti, kad būtų išlaikytos geros juslinės savybės.

Fizikinių–cheminių rodiklių analizė parodė, kad didžiausias sausųjų medžiagų kiekis nustatytas kontroliniame moliūgų deserte (MK – 32,5 %), kas siejama su didesniu tyrės sausųjų medžiagų kiekiu ir agaro suformuota geline struktūra, mažinančia laisvo vandens kiekį. Mėginiuose su eteriniais aliejais (MA, MR) sausųjų medžiagų kiekis buvo mažesnis (27,9–28,0 %), tikėtina dėl receptūros pokyčių ir tolygesnio vandens pasiskirstymo [3]. Tačiau visi mėginiai pasižymėjo aukštu vandens aktyvumu, kuris svyravo apie 0,90–0,94. Tokios reikšmės yra būdingos pieno pagrindo desertams ir laikomos kritinėmis mikroorganizmų augimo požiūriu, nes dauguma bakterijų, mielių ir pelėsių gali aktyviai daugintis esant $a_w > 0,90$ [4]. Tačiau nustatyta, kad mėginiuose su eteriniais aliejais (MR ir MA) vandens aktyvumas buvo nežymiai mažesnis nei kontroliniame mėginyje, kas rodo vandens redistribucijos procesus produkto struktūroje. Nors šis pokytis nėra didelis, jis gali turėti reikšmingą kumuliacinį efektą, lėtinant mikroorganizmų augimą. Analizuojant pH nustatyta, kad moliūgų desertai pasižymėjo silpnu rūgštingumu (~pH 5,3), kuris sudaro palankias sąlygas mikroorganizmų augimui. Tačiau MR mėginyje nustatytas nedidelis pH sumažėjimas, kuris gali prisidėti prie stipresnio eterinio aliejaus antimikrobinio poveikio. Literatūroje nurodoma, kad eterinių aliejų aktyvumas priklauso nuo terpės pH [5].

Reologinių savybių analizė parodė ryškius skirtumus tarp mėginių (žr. 1 pav.). Kontrolinio mėginio (MK) klampa siekė apie 940–960 cP, tuo tarpu mėginiuose su eteriniais aliejais ji padidėjo iki 2300–2350 cP. Toks daugiau nei dvigubas klampos padidėjimas rodo reikšmingus struktūrinius pokyčius. Tankesnė struktūra riboja vandens mobilumą ir mažina mikroorganizmų difuziją, todėl netiesiogiai prisideda prie galiojimo laiko ilginimo [2]. Tekstūros analizė patvirtino šiuos rezultatus (žr. 2 pav.) – didžiausias kietumas nustatytas MR mėginyje (0,40646), tuo tarpu kontroliniame mėginyje jis buvo mažesnis (0,3844), o MA mėginyje – mažiausias (0,34256). Kramtomumo rodikliai taip pat buvo didžiausi MR mėginyje (4,4792), kas rodo stipriausią struktūrinį tinklą.



1 pav. Klamos tyrimų rezultatai



2 pav. Tekstūros tyrimų rezultatai

Svarbiausia tyrimo dalis buvo mikrobiologinių rodiklių analizė, leidusi objektyviai įvertinti produkto galiojimo laiką (žr. 3 pav.). Tyrimai buvo atliekami tam tikrais laikymo intervalais per 1–20 dienų laikotarpį. Pradiniame laikotarpyje (1 ir 3 dienomis) visuose mėginiuose mikroorganizmai nebuvo aptikti arba jų kiekis buvo žemiau nustatymo ribos. Tačiau jau 5 laikymo dieną kontroliniame mėginyje (MK) nustatyta $4,6 \times 10^2$ KSV/g, tuo tarpu MR – $1,0 \times 10^1$ KSV/g, o MA – tik $3,0 \times 10^1$ KSV/g. Tai rodo, kad eteriniai aliejai jau ankstyvoje stadijoje slopina mikroorganizmų augimą. Toliau laikymo metu skirtumai tarp mėginių didėjo. 10 d. kontroliniame mėginyje nustatyta $1,63 \times 10^4$ KSV/g, tuo tarpu MR – $7,1 \times 10^3$ KSV/g, o MA – $4,3 \times 10^3$ KSV/g. Didžiausi skirtumai pastebėti 12 d., kai kontrolinis mėginys pasiekė $2,75 \times 10^5$ KSV/g, tuo tarpu MR – $1,76 \times 10^4$ KSV/g, o MA – $1,25 \times 10^4$ KSV/g. Tai rodo, kad kontrolinis mėginys kritinę mikrobiologinę ribą ($\sim 10^5$ KSV/g), susijusią su produkto gedimo požymių atsiradimu, pasiekia greičiau nei mėginiai su eteriniais aliejais. Vertinant mielių kiekį taip pat nustatytos panašios tendencijos. Pelėsinų grybų nebuvo nustatyta. 14 laikymo dieną kontroliniame mėginyje nustatytas mielių kiekis siekė $2,21 \times 10^5$ KSV/g, o MR ir MA mėginiuose atitinkamai – $1,44 \times 10^3$ KSV/g ir $1,56 \times 10^3$ KSV/g.

Tai rodo, kad eteriniai aliejai pasižymi slopinančiu poveikiu ne tik bakterijoms, bet ir mielėms. Dėl šios priežasties laikui bėgant mikroorganizmų kiekis vis tiek pasiekia aukštas reikšmes (20 laikymo dieną).

1 lentelė. Mikroorganizmų tyrimo rezultatai

BENDRAS BAKTERIJŲ SKAIČIUS			
LAIKYMO TRUKMĖ (d.)	MK (KSV/g)	MR (KSV/g)	MA (KSV/g)
1 d.	0	0	0
3 d.	0	0	0
5 d.	$4,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$
7 d.	$2,44 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$1,50 \times 10^2$
10 d.	$1,63 \times 10^4$	$7,1 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$
12 d.	$2,75 \times 10^5$	$1,76 \times 10^4$	$1,25 \times 10^4$
14 d.	$3,67 \times 10^5$	$3,01 \times 10^4$	$2,93 \times 10^4$
20 d.	$4,16 \times 10^5$	$3,36 \times 10^5$	$3,61 \times 10^5$
MIELĖS IR PELĖSIAI			
LAIKYMO TRUKMĖ (d.)	MK (KSV/g)	MR (KSV/g)	MA (KSV/g)
1 d.	0	0	0
3 d.	$1,7 \times 10^2$	$1,3 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$
5 d.	$5,6 \times 10^2$	$4,0 \times 10^1$	$9,0 \times 10^1$
7 d.	$2,25 \times 10^3$	$1,89 \times 10^2$	$1,74 \times 10^2$
10 d.	$2,61 \times 10^4$	$2,27 \times 10^2$	$2,42 \times 10^2$
12 d.	$2,68 \times 10^5$	$2,37 \times 10^2$	$3,03 \times 10^2$
14 d.	$2,21 \times 10^5$	$1,44 \times 10^3$	$1,56 \times 10^3$
20 d.	$3,52 \times 10^5$	$2,65 \times 10^5$	$2,81 \times 10^5$

Remiantis gautais duomenimis galima nustatyti galiojimo laiką. Kontrolinis mėginys kritinę ribą (10^5 KSV/g) pasiekia per 7 dienas, kai tuo tarpu mėginiai su eteriniais aliejais šią ribą pasiekia tik 14 dieną, kas rodo reikšmingą galiojimo laiko pailgėjimą. Tačiau svarbu pažymėti, kad laikymo laikotarpio pabaigoje (20 dieną) mikroorganizmų kiekis visų mėginių atveju yra aukštas (10^5 KSV/g), todėl moliūgų kreminis desertas negali būti laikomas tinkamu vartoti. Eterinių aliejų antimikrobinis poveikis grindžiamas jų gebėjimu pažeisti mikroorganizmų ląstelių membranas, didinti jų pralaidumą ir sutrikdyti metabolinius procesus. Dėl to mažėja ATP sintezė ir fermentinis aktyvumas, o tai lėtina mikroorganizmų augimą [4]. Be to, eteriniai aliejai pasižymi antioksidacinėmis savybėmis.

Apibendrinant galima teigti, kad eterinių aliejų panaudojimas moliūgų kreminiuose desertuose leidžia reikšmingai prailginti galiojimo laiką nuo 7 iki 14 dienų. Šis efektas pasireiškia dėl mikroorganizmų augimo lėtinimo, struktūros stabilizavimo ir fizinių savybių modifikacijos. Desertai su eteriniais aliejais (ypač apelsinų ir rozmarinų) buvo palankiau vertinami nei kontroliniai dėl ryškesnio aromato ir geresnio priimtumo, o produktas pasižymėjo vidutiniu kaloringumu (181 kcal/100 g).

LITERATŪRA

- [1] Chen, L., et al. Journal of Dairy Science, 2023, 106, 1452–1463.
- [2] Moatsou, G. Foods, 2024, 13, 1078.
- [3] Hashemi, S. M. B., et al. Food Chemistry, 2022, 373, 131546.
- [4] Burt, S. International Journal of Food Microbiology, 2024.
- [5] Yousefi, M., et al. LWT, 2022, 154, 112741.

INOVATYVIOS TEKSTILĖS ŽENKLINIMO TECHNOLOGIJOS VYSTYMAS

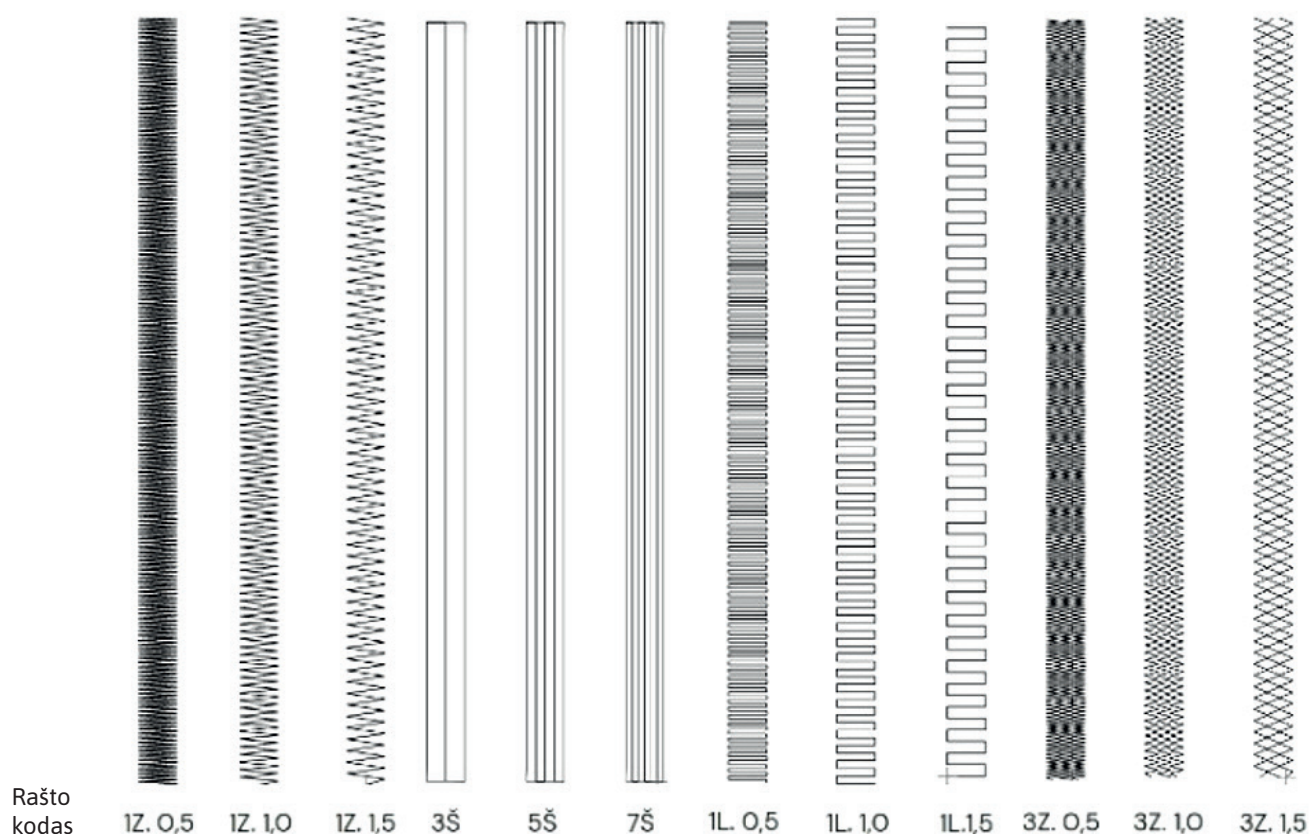
2024 metais Europos Parlamentas patvirtino „Tvarių gaminių ekologinio projektavimo reglamentą“ (EU 2024/1781) [1] taikomą visoms įmonėms teikiančioms prekes Europos Sąjungoje. Viena iš šio reglamento sudedamųjų dalių – Skaitmeninis produkto pasas (angl. *Digital Product Passport* or DPP). Tai elektroninis duomenų rinkinys, kuriame pateikiama informacija apie produktą, jo sandarą, kilmę, produkto ciklo poveikį aplinkai, atnaujinimo ir perdirbimo galimybes. Šiuo metu tekstilės gaminių ženklinimui, kuris atitinka skaitmeninio produkto paso reikalavimus, dažniausiai naudojami QR kodai arba radijo dažnio bangomis grįstos technologijos, tokios kaip NFC arba RFID, integruotos į gaminio priežiūros, informacines ar kainos etiketes. Tačiau net 62 % europiečių pripažįsta šias etiketes nukerpa [2]. Siekiant užtikrinti DPP ilgaamžiškumą, specialius identifikatorius yra tikslinga integruoti į gaminio medžiagą. Tai aktualu ne tik vartotojui, bet ir tekstilės gaminių perdirbimu užsiimančiai įmonei. Žinomų tyrimų analizė patvirtino, kad e-tekstilės ir elektrai laidžių siūlų panaudojimas yra aktualus kuriant naujas išmaniąsias gaminių ženklinimo sistemas [3, 4].

Šio darbo tikslas – nustatyti elektrai laidaus siūlo ir siuvinėjimo tipo įtaką užpildyto kontūro elektrinėms savybėms bei ištirti jų stabilumą mechaniniam, temperatūriniam ir vandens poveikiui.

Tyrimo objektu buvo parinkti 6 elektrai laidūs ir skirtingomis savybėmis pasižymintys siūlai (1 lentelė). Naudojant vektorinės grafikos redagavimo programą *Inkscape* su *InkStich* įskiepiu buvo suprojektuoti 4 siuvinėjimo raštai, kuriems parinkti 3 skirtingi parametrai (1 pav.). Elektrai laidūs takeliai išsiuvinėti 100 mm ilgio ir 5 mm pločio Brother Innov-is M380D siuvinėjimo mašina.

1 lentelė. Elektrai laidžių siūlų charakteristikos

Kodas	Pavadinimas	Žaliava ir apdaila	Ilginis tankis, tex	El. varža, Ω/m
S1	Shieldex 117/17 2-ply HC + B	Poliamidinis siūlas, padengtas Ag ir NBR sluoksniu	29,6	< 300
S2	Shieldex 235/36 2-ply HC + B	Poliamidinis siūlas, padengtas Ag ir NBR sluoksniu	59,6	80 ± 30
S3	Shieldex 235/36 4-ply HC + B	Poliamidinis siūlas, padengtas Ag ir NBR sluoksniu	121	40 ± 10
M1	Madeira HC 40	Poliamidinis siūlas, padengtas Ag	29	< 300
M2	Madeira HC 12	Poliamidinis siūlas, padengtas Ag	61	< 100
B1	Bekaert Bekinox VN 12/1x275/100Z/316L	Nerūdyjančio plieno gijos	235	Techninėje specifikacijoje nenurodyta



1 pav. Elektrai laidžių takelių užpildymo raštai

Darbo metu paruošti bandiniai buvo naudojami 3 eksperimentuose: Elektrai laidaus takelio termomechaninis apdorojimas, siekiant imituoti tekstilės gaminių lyginimo procesą buvo atliekamas įrenginiu STIROVAR, kai presavimas vykdytas 20 sekundžių, 200 °C temperatūroje, elektrai laidžius takelius slegiant 0,06 Pa.

Gaminio dėvėjimą imituojantis eksperimentas atliktas pagal adaptuotą spalvos atsparumo trinčiai standartą (ISO 105-X19:2020) VESLIC IG/10/MOD, Nr. 14279 įrenginiu, panaudojant P3000 abrazyvinį popierių.

Tekstilės gaminio priežiūros eksploatacijos metu įtaka buvo vertinta, atliekant elektrai laidžių takelių skalbimą pagal LST ISO 6330 standartą.

Siekiant palyginti elektrai laidžių takelių elektrines savybes prieš ir po dėvėjimą imituojančių veiksmų, bandinių elektrinė varža išmatuota keturių elektrodų matavimo metodu KEITHLEY 2614B SourceMeter įrenginiu pagal LST EN 16812 standartą.

Atlikti tyrimai parodė, jog elektrai laidžių takelių varža yra kompleksinis rodiklis, kuris priklauso nuo jo užpildymo rašto, siuvinėjamų siūlų savybių bei išorinių eksploatacinių poveikių: terminio presavimo, mechaninės trinties bei skalbimo.

Nustatyta, jog sidabru padengtų siūlų laidumas, naudojant 1Z užpildymo raštą, gerėja didinant dygsnių tankumą, dėl susiformuojančio išilginio elektrai laidaus takelio. Tuo tarpu tais pačiais užpildymo raštais išsiuvinėti plieniniai siūlai (B1) pasižymi priešingomis savybėmis, t. y. varža mažėja, mažėjant siuvinėjimo tankumui. Dėl savo sandaros plienas reaguodamas su oru sudaro oksido sluoksnį [5], kuris veikia kaip izoliatorius, neleidžiantis elektronams sąlyčio taškų vietoje „peršokti“ iš vienos gijos į kitą ir judėti išilgai elektrai laidaus takelio ilgiui. Tyrimais patvirtinta ir kitų tyrėjų išvada [6], kad varža yra didesnė, o elektrinis laidumas mažesnis, kai formuojant elektrai laidų takelį yra sunaudojama daugiau siūlo, atitinkamai ten kur dygsnių tankumas yra didesnis.

Panašūs rezultatai fiksuojami ir nagrinėjant „Legacy“ (L) užpildymo raštu išsiuvinėtus elektrai laidžius takelius. Dėl susidarančių per didelių atstumų tarp gretimų dygsnių, elektrai laidūs siūlai negali suformuoti išilginio takelio, todėl juose fiksuojama elektrinė varža yra didesnė, didėjant dygsnių tankumui ir siūlo sąnaudoms.

Šaudykliniu (Š) dygsniu sudaryti elektrai laidūs takeliai nors ir pasižymėjo mažiausia varža, nes kiekviena šaudyklinio dygsnio eilutė elgiasi kaip atskiras rezistorius į grandinę sujungtas lygiagrečių jungimu, tačiau dėl dygsnio ypatybių, šie takeliai stokoja elastingumo. Kita vertus, atliktas tyrimas parodė, kad 1Z ir Š užpildymo rašto teigiamas ypatybes geba apjungti 3Z užpildymo raštas, kuris suformuoja 3 lygiagrečius elektros srovės kelius užtikrindamas takelio tamprumą ir elastingumą.

Darbo metu taip pat nustatyta, jog elektrai laidaus takelio varžą lemia naudoto siūlo storis. Kuo siuvinėjimo siūlas storesnis, tuo geresnis elektrinis laidumas nustatomas, o fiksuota varžos vertė – mažėja. Tačiau siuvinėjimui parinkto siūlo storis turi įtakos dygsnio ir siuvinėto takelio estetinei kokybei ir deformacinėms savybėms, o dėvėjimą imituojantys mechaniniai veiksniai šias savybes keičia.

Termomechaninis apdorojimas poliamidinių siūlų atveju sumažino elektrai laidžių takelių varžą iki 56 % dėl didėjančio siūlų tarpusavio sąlyčio taškų kiekio, nuo kurio tiesiogiai priklauso elektros srovės tekėjimas laidininku [7]. Tuo tarpu trinties (iki 6,66 kartų) ir skalbimo (iki 70 %) procesai poliamidinių elektrai laidžių takelių savybes blogina negrįžtamai, nes varža didėja dėl yrančio laidaus sluoksnio arba atsirandančios gijų fragmentacijos. Išimtyms nustatytos plieniniu siūlu (B1) išsiuvinėtiems takeliams. Gauti rezultatai patvirtina jų elektrinių savybių atsparumą įvairiems mechaniniams, temperatūriniais ir cheminiais procesams, tačiau patys siūlai dėl sandaros yra sunkiai pritaikomi siuvinėjimo technologijai.

Atliktas tyrimas leido įvertinti elektrai laidžių siūlų savybių įtaką siuvinėto kontūro kokybei ir elektrinėms takelio savybėms. Eksperimentinių tyrimų pagrindu buvo įvertinta siuvinėjamo kontūro užpildymo tipo ir tankumo įtaka elektrinio takelio kokybei ir elektrinėms savybėms bei nustatytas elektrai laidaus takelio atsparumas mechaninės trinties, temperatūros ir vandens poveikiui. Tyrimų pagrindu įvertintas elektrai laidaus takelio formavimo technologijos patikimumas, prognozuojant intensyvų tekstilės gaminių dėvėjimą, o gauti rezultatai padės parinkti tinkamus parametrus, kuriant išmaniąją tekstilės gaminių etiketę su integruota RFID technologija.

LITERATŪRA

- [1] 2024 m. birželio 13 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr 2024/1781, kuriuo nustatoma tvarių gaminių ekologinio projektavimo reikalavimų nustatymo sistema, iš dalies keičiami Direktyva (ES) 2020/1828 bei Reglamentas (ES) 2023/1542 ir panaikinama Direktyva 2009/125/EB. Prieiga per internetą: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401781
- [2] International Association for Textile Care Labelling. A Barometer for Textile Care Labelling in Europe. Gintex, 2017. Prieiga per internetą: <https://www.ginetex.net/article/GB/a-barometer-for-textile-care-labelling-in-europe> [žiūrėta 2026-02-08].
- [3] Moradi, E., et al. Characterization of embroidered dipole-type RFID tag antennas. 2012 *IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications (RFID-TA)*, IEEE, 2012, 248–253.
- [4] E. Koski et al. Fabrication of embroidered UHF RFID tags. *Proceedings of the 2012 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation*, 2012, 1–2.
- [5] British Stainless Steel Association. Oxidation resistance of stainless steels. BSSA. Prieiga per internetą: https://bssa.org.uk/bssa_articles/oxidation-resistance-of-stainless-steels/ [žiūrėta 2026-03-17].
- [6] Rasheed, A., Abbas, A., Baig, M. L., Ramzan, B., Wang, L., et al. Design, fabrication, and evaluation of embroidered textile electrodes for wearables under mechanical and washing stress. *The Journal of The Textile Institute*, 2025, 1–10.
- [7] Holm, R. *Electric contacts: theory and application*. Springer Science & Business Media, 2013.

PRAMONINIŲ VILNOS AUDIMO ATLIEKŲ CHEMINIS MODIFIKAVIMAS NAUJOMS FUNKCINĖMS MEDŽIAGOMS

Šiuolaikiniame sparčiai besivystančių technologijų laikmetyje greičiau keičiasi procesai ir pasaulinėje aprangos pramonėje. Dėl greitai besikeičiančių drabužių dizaino, stiliaus ir estetikos tendencijų, sparčiai auga ir tekstilės produktų gamyba. Siekdami pelno, gamintojai didina gamybos apimtį, o produkcija nugula parduotuvių lentynose [1]. Pasauliniu mastu tekstilės gaminių perprodukcija yra didelė problema: nemaža dalis neparduotų gaminių išmetama į sąvartynus. Jei tokių atliekų mažinimą šiuo metu bandoma spręsti ir žmonių požiūrio į perteklinį vartojimą keitimu, tai augant gamybai didėja ir neišvengiamų technologinių gamybinių atliekų kiekiai. Akivaizdus problemos mastas verčia žmones ieškoti būdų, kaip apsaugoti Žemės išteklius ir mažinti kenksmingą poveikį aplinkai. Mažinant į sąvartynus siunčiamų tekstilės atliekų kiekį, kuriami ir vystomi įvairūs jų antrinio panaudojimo būdais [1]. Viena iš krypčių yra atliekų panaudojimas svarbioje tekstilės pramonės ir medžiagų mokslo srityje – funkcinų medžiagų kūrime ir gamyboje. Tokios medžiagos pasižymi specifinėmis savybėmis ar jų deriniais, kaip atsparumas karščiui ir šalčiui, didesnis patvarumas, atsparumas ugniai, specifinės akustinės savybės ir t.t. [2].

Prie funkcinų medžiagų priskiriama metalų dalelėmis dengta tekstilė, derinanti savyje lengvumą ir lankstumą su elektriniu laidumu ir elektromagnetinių trikdžių ekranavimu. Dėl to ji gali būti patogi alternatyva metalams, o tokie medžiagų deriniai priskiriami funkciniams kompozitams [3]. Tekstilės medžiagų dengimas metalo dalelėmis gali būti atliekamas įvairiais būdais. Dažniausiai naudojami metodai yra magnetroninis purškimas, garų nusodinimas, koloidinis kaitinimas, hidroterminė sintezė, adsorbcijos-difuzijos metodai [2, 3, 4]. Vis dėlto daugelis šių metodų reikalauja toksiškų tirpiklių arba specifinių sąlygų, tokių kaip aukšta temperatūra [4].

Vilnos pluošto atliekų panaudojimas funkciniams kompozitams yra labai aktualus ir perspektyvus iššūkis, kadangi vilnos gamyba pasauliniu mastu siekia apie 3,1 mln. tonų per metus [5]. Šio tyrimo pagrindinis tikslas – ieškoti galimybių vilninių verpalų audimo atliekas modifikuoti vario dalelėmis, naudojant gamtai ir pluoštui draugiškesnius prekursorius.

Darbe buvo tiriamos įmonės UAB Lincasa audinių kraštų formavimo atliekos (1 pav.). Buvo tiriama modifikavimo tirpalo sudėtis, tirpalo temperatūros ir išlaikymo jame trukmės įtaka pluošto paviršiuje formuojamai dangai (1 lentelė). Dviejų pakopų sintezės metu vario turinčios dalelės buvo susintetintos paprastu redukcijos metodu. Pirmajame etape vilninių audimo siūlų mėginiai buvo prisotinti skirtingos koncentracijos vario(II) sulfato (CuSO_4) tirpalais. Antrajame etape jie buvo apdorojami vandeniniu reduktoriaus (askorbo rūgšties) tirpalu ir šildomi.

Darbo metu vertintas mėginių masės ir spalvos pokytis, atlikti modifikuotų pluošto paviršių SEM ir EDS tyrimai, suformuotos dangos rentgeno spindulių difrakcinė analizė (RSDA), vario kiekis suformuotuose kristaluose nustatytas atominės absorbcinės spektroskopijos (AAS) metodu.

1 lentelė. Tirtų vilnonių audimo siūlų atliekų ėminių žymėjimas ir modifikavimo sąlygos

Ėminio kodas	CuSO ₄ tirpalas į	CuSO ₄ koncentracija, mol	Tirpalo temperatūra, °C	Išlaikymo tirpale trukmė, val.
1	H ₂ O	0,5	kambario	1
2	H ₂ O	1,0	kambario	1
3	H ₂ O	1,5	kambario	1
4	0,1% H ₂ SO ₄	0,5	kambario	1
5	0,1% H ₂ SO ₄	1,0	kambario	1
6	0,1% H ₂ SO ₄	1,5	kambario	1
1G	H ₂ O	1,0	kambario	3
2G	H ₂ O	1,0	kambario	6
3G	H ₂ O	1,0	40	1
4G	H ₂ O	1,0	50	1
5G	H ₂ O	1,0	60	1
6G	H ₂ O	1,0	40	3
7G	H ₂ O	1,0	kambario	20

Vario(II) sulfatui reaguojant su askorbo rūgštimi vykstančios oksidacijos-redukcijos reakcijos metu mėlyna vario(II) sulfato spalva išnyko, o modifikuojami siūlai įgavo vario dalelėms būdingą raudonai rudą atspalvį, kas leido numanyti sėkmingą dangos suformavimą pluošto paviršiuje (2 pav.). Nors vizualiai modifikuoti siūlai atrodė plonesni, tačiau gautas modifikuotų bandinių masės prieaugis taip pat leido tikėtis sėkmingo kristalinės dangos suformavimo.

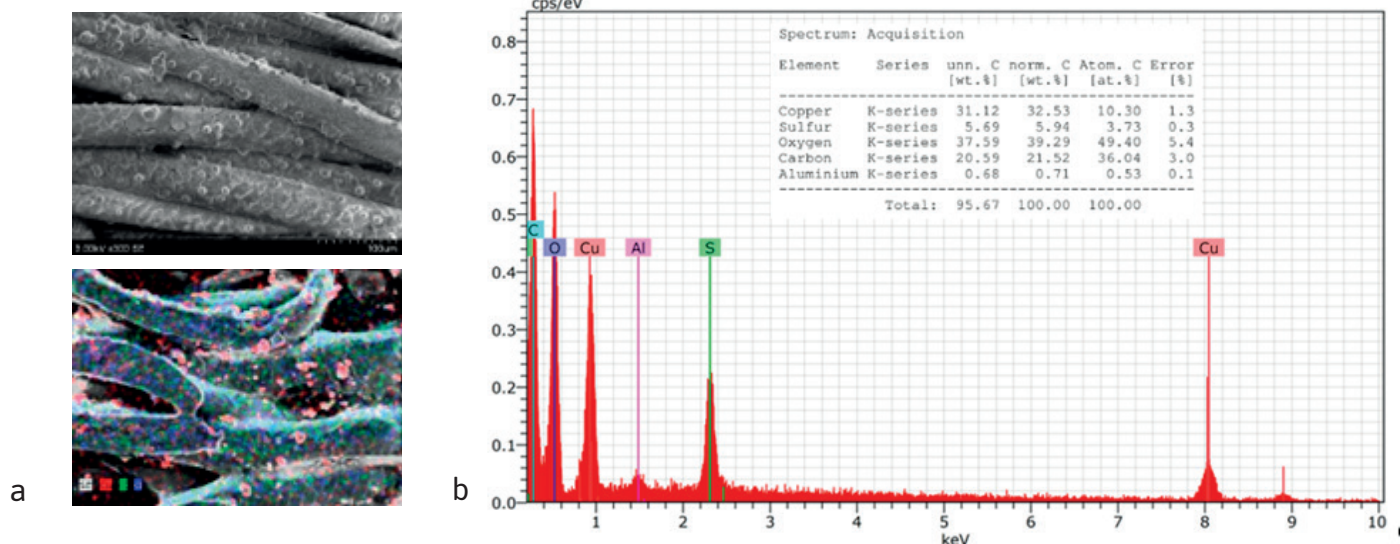


1 pav. Darbe tirtos įmonės UAB Lincasa vilnonių audinių kraštų formavimo atliekos.



2 pav. Neapdorotų ir modifikuotų ėminių spalvos pokytis

Kristalų dangos su vario dalelėmis susidarymas modifikuoto vilnos pluošto mikroplaukelių paviršiuje buvo patvirtintas SEM ir EDS tyrimų rezultatais (3 pav.). Gautose rentgeno spindulių difrakcinės analizės (RSDA) difraktogramose nustatyti vario ir vario oksidų (Cu₂O, CuO) kristalams būdingi virpesių pikai (43,3°, 50,4°, 42,6°, 36,4 ir kt.), kas atitinka ir kitų tyrėjų rezultatus [6, 7].



3 pav. Modifikuoto vilnos pluošto SEM analizės rezultatų pavyzdžiai: a – ėminio Nr.2 SEM vaizdas (didinimas 300×), b – ėminio 5G paviršiaus elementinės sudėties tyrimo rezultatai.

Analizuojant atominės absorbcinės spektroskopijos (AAS) metodu nustatytus susidariusio vario kiekius modifikuotuose skirtingų grupių ėminiuose (1 lentelė) gauta, kad nuo 1 val. iki 3 val. padidinant bandinių mirkymo vario (II) sulfato tirpale trukmę dviejų pakopų sorbcijos-difuzijos metodo pirmoje stadijoje, suformuotoje dangoje galima gauti iki $18 \pm 2\%$ didesnį vario kiekį. Didinant tirpalo temperatūrą nuo kambario (20 ± 2 °C) iki 60 °C, vario kiekis suformuotoje dangoje padidėja iki 1,5 karto.

Išvados

Atlikti tyrimai parodė, kad be papildomo vilninių audimo atliekų siūlų paruošimo dviejų pakopų sintezės metodu naudojant draugiškus gamtai ir nekenksmingus žmogui reagentus pasirinktomis modifikavimo sąlygomis galima gamybines vilnos audimo atliekas modifikuoti vario turinčių kristalų danga.

LITERATŪRA

- [1] Fridrichová, L., et al. *Textile Research Journal*, 2024, vol. 94, no. 23-24, p. 2667-2681.
- [2] Mežinska, S., et al. *ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 2024, p. 425-429.
- [3] Althagafy, K., Alhashmi Alamer, F. *Cellulose*, 2025, vol. 32, p. 5709-5733.
- [4] Joshi, Monika P.; Bhosale, Popatrao N. *Superlattices and Microstructures*, 2021, vol. 150, p. 106785.
- [5] Belukhina, O., Milašienė, D., Ivanauskas, R. *Materials*, 2021, vol. 14, no. 7, p. 1648.
- [6] Dahal, Rabin, et al. *ACS omega*, 2025, vol 10, no. 45, p. 54911-54918.
- [7] Khan, Shanza Rauf, et al. *Materials Research Express*, 2020, vol. 7 no. 2, p. 025036.

INOVATYVIŲ TRĄŠŲ KŪRIMAS IR JŲ POVEIKIO AUGALAMS ĮVERTINIMAS

Sparčiai augant pasaulio gyventojų skaičiui, vis didesnis dėmesys skiriamas pakankamam kokybiškų maisto produktų kiekiui. Ribotos galimybės plėsti dirbamų žemių plotus skatina ieškoti pažangių sprendimų, leidžiančių užtikrinti aukštą žemdirbystės produktyvumą. Viena svarbiausių krypčių – efektyvesnių ir aplinkai palankesnių trąšų kūrimas, orientuotas ne tik į derliaus didinimą, bet ir į dirvožemio kokybės išsaugojimą. Dėl to itin aktualūs tampa inovatyvių trąšų, papildytų natūralios kilmės bio priedais, tyrimai. Tokie priedai, gaunami iš žemės ūkio ar maisto pramonės atliekų (pvz., pelenų, kavos tirščių, lubinų ar bananų žievių), gali papildyti augalų mitybai reikalingas medžiagas ir gerinti dirvožemio struktūrą. Tręšimui gali būti naudojamos tiek biriosios, tiek skystosios trąšos, tačiau pastarosios laikomos perspektyvesnėmis dėl tolygesnio pasiskirstymo dirvožemyje ir geresnio maisto medžiagų pasisavinimo. Skystosios kompleksinės trąšos taip pat gali būti lengvai naudojamos kartu su laistymo sistemomis bei praturtinamos mikroelementais ar kitais biologiškai aktyviais priedais. Atsižvelgiant į neigiamą intensyvaus cheminių trąšų naudojimo poveikį aplinkai, bio priedų taikymas laikomas perspektyvia kryptimi siekiant tvaresnio ir efektyvesnio žemės ūkio.

Tyrimo tikslas – nustatyti organinės kilmės atliekose (bananų žievės, kavos pupelių lukštus, lubinų lapus ir stiebus bei pušies kankorėžius) esančių pagrindinių augalams būtinų makroelementų (N, P, K) kiekius. Iš paruoštų skirtingų terpių ekstraktų (vandeninių, šarminių ir mineralizuotų bandinių) sudaryti skystųjų trąšų kompozicijas ir įvertinti jų poveikį augalų augimui.

Organinės kilmės atliekos (bananų žievės, kavos pupelių lukštai, pušies kankorėžiai bei džiovinti lubinų lapai ir stiebai) buvo paruoštos ir tirtos taikant tris skirtingus ekstrakcijos metodus, siekiant įvertinti augalams būtinų makroelementų (N, P, K) išsiskyrimą skirtingose terpėse. Vandenei ekstrakcijai mėginiai buvo maišomi su distiliuotu vandeniu ir laikomi šaldytuve 7 paras, kad vyktų tirpių medžiagų perėjimas į tirpalą. Šarminės ekstrakcijos metu mėginiai buvo apdorojami 0,5 N KOH tirpalu ir laikomi 24 valandas kambario temperatūroje. Rūgštinės mineralizacijos atveju mėginiai buvo skaidomi koncentruota H_2SO_4 iki pilnos mineralizacijos, po to tirpalas praskiestas distiliuotu vandeniu iki nustatyto tūrio. Po ekstrakcijos visi mėginiai buvo filtruojami, pašalinant netirpius likučius prieš atliekant tolesnius tyrimus.

Ekstraktų cheminė sudėtis buvo nustatoma taikant skirtingus analitinius metodus: kalio (K_2O) koncentracija – ribinių tirpalų metodu, naudojant liepsnos fotometrą Jenway PFP-7, fosforo (P_2O_5) – fotokolorimetriniu metodu su spektrofotometru T70/T80 UV-VIS, o amoniakinio azoto (NH_4^+) – Kjeldalio metodu, naudojant distiliatorių Vapodest 45s Gerhardt.

Tyrimų rezultatai parodė, kad kalis lengvai pereina į vandeninius tirpalus, todėl efektyviai išgautas net taikant paprastą ekstrakciją. Tuo tarpu didžiausios azoto koncentracijos nustatytos mineralizuotuose mėginiuose, o vandeniniuose ir šarminiuose ekstraktuose jos išliko nedidelės, kas rodo, kad didžioji azoto dalis yra susijusi su sunkiau tirpiomis junginių formomis. Fosforo kiekiai visais atvejais buvo nedideli, nors šarminė terpė šiek tiek padidino jo išsiskyrimą, bendras fosforo tirpumas išliko ribotas.

Papildomai ekstraktų ir žaliavų sudėčiai bei struktūrai įvertinti buvo taikyta skenuojančiosios elektroninės mikroskopijos (SEM) ir energijos dispersinės rentgeno spektroskopijos (EDS) analizė. SEM metodas leido įvertinti tiriamųjų mėginių paviršiaus morfologiją ir struktūrą, o EDS analizė – nustatyti elementinę sudėtį ir pagrindinių cheminių elementų pasiskirstymą mėginyje. Taip pat buvo sudaryti

elementų pasiskirstymo žemėlapiai, kurie vizualiai parodė tokių elementų kaip K, Ca, Mg, P, Si ir kitų lokalizaciją tiriamuose bandiniuose. Gauti rezultatai patvirtino, kad tiriamos organinės žaliavos pasižymi įvairialype elementine sudėtimi, o atskirų elementų pasiskirstymas nėra tolygus, kas gali turėti įtakos jų tirpumui ir perėjimui į ekstraktus.

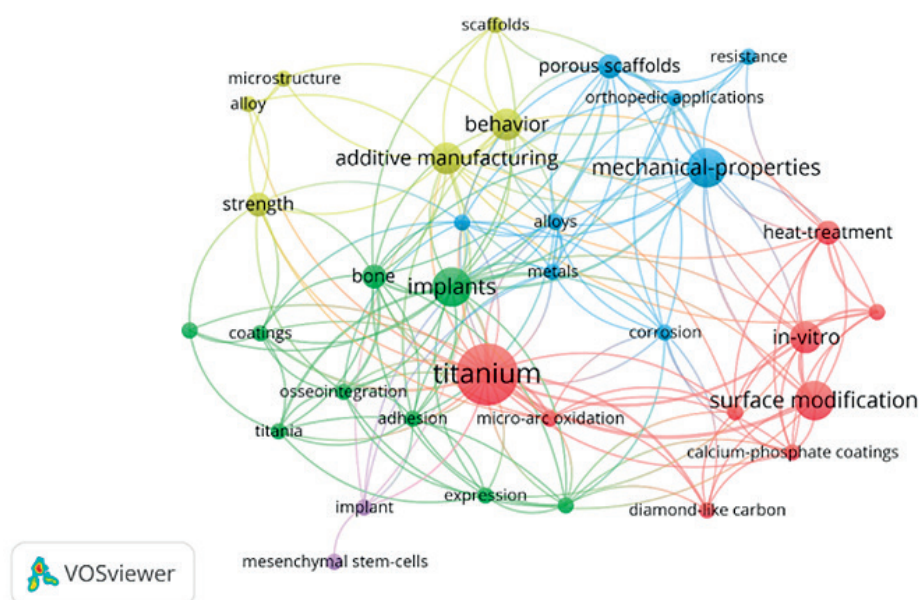
Buvo sudarytos šešios skirtingos skystųjų trąšų kompozicijos, besiskiriančios ekstraktų santykiais ir sudėtimi. Sumaišius komponentus nustatyta, kad susidaro ne skystosios kompleksinės, o suspensinės trąšos. Atsižvelgiant į tai, kaip fasavimo būdas buvo pasirinktas jų supilstymas į sandarius buteliukus, užtikrinant patogų laikymą ir naudojimą.

Kristalizacijos temperatūra yra viena svarbiausių skystųjų trąšų fizinių savybių, nes ji lemia jų laikymo, transportavimo ir naudojimo galimybes žemesnėje temperatūroje. Ji buvo nustatyta taikant vizualųjį politerminį metodą: kaip šaldomasis agentas naudotas ledo ir natrio chlorido mišinys, o temperatūra matuota gyvsidabrinio termometru, kurio tikslumas 0,1 °C. Taip pat buvo nustatytos kitos fizikinės–cheminės savybės: tankis – areometru, klampa – stikliniu Ostvaldo viskozimetru, o pH – pH-metru.

Suspensinių trąšų agrocheminis efektyvumas vertintas taikant modifikuotą mikrovegetacinių bandymų metodą. Bandymai atlikti plastikiniuose indeliuose, užpildytuose vienodos masės (219 g) silpnai šarminės reakcijos priesmėlio dirvožemio. Siekiant užtikrinti rezultatų patikimumą, kiekvienai trąšų kompozicijai paruošti trys pakartojimai. Tyrimui pasirinkti dviejų rūšių augalai – svyrančioji ir hibridinė pelargonijos, kiekvienam variantui naudojant po tris daigus. Augalai auginti esant dirbtiniam 1000 lx intensyvumo apšvietimui. Tręšimas buvo atliekamas kartą per savaitę, į kiekvieną indelį pilant po 25 mL suspensinių trąšų tiesiai į dirvožemį. Trąšų efektyvumas vertintas pagal augalų augimo rodiklius, stebint daigų augimą ir vystymosi potencialą.

GRYNO TITANO LYDINIO MODIFIKUOTU PAVIRŠIUMI BIOSUDERINAMUMO TYRIMAS

Implantuojamos biomedžiagos atlieka svarbų vaidmenį pakeičiant arba pagerinant pagrindinių kūno sistemų funkciją. Biomedicininės metalinės implantų medžiagos yra plačiai naudojamos klinikinėse procedūrose, apimančiose dantų implantus, klubo ir kelio sąnario endoprotezus, kaulų plokšteles ir varžtus, o tai vaidina svarbų vaidmenį gydant įvairias ligas ir traumas [1]. Žemiau pateikiami įvairūs titano pagrindu pagamintų implantų tyrimų iššūkiai (1 pav.), apžvelgus 2026–2011 m. laikotarpio trisdešimt straipsnių „Web of Science“ duomenų bazėje.



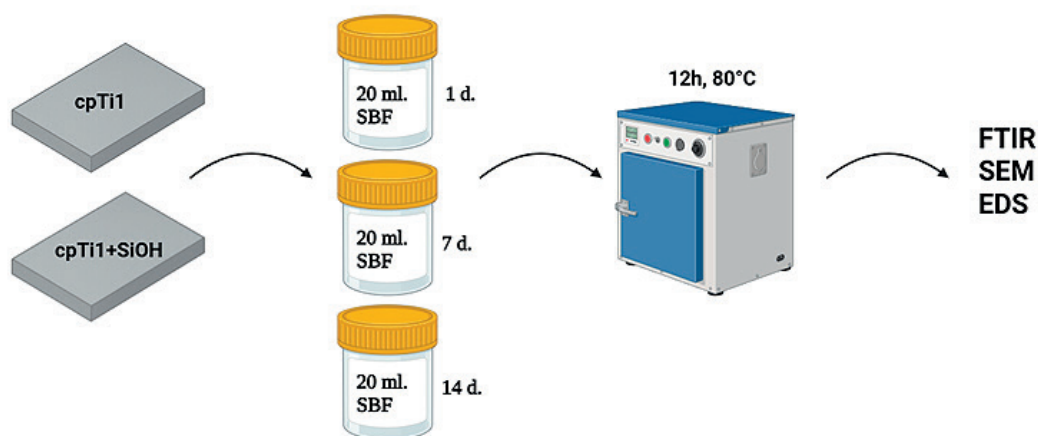
1 pav. Pagrindiniai titano pagrindu pagamintų implantų kūrimo iššūkiai (sugeneruota naudojant „VOSviewer 1.6.20“; © 2009–2023 Nees Jan van Eck ir Ludo Waltman)

Komerčiškai grynas titanas (CpTi1) pasižymi puikiomis mechaninėmis savybėmis ir atsparumu korozijai, todėl jis ypač vertinamas medicinos srityje gaminant implantus. Siekiant pagerinti medicininių implantų biologinį suderinamumą, oseointegraciją ir cheminį stabilumą, CpTi1 paviršius dažnai modifikuojamas [2]. Šios projekto tikslas – modifikuoti titano lydinio paviršius taikant įvairius fizikinius ir cheminius metodus bei ištirti, kaip paviršiaus pokyčiai veikia bioimitacinės mineralizacijos procesus.

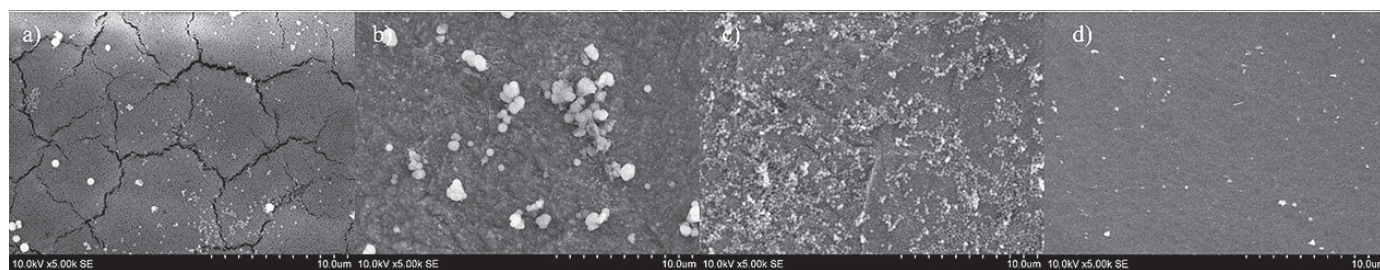
Komerčiškai gryno titano cpTi1 bandiniai pirmiausia buvo supjaustyti frezavimo staklėmis į 12x14 mm bandinius iš 1,5 mm storio valcuoto lakšto, remiantis ankstesniuose tyrimuose taikytomis metodikomis [3]. Paruoštų cpTi1 bandinių paviršiai buvo apdoroti azoto rūgšties (HNO₃), vandenilio fluorida rūgšties (HF) ir vandens (H₂O) tirpalo mišiniu. Po cheminės modifikacijos paviršiaus šiurkštumo matavimai atlikti naudojant „Bruker DektakXT“ profilometrą. Nustatyta, kad komerciškai gryno titano po veikimo rūgštimis šiurkštumas Ra siekia 1,6 μm. Tuomet zolio–gelio metodu buvo atliekamas CpTi1 bandinių padengimas silicio dioksido dalelėmis [4]. Siekiant nustatyti bioaktyvios dangos įtaką hidrok-

siapatito susidarymui, modifikuoti ir nemodifikuoti bandiniai buvo merkami į žmogaus kūno skysčius imituojantį tirpalą (angl. SBF, *Simulated Body Fluid*, pH=7,2) ir laikomi 1, 7 ir 14 d. Modelinis kūno skystis buvo paruoštas remiantis kraujo plazmos jonine sudėtimi, kurioje atitinkamai yra Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} ir SO_4^{2-} jonų. Po 1–os, 7–ių, 14–os dienų bandinių laikymo tirpale, bandiniai buvo išdžiovinti 80° C laipsnių temperatūroje, laikant 12 valandų džiovinimo krosnelėje (BINDER ED 23). Žemiau pateikiama tyrimo metodologijos vizualizacija (2 pav.).

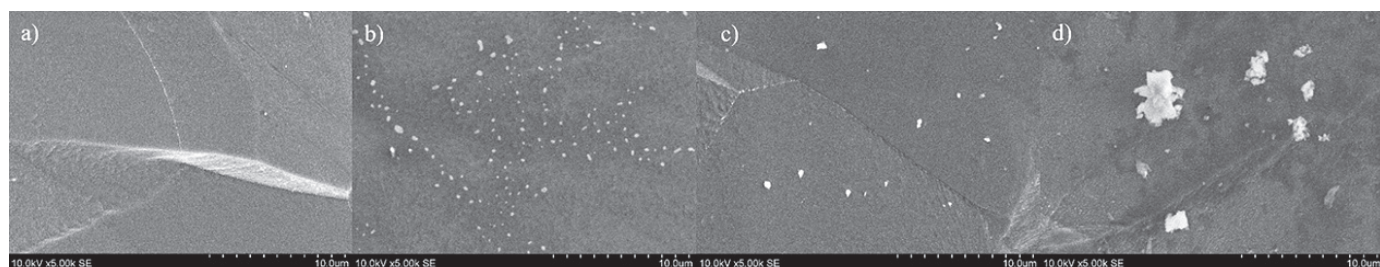
Atliktos skenuojančios elektronų mikroskopijos (SEM), Furjė transformacijos infraraudonųjų spindulių spektroskopijos (FTIR) ir energijos dispersinės rentgeno spektroskopijos (EDS) analizės, siekiant įvertinti mėginių paviršiaus ir dangos struktūrą. SEM tyrimai atlikti esant skirtingiems vaizdų didinimams (100x, 500x, 1000x, 10000x), kas leido detaliai ištirti paviršiaus morfologiją bei įvertinti titano paviršiaus struktūrinius pokyčius. SEM analizės nuotraukos pateikiamos 3 ir 4 pav.



2 pav. Tyrimo metodologijos schema



3 pav. Komerčiškai gryno titano (cpTi1) SEM nuotraukos (5000x) skirtingais laikymo SBF laikotarpiais: a) 0 d.; b) 1 d.; c) 7 d.; d) 14 d.



4 pav. Komerčiškai gryno titano (cpTi1) su danga SEM nuotraukos (5000x) skirtingais laikymo SBF laikotarpiais: a) 0 d.; b) 1 d.; c) 7 d.; d) 14 d.

Išvados:

Remiantis SEM, EDS, FTIR tyrimų metu gautais duomenimis, nustatyta silicio dioksido–hidroksiapatito danga ant bandinių paviršių.

Atlikus bioimitacinės mineralizacijos bandymus matyti, kad po 1 dienos imitaciniame kūno skystyje ant cpTi1 paviršių susidarė apatito tipo struktūros, o jų kiekis atitinkamai didėjo ilgėjant laikymo trukmei.

Gauti rezultatai rodo, kad modifikuotas komerciškai gryno titano paviršius sėkmingai pasidengė hidroksiapatito danga, todėl metodas yra perspektyvus taikant jį biomedicininį implantų dangų formavime.

Padėka:

Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr.S–ST–25–69.

LITERATŪRA

- [1] WEGENER, Thomas; WU, Tao; SUN, Fei; WANG, Chong; LU, Jian ir kt. Influence of Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT) on Microstructure, Tensile and Low-Cycle Fatigue Behavior of Additively Manufactured Stainless Steel 316L. *Metals*, vol. 12 (2022), nr. 9, pp. 1425. Prieiga per: 10.3390/met12091425.
- [2] ATTARILAR, Shokouh; EBRAHIMI, Mahmoud; DJAVANROODI, Faramarz; FU, Yuanfei; WANG, Liqiang ir kt. 3D Printing Technologies in Metallic Implants: A Thematic Review on the Techniques and. Procedures. *International Journal of Bioprinting*, vol. 7 (2021), nr. 1, pp. 21–46. ISSN 2424–7723. Prieiga per: 10.18063/ijb.v7i1.306.
- [3] Dragūnaitė, G.; Gylienė, Virginija. Titano lydinio paviršiaus modifikavimas in vivo pritaikymui // Studentų moksliniai tyrimai 2024/2025: konferencijos pranešimų santrauka. Vilnius: Lietuvos mokslo taryba. ISSN 2669–2074. 2025, p. 124–125.
- [4] IM, Ki-Hyeong; LEE, Sang-Bae; KIM, Kwang-Mahn ir LEE, Yong-Keun. Improvement of bonding strength to titanium surface by sol-gel derived hybrid coating of hydroxyapatite and titania by sol-gel process. *Surface & Coatings Technology*, vol. 202 (2007), nr. 4–7, pp. 1135–1138. ISSN 0257–8972. Prieiga per: 10.1016/j.surfcoat.2007.07.081.

PRAMONINĖS SIMBIOZĖS GALIMYBĖS IR IŠŠŪKIAI

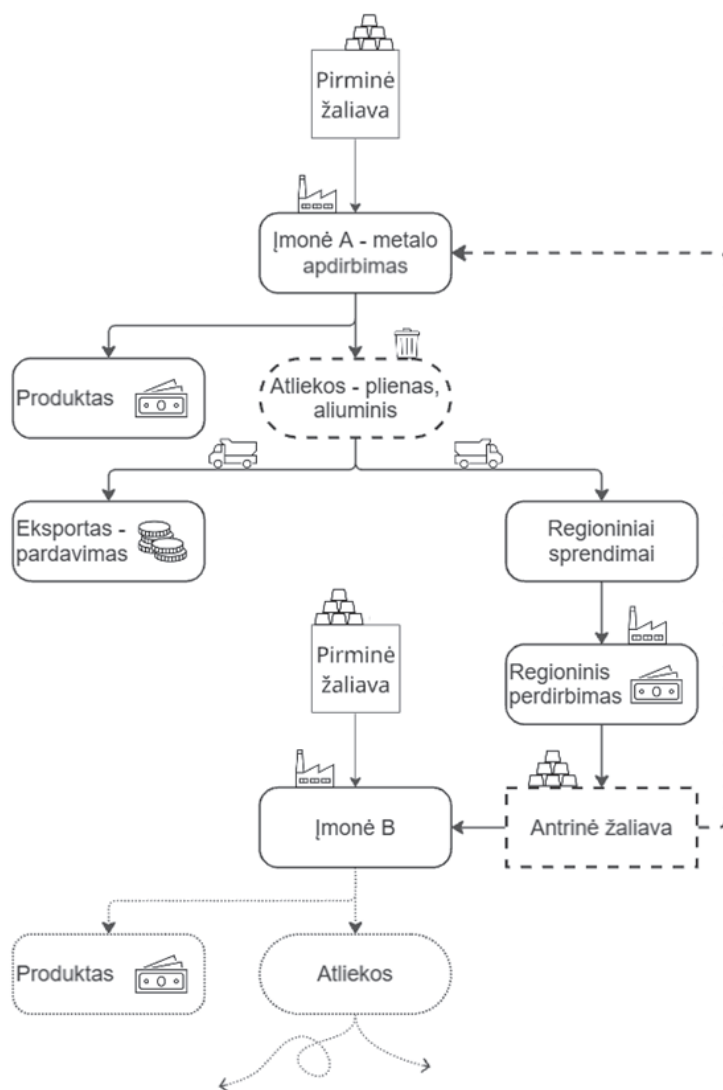
Lietuvoje pramoninės atliekos dažniausiai nėra reintegruojamos į vietinius žaliavų srautus, todėl prarandamas jų ekonominis potencialas ir didėja priklausomybė nuo importuojamų žaliavų. Pramoninė simbiozė, kaip vienas pagrindinių žiedinės ekonomikos principų, siūlo sprendimą šiai problemai, leidžiant efektyviau panaudoti išteklius ir mažinti atliekų kiekį.

Tyrimo tikslas yra įvertinti pramoninių atliekų reintegravimo į žaliavų srautus galimybes Lietuvoje, identifikuojant pagrindinius pramoninės simbiozės iššūkius ir potencialą regioniniu lygmeniu. Tyrime taikoma gyvavimo ciklo analizės (GCA) metodika [1], papildyta empiriniais duomenimis, gautais iš Kauno regiono gamybos sektoriaus analizės ir įmonių apklausos.

Tyrimo empirinė pramonės analizė derinama su gyvavimo ciklo modeliavimu, leidžiančiu kiekybiškai įvertinti atliekų reintegracijos naudą regioniniu lygmeniu. Tyrimas parodo, kad metalo atliekų reintegracija vietinėje gamyboje gali būti efektyvesnė nei jų eksportas kaip laužo, kas iki šiol Lietuvos kontekste nebuvo sistemiškai pagrįsta. Siekiant aiškiau pavaizduoti nagrinėjamą pramoninės simbiozės modelį ir atliekų panaudojimo scenarijus, pateikiama schema (žiūr. 1 pav.).

Kaip matyti 1 pav., metalo atliekų reintegracija leidžia sumažinti transportavimo srautus, energijos sąnaudas ir su tuo susijusias emisijas. Atlikta analizė parodė, kad Kauno regiono gamybos sektoriuje dominuoja medienos ir metalo apdirbimo atliekų srautai. Nors metalas yra vertinga antrinė žaliava, Lietuvoje jis dažniausiai realizuojamas globaliose rinkose, o ne reintegruojamas vietinėje gamyboje [2]. Tai rodo neišnaudotą potencialą kurti uždarus medžiagų ciklus regione ir stiprinti vietines tiekimo grandines.

Gyvavimo ciklo analizės rezultatai rodo, kad atliekų reintegracija yra aplinkosauginiu požiūriu pranašesnė už tradicinį perdirbimą ar pirminių žaliavų naudojimą. Ypač reikšmingas poveikis nustatytas plieno atveju, vietinis atliekų perlydymas leidžia sumažinti transportavimo sukeltas emisijas ir energijos sąnaudas, nes pirminio plieno gamyba yra gerokai taršesnė nei antrinis perdirbimas.



1 pav. Pramoninės simbiozės modelis, vaizduojantis metalo atliekų reintegraciją į vietinius žaliavų srautus, lyginant su tradiciniu jų eksportu kaip metalo laužu.

Tyrimas atskleidė pagrindinius pramoninės simbiozės plėtros iššūkius [3]:

- Techninius - antrinių žaliavų kokybę ir suderinamumas,
- Ekonominis - didelės investicijos į infrastruktūrą,
- Informacinis - ribotas įmonių bendradarbiavimas ir duomenų mainų trūkumas.

Nepaisant to, apklausos rezultatai rodo, kad pramonės įmonės pripažįsta simbiozės potencialą ir būtų linkę ją taikyti esant palankioms ekonominėms sąlygoms. Efektyvi pramoninės simbiozės plėtra Lietuvoje priklauso nuo valstybės politikos, finansinių paskatų, investicijų į regioninę perdirbimo infrastruktūrą ir skaitmeninių žaliavų mainų platformų kūrimo.

Apibendrinant galima teigti, kad pramoninė simbiozė Lietuvoje turi didelį potencialą, tačiau jos plėtrai būtinos sisteminės sąlygos. Atliekų reintegracija gali būti ne tik aplinkosauginis, bet ir ekonomiškai naudingas sprendimas, prisidedantis prie vietinių tiekimo grandinių stiprinimo ir pramonės konkurencingumo didinimo.

LITERATŪRA

[1] LST EN ISO 14040:2006. Aplinkos vadyba. Gyvavimo ciklo vertinimas. Principai ir sandara. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2006.

[2] Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija, Lietuvos inovacijų centras. *Analysis of circularity of the Lithuanian industry*, 2021. Prieiga per internetą: https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Analysis%20of%20Circularity%20of%20Lithuania's%20Industry_2021.pdf

[3] JACOBSEN, Noel Brings. Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: A quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology*. 2006, vol. 10, no. 1-2, p. 239-255. ISSN 1530-9290. Prieiga per: doi:10.1162/108819806775545411

SKAITMENINĖS VAIZDŲ KORELIACIJOS SISTEMOS TAIKYMAS MEDŽIAGŲ CHARAKTERIZAVIMUI

Mechaninių savybių nustatymas yra svarbus vertinant medžiagų elgseną apkrovos metu, prognozuojant konstrukcijų patikimumą ir sudarant skaitinius modelius. Lakštinėms medžiagoms ypač svarbu įvertinti savybių priklausomybę nuo valcavimo krypties, nes ši priklausomybė gali daryti įtaką deformacijų pasiskirstymui ir plastinei anizotropijai. Šiame darbe aliuminio lakšto mechaninės savybės tirtos taikant tempimo bandymus ir skaitmeninę vaizdų koreliaciją (angl. *Digital Image Correlation*, DIC). DIC yra bekontaktis optinis metodas, leidžiantis pagal bandinio paviršiaus vaizdus nustatyti poslinkių ir deformacijų laukus [1, 2].

Tyrimo tikslas – taikant stereo DIC sistemą nustatyti 0,9 mm storio aliuminio lakšto mechanines savybes, įvertinti anizotropiškumą ir palyginti eksperimentinius rezultatus su skaitiniu modeliu. Bandiniai išpjauti 0°, 45° ir 90° kampais valcavimo krypties atžvilgiu. Kiekvienai orientacijai gauti keturi sėkmingi bandiniai, papildomai – po vieną bandinį su 2, 4 ir 6 mm skersmens kiauryme centre (iš viso 21 bandinys). Bandinių geometrija, tempimo bandymo eiga ir mechaninių savybių nustatymas parinkti remiantis LST EN ISO 6892-1 standartu [3], o plastinės deformacijos santykis r apskaičiuotas pagal ISO 10113 standartą [4], naudojant (1) formulę.

$$r = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_z} = \frac{\varepsilon_x}{-(\varepsilon_y + \varepsilon_x)} \quad (1)$$

Čia: ε_x – tikroji plastinė deformacija pločio kryptimi; ε_y – tikroji plastinė išilginė deformacija; ε_z – tikroji plastinė deformacija storio kryptimi.

Plokštuminės anizotropijos koeficientas Δr apskaičiuojamas pagal (2) formulę.

$$\Delta r = \frac{r_0 - 2 \cdot r_{45} + r_{90}}{2} \quad (2)$$

Čia: r_0 , r_{45} ir r_{90} – plastinės deformacijos santykiai 0°, 45° ir 90° kryptimis.

Tempimo bandymai atlikti naudojant mažaciklio nuovargio bandymų mašiną „Instron 8862“, o deformacijų laukai fiksuoti erdvine skaitmeninės vaizdų koreliacijos sistema „VIC-3D 10“.

Iš eksperimentinių duomenų buvo sudarytos įtempio–deformacijos kreivės ir apskaičiuotos pagrindinės mechaninės savybės. Bandinių be kiaurymių vidutinės mechaninių savybių reikšmės su 95 % pasikliautinaisiais intervalais ir standartiniais nuokrypiais pateikiamos 1 lentelėje.

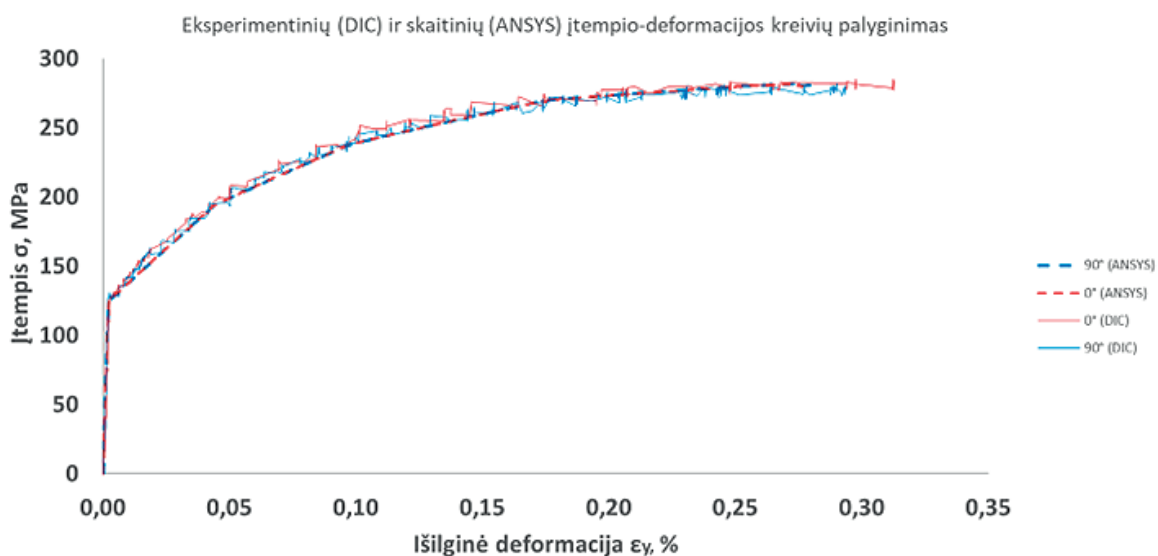
1 lentelė. Medžiagos mechaninės savybės 0°, 45° ir 90° kryptimis

Bandinio kryptis	0°		45°		90°	
Duomenys	vidurkis	standartinis nuokrypis	vidurkis	standartinis nuokrypis	vidurkis	standartinis nuokrypis
Puasono koeficientas	0,23 ± 0,025	0,02	0,20 ± 0,072	0,05	0,21 ± 0,031	0,02
Jungo modulis, GPa	61,4 ± 4,19	2,64	60,6 ± 3,27	2,05	60,2 ± 1,50	0,94

Takumo riba, MPa	136,9 ± 21,60	13,58	129,1 ± 2,45	1,54	129,6 ± 0,84	0,53
Stiprumo riba, MPa	285,8 ± 2,37	1,49	284,4 ± 1,73	1,09	284,8 ± 0,86	0,54
Trūkio deformacija, %	29,5 ± 4,41	2,77	28,0 ± 5,65	3,55	28,1 ± 4,54	2,86
Plastinės deformacijos santykis r	0,679 ± 0,132	0,080	0,568 ± 0,008	0,005	0,565 ± 0,071	0,045

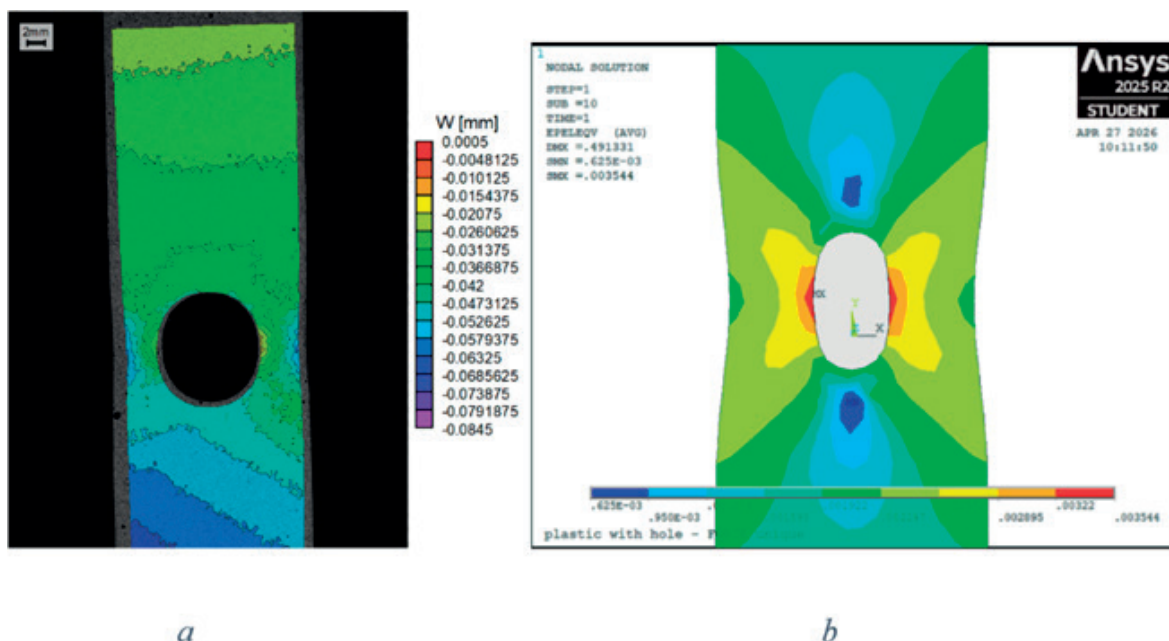
Bandinių be kiaurymių rezultatai parodė, kad 0° , 45° ir 90° kryptimis nustatytos pagrindinės mechaninės savybės buvo artimos, todėl aliuminio lakšto mechaninė elgsena mažai priklauso nuo valcavimo krypties. Visomis kryptimis $r < 1$, vidutinis plastinės deformacijos santykis $\bar{r}$ siekė 0,595, o plokštuminės anizotropijos koeficientas Δr buvo 0,054. Tai rodo medžiagos polinkį plonėti ir mažą plokštuminę anizotropiją.

Skaitinis modelis sudarytas „ANSYS Mechanical APDL“ aplinkoje, naudojant tempimo bandymų metu nustatytus medžiagos parametrus, įvertinant valcavimo kryptį ir netiesinę medžiagos elgseną. 1 pav. pateiktas 0° ir 90° kryptimis paruoštų bandinių be kiaurymių eksperimentinių ir skaitinių ANSYS įtempio–deformacijos kreivių palyginimas, rodantis artimą modelio ir eksperimento rezultatų sutapimą.



1 pav. 0° ir 90° kryptimis paruoštų bandinių be kiaurymių eksperimentinių ir skaitinių įtempio–deformacijos kreivių palyginimas

Detalesniam palyginimui pasirinktas 90° krypties bandinys su 6 mm kiauryme. 2 pav. pateiktas šio bandinio deformacijų pasiskirstymo palyginimas esant 2 kN apkrovai.



2 pav. 90° krypties bandinio su 6 mm kiauryme deformacijų pasiskirstymo palyginimas esant 2 kN apkrovai: a – DIC metodu gautas poslinkių / deformacijų laukas; b – ANSYS skaitinio modelio deformacijų laukas

2 pav. matyti, kad tiek DIC, tiek ANSYS rezultatuose didžiausi deformacijų pokyčiai susitelkia ties kiaurymės kraštais. Tai rodo, kad skaitinis modelis atkartoja eksperimente stebimą deformacijų koncentracijos pobūdį ir gali būti taikomas lokaliai bandinių su kiaurymėmis elgsenai vertinti.

Apibendrinant galima teigti, kad DIC metodas leido nustatyti aliuminio lakšto mechanines savybes ir įvertinti deformacijų pasiskirstymą bandinio paviršiuje. Bandinių be kiaurymių analizė parodė panašią mechaninę elgseną skirtingomis valcavimo kryptimis, o r , $\bar{r}$ ir Δr rodikliai atskleidė medžiagos polinkį plonėti ir mažą plokštuminę anizotropiją. Skaitinis modeliavimas papildė eksperimentinę analizę: bandiniams be kiaurymių ANSYS rezultatai artimai atkartojo eksperimentines įtempio–deformacijos kreives, o bandiniams su kiaurymėmis leido įvertinti lokalių deformacijų koncentraciją ties kiaurymės kraštais.

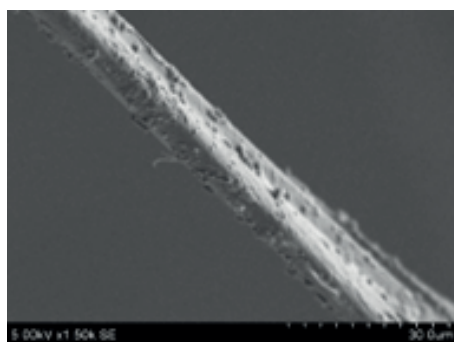
LITERATŪRA

- [1] Nasajpour-Esfahani N. ir kiti, *Materials Characterization*, 2025, 228, 115416.
- [2] Jones E. M. C., Iadicola M. A. *A Good Practices Guide for Digital Image Correlation*. International Digital Image Correlation Society, 2018.
- [3] LST EN ISO 6892-1:2019. *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*.
- [4] ISO 10113:2020. *Metallic materials — Sheet and strip — Determination of plastic strain ratio*.

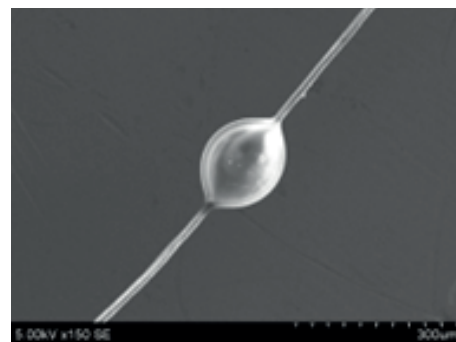
MAKSENU PADENGŲ NATŪRALIŲ PLUOŠTŲ ADHEZIJOS SU BIOLOGINĖS KILMĖS EPOKSIDINE MATRICA TYRIMAS KONSTRUKCINIUIOSE KOMPOZITUOSE

Didėjantis natūralių pluoštų (linų, kanapių, džuto) naudojimas konstrukciniuose kompozituose skatina jų pritaikymą transporto, sporto ir aviacijos srityse, kur medžiagos turi atlaikyti dideles mechanines apkrovas ir agresyvias aplinkos sąlygas. Tačiau pagrindinis šių pluoštų trūkumas didelė drėgmės įgertis, kuri silpnina adheziją su polimerine matrica, mažina mechanines savybes ir trumpina eksploatacinį patikimumą. [1] Siekiant tai spręsti, būtina efektyvi pluošto paviršiaus modifikacija. Tradiciniai cheminiai metodai dažnai yra aplinkai nepalankūs, todėl šiame tyrime taikoma alternatyva 2D nano-medžiaga maksenas (ang. MXene, $Ti_3C_2T_x$). Ji pasižymi dideliu paviršiaus plotu, ir gebėjimu formuoti stiprias sąveikas su celiulioze bei epoksidine matrica [2]

Tyrimo metu buvo vertinama maksenu modifikuotų lino pluoštų adhezija su biologinės kilmės epoksidine matrica mikro ir makro masteliu. Skenuojančiosios elektroninės mikroskopijos (SEM) analizė parodė, kad lino pluošto geometrija nėra idealiai cilindrinė jo skerspjūvis yra netaisyklingos, labiau ovalios formos, o tai gali turėti įtakos paviršiaus padengimo tolygumui ir adhezijos procesams. Pluoštų paviršiaus modifikacijai naudota vandeninė makseno dispersija, kurios koncentracija 2 mg/ml, o dengimas atliktas įmerkymo metodu, taikant skirtingą įmerkimo ciklų skaičių. Buvo atlikta 1-2 ciklai greito įmerkimo ir 1-4 ciklai 10 minučių intervalų mirkymo, tarp ciklų džiovinant. Šio metodo tikslas buvo nustatyti, ar ilgesnis sąlytis su dispersija pagerina makseno dangos tolygumą ir padengimo kokybę. Abiem atvejais padengti pluoštai buvo laikomi kambario temperatūroje iki tolimesnių eksperimentinių bandymų atlikimo. Tarpfazinio šlyties stiprio (IFSS) nustatymui mikro lygiu buvo naudojama LEX820 (Dia-Stron Ltd., UK) mikrolašelio testo sistema. Ant pavienių lino pluoštų buvo formuojami bio-epoksidinės dervos mikrolašeliai ir matuojama nuplėšimo jėga. Pagal gautus duomenis apskaičiuotas IFSS.



a)



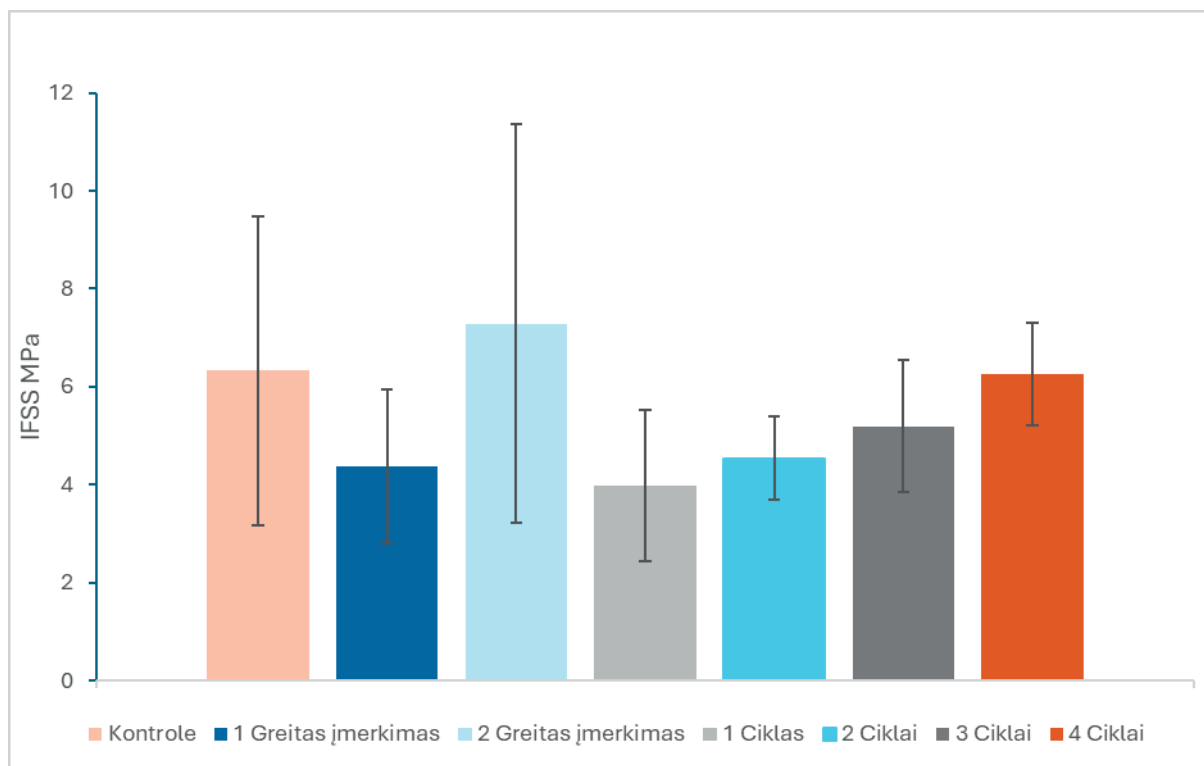
b)

1 pav. (a) Maksenu padengtas lino pluošto (b) Ant pavienio lino pluošto suformuoto dervos lašelio (SEM atvaizdai įmerkimo procesai)

Makrolygiu kompozitų šlyties stipris nustatytas trumpųjų sijų šlyties bandymu pagal standartą EN ISO 14130. Pagamintos trys lino pluošto biologinės kilmės epoksido kompozitinės plokštės: kontrolinė su nepadengtu pluoštu ir du modifikuotos, su maksenu padengtu pluoštu (dviejų ir keturių ciklų). Iš

jų išpjauti standartiniai bandiniai, po šešis kiekvienai grupei. Bandymai atlikti naudojant Tinius Olsen H25KT universalią bandymų mašiną. Užfiksuota maksimali apkrova, kurios metu įvyksta pirmasis kompozito atsisluoksniavimas. Pagal tai apskaičiuotas šlyties stipris.

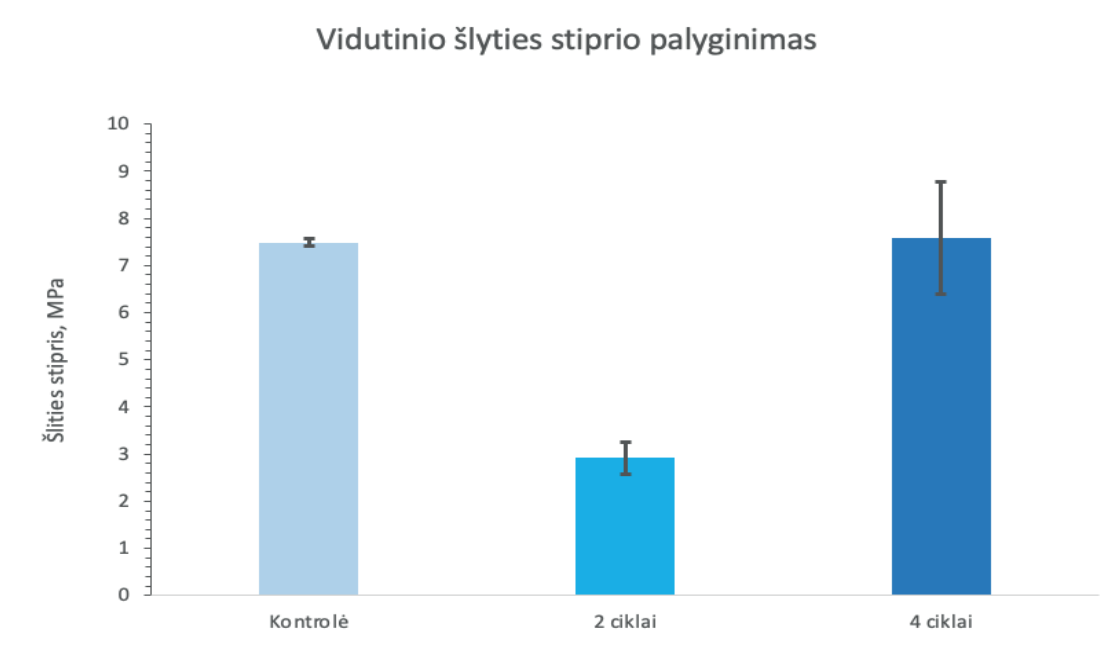
Dėl natūralaus lino pluoštų nehomogeniškumo: skirtingo skersmens, formos ir paviršiaus struktūros, mikrolašelių testas nepateikė aiškiai išreikštų rezultatų, nes duomenys pasižymėjo didele sklaida. Tai būdinga natūralių pluoštų sistemoms ir apsunkina tiesioginį grupių palyginimą. Vis dėlto buvo pastebėta teigiama tendencija: didėjant įmirkymo ciklų skaičiui nuo 2 iki 4, tarpfazinio šlyties rodikliai gerėjo, todėl tolimesniems makromechaniniams tyrimams pasirinktas efektyvesnis modifikavimo režimas.



2 pav. IFSS palyginimas mikrolygiu

Trumpųjų sijų šlyties bandymo rezultatai aiškiau parodė makseno dangos poveikį. Kontrolinės grupės bandiniai vidutiniškai atlaikė 7,49 MPa, dviejų ciklų merkimo grupė tik 2,92 MPa, o keturių ciklų grupėje nustatytas didžiausias šlyties stipris 7,59 MPa. Dviejų ciklų atveju nepakankamas ir netolygus makseno sluoksnis veikė kaip defektų zona, silpninanti pluošto ir matricos sukibimą. Tuo tarpu keturių ciklų merkimas sudarė tolygesnę ir stabilesnę dangą, padidino aktyvių sąveikos vietų skaičių ir pagerino apkrovų perdavimą per tarpfazę. Tai patvirtina, kad makseno poveikis tiesiogiai priklauso nuo padengimo režimo, o optimalus ciklų skaičius yra svarbus gerinant natūralių pluoštų kompozitų mechanines savybes.

Kadangi natūralūs pluoštai pasižymi didele morfologine įvairove, net ir tos pačios grupės bandiniuose gali būti reikšminga rezultatų sklaida. Tikėtina, kad merkiant 5-6 kartus, kompozitų šlyties stipris būtų dar didesnis. Šie rezultatai yra svarbūs natūralių pluoštų kompozitų kontekste, nes jie parodo, kad tarpfazinės sąveikos stiprinimas 2D nanomedžiagomis, tokiomis kaip maksenas, nėra vienareikšmiškai naudingas, jo poveikis yra labai jautrus apdorojimo sąlygoms.



3 pav. Šlyties stiprio palyginimas

LITERATŪRA

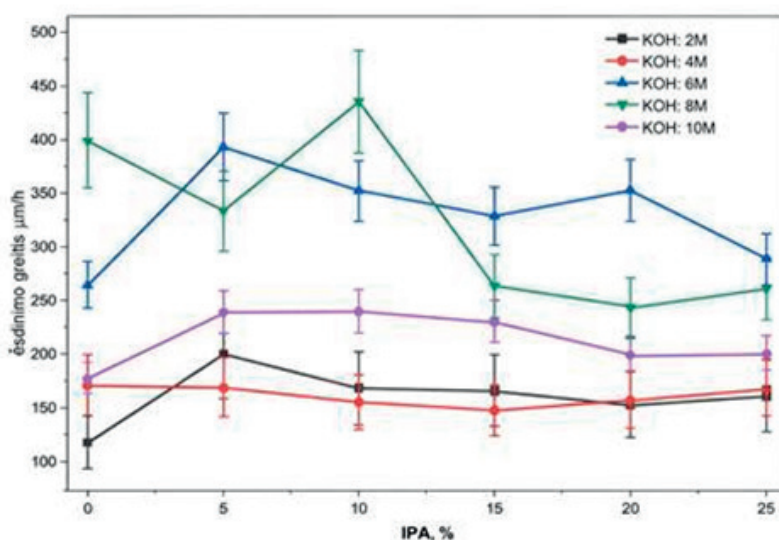
- [1] Elfaleh, I., ABBASSI, F., Habibi, M., Ahmad, F., Guedri, M., Nasri, M. and Garnier, C. (2023). A comprehensive review of natural fibers and their composites: An eco-friendly alternative to conventional materials. Results in Engineering, 19(101271), pp.101271–101271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101271>.
- [2] Yury Gogotsi (2023). The Future of MXenes. Chemistry of Materials, 35(21), pp.8767–8770. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.3c02491>.

FEMTOSEKUNDINIŲ LAZERIŲ PAVEIKTO LYDYTO KVARCO SELEKTYVAUS CHEMINIO ĖSDINIMO SĄLYGŲ OPTIMIZAVIMAS

Selektyvaus ėsdinimo technologija yra plačiai taikoma formuojant trimates mikrostruktūras skaidrių medžiagų, pavyzdžiui, lydyto kvarco, safyro, tūriuose. Šis metodas pagrįstas medžiagų paveikimu sufokusuota femtosekundinio lazerio šviesa, kuri lokaliai pakeičia medžiagos chemines savybes, todėl paveiktos sritys greičiau ėsdinasi atitinkamuose ėsdikliuose [1, 2]. Įtaką šio proceso efektyvumui daro tiek lazerinio eksponavimo parametrai, tiek ėsdiklio sudėtis, koncentracija bei ėsdinimo sąlygos [3]. Šiame darbe buvo vertinamas tiek šviesos poveikis tiek ėsdinimo sąlygos siekiant rasti optimalius parametrus, sąlygas mikrokiaurymių masyvams kurti. Tokios mikrostruktūros yra naudojamos dujiniuose elektronų daigintuvų detektoriuose [4].

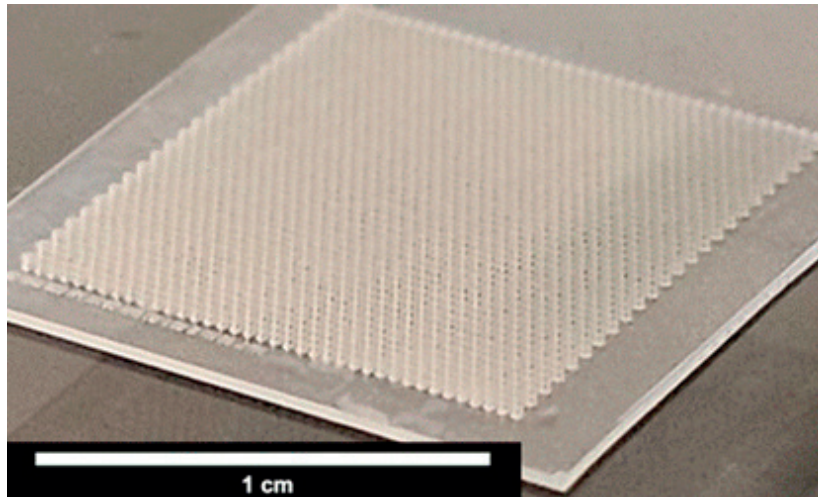
Lydyto kvarco bandiniai buvo eksponuojami antra Yb:KGW femtosekundiniu lazerio (Pharos, Light Conversion) harmonika (515 nm), keičiant lazerio spindulio skenavimo greitį (10-40 mm/s), impulsų pasikartojimo dažnį (50-200 kHz) ir poliarizaciją, pluoštą fokusuojant per 0,42 skaitinės apertūros mikroobjektyvą. Eksponuoti bandiniai buvo ėsdinami 2 val. 10 M koncentracijos KOH tirpale, 90 °C temperatūroje. Ėsdinimo progresas buvo sekami optiniu mikroskopu kas 1 val. Nustatyta, kad didžiausias ėsdinimo greitis pasiekiamas naudojant 20 mm/s skenavimo greitį, 50 kHz dažnį, 200 mW galią ir apskritinę poliarizaciją. Šiuomis sąlygomis pasiektas vidutinis $233,3 \pm 41,8 \mu\text{m/h}$ ėsdinimo greitis. Naudojant optimalius eksponavimo parametrus, bandiniai analogiškais geriausiais lazerinio poveikio sąlygomis buvo paruošti cheminio ėsdinimo optimizavimo tyrimams.

Cheminio ėsdinimo procesams optimizuoti buvo tiriama ėsdiklio temperatūra (50 °C - 90 °C), KOH (2 M - 10 M) bei izopropanolio koncentracijų (IPA) įtaka šiems procesams. Bandiniai buvo ėsdinami 3 val., išėsdintų kanalų ilgiai buvo vertinami naudojant optinį mikroskopą. KOH ir IPA koncentracijų įtaka ėsdinimo greičiui pateikta 1 pav.



1 pav. IPA ir KOH koncentracijų įtaka ėsdinimo greičiui

Eksperimentiniai rezultatai rodo, jog prie aukštesnės temperatūros, KOH tirpalas greičiau ėsdi-
na eksponuotas bandinio vietas. Ėsdinimo greitis taip pat auga didinant ėsdiklio koncentracija. Nors
žinoma, kad IPA priedas skatina ėsdinimo selektyvumą [3], jo poveikis proceso spartai buvo ribotas.
Bandiniai, kurie buvo ėsdinami tirpale, kurio 10-15 % tūrio sudarė IPA, pasiekė aukštesnius ėsdinimo
greičius lyginant su kitais tos pačios KOH koncentracijos bandiniais. Tad galima teigti, kad IPA kon-
centracija KOH tirpale turi ribotą įtaką ėsdinimo procesų greičiui. Naudojant identifikuotas efektyvias
lazerinio poveikio bei ėsdinimo sąlygas buvo pagamintas dvimatis 10 mm x 10 mm kiaurymių 1 mm
storio kvarco plokštelėje masivas, skirtas mikrostruktūruoto dujinio elektronų detektoriaus elektrodui
(2 pav.). Masyvo skylių skersmuo 170 μm bei tarpai tarp jų 280 μm buvo parinkti pagal GEM detekto-
riuose plačiausiai naudojamus matmenis [4, 5].



2 pav. Elektrodo prototipas, pagamintas vadovaujantis optimizuotais selektyvaus ėsdinimo procesais

Padėka

Tyrimai buvo finansuojami vykdant LMT finansuojamus studentų tyrimų semestrų metu, rojekto
sutarties Nr. S-ST-25-57.

LITERATŪRA

- [1] Sugioka, K., & Cheng, Y. Femtosecond laser three-dimensional micro- and nanofabrication. *Applied Physics Reviews*, 2014, 1(4), 041303
- [2] Jia, Y., & Chen, F. Recent progress on femtosecond laser micro-/nano-fabrication of functional photonic structures in dielectric crystals: A brief review and perspective. *APL Photonics*, 2023. 8(9)
- [3] Butkutė, A. (2023). *Fabrication of functional arbitrary shape microstructures from transparent materials using femtosecond laser-induced selective laser etching*. <https://doi.org/10.15388/vu.thesis.504>
- [4] Takahashi, H., Mitsuya, Y., Fujiwara, T., & Fushie, T. (2013). Development of a glass GEM. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section a Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment*, 724, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2013.04.089>
- [5] Fujiwara, T., Mitsuya, Y., Takahashi, H., Fushie, T., Kishimoto, S., Guérard, B., & Uesaka, M. (2014). The performance of Glass GEM. *Journal of Instrumentation*, 9(11), P11007. <https://doi.org/10.1088/1748-0221/9/11/p11007>



NAUJOJI KARTA SU LMT, 2026 m.

Studentų moksliniai tyrimai
Konferencijos pranešimų santraukos

Lietuvos mokslo taryba
Gedimino pr. 3, LT-01103 Vilnius