



**VILNIUS
TECH**

Vilniaus Gedimino
technikos universitetas

Kęstutis DAUKŠYS

**NEUROMARKETINGO METODŲ
TAIKYMAS INVESTICIJOMS Į
UŽSTATYTOS APLINKOS
NEKILNOJAMĄJĮ TURTAŲ VERTINTI**

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (T 002)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Kęstutis DAUKŠYS

NEUROMARKETINGO METODŲ TAIKYMAS
INVESTICIJOMS Į UŽSTATYTOS APLINKOS
NEKILNOJAMĄJĮ TURTAŲ VERTINTI

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (T 002)

Vilnius, 2026

Disertacija rengta 2021–2026 m. Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Vadovas

prof. habil. dr. Artūras KAKLAUSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statybos inžinerija – T 002).

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo taryba:

Pirmininkas

doc. dr. Remigijus ŠALNA (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statybos inžinerija – T 002).

Nariai:

doc. dr. Nerija BANAITIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statybos inžinerija – T 002),

prof. dr. Marija BURINSKIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statybos inžinerija – T 002),

prof. habil. dr. Gintautas DZEMYDA (Vilniaus universitetas, Informatikos inžinerija – T 007),

prof. dr. Klaus HOLSCHEMACHER (Leipcigo taikomųjų mokslų universitetas, Vokietija, Statybos inžinerija – T 002).

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo tarybos posėdyje **2026 m. gegužės 12 d. 10 val.** Vilniaus Gedimino technikos universiteto *Aula Doctoralis* posėdžių salėje

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel. (0 5) 274 4956; faksas (0 5) 270 0112; el. paštas doktor@vilniustech.lt

Pranešimai apie numatomą ginti disertaciją išsiųsti 2026 m. balandžio 10 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto talpykloje <https://etalpykla.vilniustech.lt/> ir Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva).

Vilniaus Gedimino technikos universiteto 2026-016-M mokslo literatūros knyga

<https://doi.org/10.20334/2026-016-M>

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2026

© Kęstutis Daukšys, 2026

kestutis.dauksys@vilniustech.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Kęstutis DAUKŠYS

APPLICATION OF NEUROMARKETING
METHODS FOR EVALUATING
INVESTMENTS IN THE REAL ESTATE OF
THE BUILT ENVIRONMENT

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
CIVIL ENGINEERING (T 002)

Vilnius, 2026

The doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2021–2026.

Supervisor

Prof. Dr Habil. Artūras KAKLAUSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – T 002).

The Dissertation Defence Council of the Scientific Field of Civil Engineering of Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Assoc. Prof. Dr Remigijus ŠALNA (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – T 002).

Members:

Assoc. Prof. Dr Nerija BANAITIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – T 002),

Prof. Dr Marija BURINSKIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – T 002),

Prof. Dr Habil. Gintautas DZEMYDA (Vilnius University, Informatics Engineering – T 007),

Prof. Dr Klaus HOLSCHEMACHER (Leipzig University of Applied Sciences, Germany, Civil Engineering – T 002).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Dissertation Defence Council of the Scientific Field of Civil Engineering in the *Aula Doctoralis* Meeting Hall of Vilnius Gediminas Technical University at **10 a.m. on 12 May 2026**.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112; e-mail: doktor@vilniustech.lt

A notification on the intended defence of the dissertation was sent on 10 April 2026. A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Vilnius Gediminas Technical University repository <https://etalpykla.vilniustech.lt/> and the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

Reziomė

Disertacijoje nagrinėjamas neuromarketingo metodų taikymas investicijoms į užstatytos aplinkos nekilnojamąjį turtą vertinti. Darbo tyrimų objektas – nekilnojamojo turto investicinių projektų vertinimo metodas, integruojantis tradicinius kriterijus, tvarumo aspektus ir neuromarketingo duomenis. Disertacijos tikslas – sukurti investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinį neuromarketingo vertinimo metodą (INVERT) ir juo grįstą investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistemą (INTESA) objektyviam investavimo objektų vertinimui ir optimizavimui.

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai, bendrosios išvados, naudotos literatūros sąrašas ir autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašas.

Įvadiniamе skyriuje aptariama tiriamoji problema, darbo aktualumas, aprašomas tyrimų objektas, formuojamas darbo tikslas ir uždaviniai, aprašomas mokslinis darbo naujumas, ginamieji teiginiai. Įvado pabaigoje pristatomi autoriaus pranešimai konferencijose ir publikacijos, pateikiama disertacijos struktūra.

Pirmajame skyriuje analizuojamas holistinis metodologinis požiūris į užstatytos aplinkos projektų vertinimą daugiasluoksniu (makro-, mezo-, mikro-) aplinkos veiksmų kontekstu. Skyriaus išvados atskleidžia pastatų raidos modelių transformaciją, emocinio komponento integravimo būtinybę, emocinių matavimo technologijų validumą.

Antrajame skyriuje pristatoma sukurta INVERT neuromarketingo duomenų analizės sistema, integruojanti emocinių, biometrinių ir aplinkos parametrų matavimą, analizę ir vizualizaciją. Sistemos veiksmingumas empiriškai patikrintas analizuojant emocines investuotojų reakcijas į Vilniaus miesto investicinius projektus, naudojant multimodalinę viešųjų erdvių analizės (MAPS) technologinę infrastruktūrą.

Trečiajame skyriuje analizuojama investicinių projektų vertinimo problematika, formuluojama mokslinė hipotezė apie holistinės metodologijos būtinybę, pristatomas sukurta INVERT metodas, integruojantis neuromarketingo principus ir daugiakriterio vertinimo metodus. Skyriuje atliekama daugiakriterė neuromarketingo duomenų analizė, pateikiami skaičiavimų rezultatai ir identifikuojamos optimalios alternatyvos, užtikrinančios objektyvų sprendimų priėmimą suinteresuotoms grupėms.

Ketvirtajame skyriuje empiriškai analizuojamas makroekonominių veiksmų ir statybos sektoriaus poveikis BVP, formuojant koreliacijos ir regresijos modelius statybos šakos analizei, modeliavimui ir prognozėms.

Pagrindiniai tyrimų rezultatai buvo aptarti dvejose mokslinėse konferencijose, svarbiausi tyrimų rezultatai paskelbti trijuose mokslo žurnaluose, referuojamuose *Clarivate Analytics Web of Science* duomenų bazėje.

Abstract

The dissertation examines the application of neuromarketing methods for evaluating investments in the real estate of the built environment. The object of the research is a method for evaluating real estate investment projects that integrates traditional criteria, sustainability aspects, and neuromarketing data. The dissertation aims to create the INVERT (neuroemotional assessment method for multi-criteria analysis of investment real estate) method and a decision support system based on such a method, INTESA (investment asset valuation decision support system), for the objective evaluation and optimisation of investment objects.

The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references and a list of the author's publications on the topic.

The introductory chapter discusses the research problem, the relevance, describes the research object, formulates the aim and objectives, presents the scientific novelty and outlines the defensible statements. The introduction concludes with lists of the author's conference presentations and publications, followed by the dissertation structure.

The First Chapter analyses a holistic methodological approach to the evaluation of built environment projects in the context of multi-layered (macro, meso, and micro) environmental factors. The conclusions of the chapter reveal the transformation of building development models, the need to integrate the emotional component, and the validity of emotional measurement technologies.

The Second Chapter presents the developed INVERT neuromarketing data analysis system, which integrates the measurement, analysis, and visualisation of emotional, biometric, and environmental parameters. The effectiveness of the system has been empirically verified by analysing investors' emotional reactions to investment projects in Vilnius City using the MAPS (Multimodal Analytics for Public Spaces) technological infrastructure.

The Third Chapter analyses the range of investment project evaluation problems, formulates a scientific hypothesis about the necessity of a holistic methodology, and presents the developed INVERT method, which integrates the principles of neuromarketing and multi-criteria evaluation methods. The chapter covers a multi-criteria analysis of neuromarketing data, presents the results of calculations, and identifies optimal alternatives that ensure objective decision-making for the stakeholder groups.

The Fourth Chapter empirically analyses the impact of macroeconomic factors and the construction sector on GDP, forming correlation and regression models for the analysis, modelling, and forecasting of the construction industry.

The research results were discussed at two scientific conferences; the key research findings were published in three journals indexed in the *Clarivate Analytics Web of Science* database.

Žymėjimai

Simboliai

x_{ij} – i -tojo rodiklio reikšmė j -ojo sprendimo variante;

m – rodiklių skaičius;

n – lyginamų variantų skaičius;

q_i – i -tojo rodiklio reikšmingumas;

S_{-j} – j -ąją variantą apibūdinančių kaštų rodiklių suma;

S_{+j} – j -ąją variantą apibūdinančių naudos rodiklių suma;

Q_j – kiekvieno objekto a_j santykinis reikšmingumas;

P_j – objekto a_j prioritetiškumas;

N_j – objekto a_j naudingumo laipsnis;

e – ciklų skaičius;

r – dydis, kuriuo cikliniu būdu didinamas nagrinėjamo objekto rodiklis;

s – tikslumas, kurio siekiama apskaičiuojant kriterijaus a_j vertę;

i_{ij} – kiekybinės rodiklio x_{ij} rekomendacijos;

r_{ij} – kokybinės rodiklio x_{ij} rekomendacijos;

r – koreliacijos koeficientas;

R^2 – determinacijos koeficientas;

p – statistinis reikšmingumo dydis;
 $coef$ – nestandartizuotas regresijos koeficientas;
 $Sig. p$ – statistiškai reikšminga koreliacija;
 P_d – emocijos pasikartojimo dažnis;
 V_{es} – vidutinė emocijos vertė;
 B_s – bendrasis emocijos svoris.

Santrumpos

AHP – analitinės hierarchijos proceso (angl. *analytical hierarchy process*) metodas;
AMG – ekonometrinis statistinis metodas (angl. *augmented mean group*);
AU – automatizuotas emocijų ir veiksmų vienetų kodavimas (angl. *automated emotion and action unit*);
BDAR – bendrasis duomenų apsaugos reglamentas (angl. *General Data Protection Regulation*);
BEST – afektais pagrįsta užstatytos aplinkos vaizdo sistema (angl. *affect-based built environment video analytics system*);
BIM – statinio informacinis modeliavimas (angl. *building information modelling*);
BREEAM – statybos tyrimų įstaigų aplinkosaugos vertinimo metodas (angl. *building research establishment environmental assessment method*);
BVP – bendrasis vidaus produktas (angl. *gross domestic product*);
CAVE – virtualios realybės sistema (angl. *cave automatic virtual environment*);
CO₂ – anglies dioksidas (angl. *carbon dioxide*);
COPRAS – kompleksinis proporcingo vertinimo metodas (angl. *complex proportional assessment*);
DESI – skaitmeninės ekonomikos ir visuomenės indeksas (angl. *digital economy and society index*);
DGNB – Vokietijos tvarios statybos taryba (vok. *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*);
DI – dirbtinis intelektas (angl. *AI – artificial intelligence*);
DSS – sprendimų palaikymo posistemis (angl. *decision support subsystem*);
EITCA – Europos informacinių technologijų sertifikavimo akademija (angl. *European Information Technologies Certification Institute*);
EPC – energijos naudingumo sertifikatas (angl. *energy performance certificate*);
ERPF – Europos regioninės plėtros fondas (angl. *European Regional Development Fund*);
ES – Europos Sąjunga (angl. *European Union*);
EU-SILIC – Europos Sąjungos pajamų ir gyvenimo sąlygų statistika (angl. *European Union statistics on income and living conditions*);
EVS – Europos vertybių tyrimas (angl. *European values study*);
EŽŪFKP – Europos žemės ūkio fondas kaimo plėtrai (angl. *European Agricultural Fund for Rural Development*);
FACS – veido veiksmų kodavimo sistema (angl. *facial action coding system*);
FESA – pastato techniniai-funkciniai, ekonominiai, socialiniai ir aplinkosauginiai kriterijai (angl. *building physical criteria, economic, social, environmental criteria*);

fMRI – funkcinis magnetinis rezonansas (angl. *functional magnetic resonance imaging*);
FR – automatinė veido išraiškų analizės programinė įranga „FaceReader“ (angl. *FaceReader*);
FTTP – optinio pluošto internetinio ryšio technologija (angl. *Fiber-to-the-Premises*);
GIS – geografinė informacinė sistema (angl. *geographic information system*);
GMM – pasiskirstymo funkcijos nežinomų parametų įverčių radimo būdas matematinėje statistikoje (angl. *generalised method of moments*);
IEA – tarptautinė energetikos agentūra (angl. *International Energy Agency*);
IERN – integruotos emocinės rinkos nuomos alternatyvos (angl. *integrated emotional market rental alternatives*);
INTESA – investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistema (angl. *investment asset valuation decision support system*);
INVAR – projekto naudingumo laipsnio ir investicinės vertės nustatymo metodas, teikiant rekomendacijas (angl. *degree of project utility and investment value assessments, along with recommendation provisions*);
INVERT – investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinis neuromarketinginio vertinimo metodas (angl. *recommended neuroemotional assessment method for multi-criteria analysis of investment real estate*);
IoT – daiktų internetas (angl. *Internet of Things*);
IPCC – nevyriausybė klimato kaitos komisija (angl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*);
IRT – informacinės ir ryšių technologijos (angl. *information and communication technologies*);
JESSICA – iniciatyva „Bendra Europos parama tvarioms investicijoms į miestų teritorijas“ (angl. *Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*);
JK – Jungtinė Karalystė (angl. *United Kingdom*);
JT – Jungtinių Tautų Organizacija (angl. *United Nations*);
LEED – energijos ir aplinkosaugos kūrimo lyderystė (angl. *Leadership in Energy and Environmental Design*);
LVA – daugiasluoksnės balso analizės technologija (angl. *layered voice analysis*);
MAPS – multimodalinė viešųjų erdvių analizė (angl. *multimodal analytics for public spaces*);
MCDM – daugiakriteriai sprendimų priėmimo (angl. *multi-criteria decision-making method*) metodai;
MES – multimodaliniai emocijų signalai (angl. *multimodal emotional signals*);
MMQR – statistinis momentų kvantilinės regresijos metodas (angl. *method of moments quantile regression*);
NBSINFRA – ES finansuojamas projektas, skirtas gamtiniams sprendimams plėtoti siekiant apsaugoti miestų infrastruktūrą nuo gamtinių ir žmogaus sukeltų grėsmių (angl. *Citynature-based solutions integration to local urban infrastructure protection for a climate resilient society*);
NT – nekilnojamas turtas (angl. *real estate*);
O₃ – ozonas (angl. *ozone*);
OECD – ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (angl. *Organization for Economic Cooperation and Development*);

PESEC – sisteminė veiksmų analizė, apimanti politinius, ekonominius, socialinius, aplinkosauginius ir kultūrinius veiksnius (angl. *systematic analysis of actions covering political, economic, social, environmental and cultural factors*);

PESTEL – kriterijų sistema, apimanti politinius, ekonominius, socialinius, technologinius, aplinkosauginius ir teisinius veiksnius (angl. *a system of criteria covering political, economic, social, technological, environmental and legal factors*);

PM₁₀ – ore esančios dalelės, kurių skersmuo neviršija 10 mikrometrų (angl. *airborne particles that do not exceed 10 micrometres in diameter*);

PM_{2.5} – ore esančios kietosios dalelės, kurių skersmuo yra 2,5 mikrometro ar mažesnis (angl. *particulate matter in the air with a diameter of 2.5 micrometres or less*);

PropTech – inovacijas ir skaitmeninę transformaciją nekilnojamojo turto industrijoje apibendrinantis terminas (angl. *property technology*);

RN – rinkos nuomos vertė (angl. *market rental value*);

ROCK – kultūros paveldo regeneravimas ir optimizavimas kūrybiniuose ir žinių miestuose (angl. *regeneration and optimisation of cultural heritage in creative and knowledge cities*);

RRF – ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo fondas (angl. *Recovery and Resilience Fund*);

SAM – savęs vertinimo manekeno skalė (angl. *self-assessment manikin scale*);

TOPSIS – metodas, skirtas variantų racionalumui nustatyti pagal jų artumą idealiajam sprendimui (angl. *technique for order preference by similarity to ideal solution*);

UNEP – Jungtinių Tautų aplinkos programa (angl. *The United Nations Environment Programme*);

UNESCO – Jungtinių Tautų švietimo, mokslo ir kultūros organizacija (angl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*);

VIKOR – kompromisinio klasifikavimo metodas (serb. *VIšekriterijumsko KOMpromisno Rangiranje*);

VPP – viešojo ir privataus sektoriaus partnerystė (angl. *public-private partnership*);

WELL – tarptautinio WELL pastatų instituto WELL pastatų standartas™ (WELL), skirtas matuoti užstatytos aplinkos ypatybėms, turinčioms įtakos žmonių sveikatai ir gerovei (angl. *The WELL Buildings Standard™ (WELL) from the International WELL Buildings Institute is designed to measure the characteristics of the built environment that affect human health and well-being*).

Turinys

IVADAS	1
Problemos formulavimas	1
Darbo aktualumas	1
Tyrimų objektas	2
Darbo tikslas	2
Darbo uždaviniai	2
Tyrimų metodika	3
Darbo mokslinis naujumas	3
Darbo rezultatų praktinė reikšmė	4
Ginamieji teiginiai	5
Darbo rezultatų aprobavimas	5
Disertacijos struktūra	6
1. UŽSTATYTOS APLINKOS INVESTICINIŲ PROJEKTŲ VERTINIMAS: HOLISTINIS METODOLOGINIS POŽIŪRIS	7
1.1. Užstatytos aplinkos samprata mokslinėje literatūroje	8
1.2. Miesto planavimo modeliai: teorinės ir praktinės perspektyvos	11
1.3. Aplinkos veiksnių analizė vertinant investicinius projektus išmaniojoje užstatytoje aplinkoje	13
1.4. Emocinis ir socialinis aspektas vertinant užstatytos aplinkos tvarumą	14

1.5. Holistinio užstatytos aplinkos investicinių projektų vertinimo kriterijų rinkiniai	16
1.5.1. Pastato techninių ir funkcinių kriterijų poveikis investicinei komercinių pastatų vertei	16
1.5.2. Holistinis pastatų tvarumo kriterijų rinkinys	18
1.5.3. Emocinio ir afektinio vertinimo kriterijai atliekant holistinį užstatytos aplinkos projektų vertinimą	21
1.5.4. Balso analizės kriterijų vertinimo sistema	24
1.5.5. Automatinės veido išraiškų analizės naudojant <i>FaceReader</i> programinę įrangą	25
1.6. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas	30
2. UŽSTATYTOS APLINKOS HOLISTINIO VERTINIMO METODAS IR SISTEMA	33
2.1. Daugiakriterio neuromarketingo modelio kūrimas užstatytos aplinkos investiciniams projektams vertinti	34
2.2. Daugiakriterių metodų taikymas investiciniams projektams užstatytoje aplinkoje vertinti	37
2.3. Investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinė sistema	38
2.3.1. Vaizdo neuroanalitikos posistemis	43
2.3.2. Balso emocijų matavimo ir atvaizdavimo posistemis	45
2.3.3. Veido mikroišraiškų matavimo ir atvaizdavimo posistemis	50
2.4. Emocinio vertinimo metodas, taikomas užstatytai aplinkai, integruojant <i>Circumplex</i> ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemas	51
2.4.1. <i>Circumplex</i> afekto modelis emocijoms klasifikuoti	52
2.4.2. Plutchiko emocijų rato modelis emocijoms klasifikuoti	54
2.5. Antrojo skyriaus išvados	57
3. HOLISTINĖS VERTINIMO METODOLOGIJOS PRAKTINIS TAIKYMAS UŽSTATYTOS APLINKOS INVESTICINIUIOSE PROJEKTUOSE	59
3.1. Užstatytos aplinkos investicinių projektų daugiakriterė analizė	60
3.2. Balso emocijų vizualizavimas <i>Circumplex</i> afekto modelyje	74
3.3. Veido išraiškų vizualizavimas Plutchiko afekto modelyje	79
3.4. Analizuojamo projekto pristatymo emocinės analizės tyrimas naudojant balso emocijų analizės technologiją	83
3.5. Vidinės psichologinės pusiausvyros analizė nekilnojamojo turto investiciniuose projektuose: balso emocijų analizės technologijos taikymas	90
3.6. Emocijų ir aplinkos veiksnių sąveika kuriant emocinį balansą	102
3.7. Trečiojo skyriaus išvados	107
4. STATYBOS SEKTORIAUS IR JO APLINKOS MODELIŲ ANALIZĖ MAKROLYGMENIU	111

4.1. Kompleksinė makroekonominių veiksnių ir statybos sektoriaus rodiklių įtaka bendrajam vidaus produktui: empirinių tyrimų analizė.....	112
4.2. Makroekonominio lygmens rodiklių sistemos sudarymas statybos sektoriui ir jo aplinkai vertinti	115
4.3. Statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresiniai modeliai.....	118
4.4. Statybos sektoriaus ir jo aplinkos koreliacinė analizė	120
4.5. Ketvirtojo skyriaus išvados	122
BENDROSIOS IŠVADOS	125
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI.....	127
AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS..	151
SUMMARY IN ENGLISH.....	153

Contents

INTRODUCTION	1
Problem formulation.....	1
Relevance of the dissertation	1
Research object.....	1
Aim of the dissertation	2
Tasks of the dissertation	2
Research methodology	3
Scientific novelty of the dissertation	3
Practical value of the research findings	4
Defended statements.....	5
Approval of the research findings	5
Structure of the dissertation.....	6
1. ASSESSMENT OF BUILT ENVIRONMENT INVESTMENT PROJECTS: A HOLISTIC METHODOLOGICAL APPROACH	7
1.1. Concept of the Built Environment in Scientific Literature	8
1.2. Urban Planning Models: Theoretical and Practical Perspectives	11
1.3. Analysis of Environmental Factors in the Assessment of Investment Projects within the Smart Built Environment	13

1.4. Emotional and Social Dimensions in the Sustainability Assessment of the Built Environment	14
1.5. Criteria Sets for the Holistic Assessment of Built Environment Investment Projects.....	16
1.5.1. Impact of Technical and Functional Building Criteria on the Investment Value of Commercial Properties	16
1.5.2. Holistic Set of Building Sustainability Criteria.....	18
1.5.3. Emotional and Affective Assessment Criteria in the Holistic Evaluation of Built Environment Projects.....	21
1.5.4. Voice Analysis Criteria Assessment Framework	24
1.5.5. Automated Facial Expression Analysis Using the FaceReader Software	25
1.6. Conclusions of the First Chapter and Formulation of the Task of the Dissertation.....	30
2. METHOD AND SYSTEM FOR THE HOLISTIC ASSESSMENT OF THE BUILT ENVIRONMENT	33
2.1. Development of a Multi-Criteria Neuromarketing Model for the Assessment of Built Environment Investment Projects.....	34
2.2. Application of Multi-Criteria Methods for Evaluating Investment Projects in the Built Environment	37
2.3. Multi-Criteria Decision Support System for Investment Real Estate Analysis	38
2.3.1. Video Neuroanalytics Subsystem.....	43
2.3.2. Voice Emotion Measurement and Visualisation Subsystem.....	45
2.3.3. Facial Micro-Expression Measurement and Visualisation Subsystem	50
2.4. Emotional Assessment Method for the Built Environment Integrating the Circumplex and Plutchik Emotion Classification Systems.....	51
2.4.1. Circumplex Model of Affect for Emotion Classification	52
2.4.2. Plutchik’s Wheel of Emotions for Emotion Classification	54
2.5. Conclusions of the Second Chapter	57
3. PRACTICAL APPLICATION OF THE HOLISTIC ASSESSMENT METHODOLOGY IN BUILT ENVIRONMENT INVESTMENT PROJECTS.....	59
3.1. Multi-Criteria Analysis of Built Environment Investment Projects	60
3.2. Visualisation of Voice Emotions within the Circumplex Model of Affect	74
3.3. Visualisation of Facial Expressions within Plutchik’s Model of Affect.....	79
3.4. Emotional Analysis of the Examined Project Presentation Using Layered Voice Analysis Technology.....	83

3.5. Analysis of Internal Psychological Balance in Real Estate Investment
Projects: Application of Layered Voice Analysis Technology 90

3.6. Interplay of Emotions and Environmental Factors in Creating
Emotional Balance 102

3.7. Conclusions of the Third Chapter..... 107

4. MACRO-LEVEL ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION SECTOR
AND ITS ENVIRONMENT 111

4.1. Complex Influence of Macroeconomic Factors and Construction Sector
Indicators on Gross Domestic Product: An Analysis of Empirical
Research 112

4.2. Development of a Macro-Level Indicator System for the Assessment
of the Construction Sector and Its Environment..... 115

4.3. Regression Models of the Construction Sector and Its Environment 118

4.4. Correlation Analysis of the Construction Sector and Its Environment 120

4.5. Conclusions of the Fourth Chapter..... 122

GENERAL CONCLUSIONS 125

REFERENCES 127

LIST OF THE AUTHOR’S SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE TOPIC
OF THE DISSERTATION 151

SUMMARY IN ENGLISH..... 153

Įvadas

Problemos formulavimas

Nepaisant augančio dėmesio tvariam užstatytos aplinkos vystymui ir investicijoms į užstatytą aplinką, šiuo metu esami nekilnojamojo turto (NT) projektų vertinimo metodai daugiausia remiasi ekonominiais ir techniniais kriterijais, tačiau nepakankamai atsižvelgiama į pastatų naudotojų poreikius ir retai taikomas žmogaus poreikiais grindžiamas požiūris (angl. *human-centric approach*). Tokia metodologinė kryptis nepakankamai integruoja naudotojo emocines ir afektines reakcijas. Dėl šios priežasties investiciniai sprendimai dažnai ignoruoja subjektyvią pastato naudotojų patirtį, kuri daro tiesioginę įtaką projekto patrauklumui, eksploataavimo efektyvumui ir ilgalaikei projekto sėkmei rinkoje. Trūksta kompleksinio, daugiakriterio vertinimo metodo, kuris sujungtų klasikinę NT analizę, neuromarketingo duomenis (pvz., veido išraiškų analizę, balso emocijų nustatymą), tvarumo rodiklius ir žmogui palankios aplinkos parametrus. Tai apsunkina holistinį sprendimų priėmimą tiek privačiame, tiek viešajame sektoriuje.

Darbo aktualumas

Šio darbo aktualumas grindžiamas keliais esminiais veiksniais: augančiu tvarių sprendimų poreikiu statybų sektoriuje (GlobeNewswire, 2025; Marsh, 2024), neuromarketingo metodų potencialu objektyviam investicijų vertinimui (Dwivedi &

Sharma, 2024; Harvard, 2024), daugiakriterės analizės metodų plėtojimo būtinybe (Kandakoglu et al., 2019; Mecca, 2023) kompleksiniams sprendimams priimti ir Lietuvos statybos sektoriaus skaitmenizavimo procesų palaikymo (NRD Companies, 2024; Rail Baltica, 2024) reikalingumu. Daugiakriterės analizės metodais sukurta INVERT daugiakriterė sprendimų palaikymo sistema prisidės prie tvaresnės ateities formavimo, sujungiant technologinius sprendimus su praktiškais statybų sektoriaus poreikiais. Šio tyrimo rezultatai formuoja teorinį pagrindą kompleksinių sprendimų priėmimo metodams plėtoti, integruojant neuromarketingo įžvalgas su daugiakriterės analizės galimybėmis. Praktinės metodologijos įgyvendinimas padės Lietuvos statybos sektoriui efektyviau prisitaikyti prie skaitmeninės transformacijos reikalavimų, kartu užtikrinant tvarių sprendimų priėmimą visose projekto vystymo stadijose.

Tyrimų objektas

Darbo objektas – investicinių projektų vertinimo metodas, integruojantis racionalius sprendimo kriterijus, tvarumo aspektus ir žmogaus emocinę dimensiją nekilnojamojo turto sektoriuje bei platesnėje statybos sektoriaus makroaplinkoje.

Darbo tikslas

Pagrindinis darbo tikslas – sukurti nekilnojamojo turto investicijų neuromarketingo (INVERT) metodą ir juo grįstą sprendimų palaikymo sistemą, kuri integruoja tradicinius kiekybinius ir kokybinius kriterijus su neuromarketingo duomenimis, užtikrina objektyvesnę analizuojamų alternatyvų, į vartotoją orientuotą rinkos ir hedoninių verčių nustatymą investiciniams sprendimams optimizuoti, remiantis statybos sektoriaus ir jo aplinkos modelių makrolygmens analize.

Darbo uždaviniai

Darbo tikslui pasiekti darbe sprendžiami šie uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinius tyrimus nekilnojamojo turto investicijų vertinimo ir užstatytos aplinkos tvarumo srityje bei atlikti sprendimų palaikymo, ekspertinių sistemų analizę.
2. Pasiūlyti daugiakriterį neuromarketingo INVERT metodą investiciniams projektams vertinti, kuris apima tradicinius nekilnojamojo turto vertinimo aspektus, taip pat emocinius ir afektinių būsenų rodiklius, užtikrina objektyvesnę nekilnojamojo turto vartotojo suvokiamą rinkos ir hedoninių verčių nustatymą, teikia skaitmenines rekomendacijas ir optimizuoja pasirinkto rodiklio reikšmę. Kuriant INVERT metodą, adaptuoti COPRAS ir INVAR daugiakriterius metodus.

3. Remiantis pasiūlytu daugiakriteriu neuromarketingo INVERT metodu sukurti investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistemą INTESA.
4. Nekilnojamojo turto daugiakriterę analizę vizualiai pademonstruoti *Circumplex* afekto modelyje (valentingumo ir susijaudinimo dimensijos) ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemoje (Plutchiko emocijų ratas, bazinės emocijos).
5. Sudaryti statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresinius modelius ir atlikti koreliacinę analizę.
6. Praktiškai pritaikyti sukurtą INVERT metodą ir INTESA sprendimų palaikymo sistemą Europos Sąjungos bendroje mokslinių tyrimų ir inovacijų programoje „Horizontas 2020“ ir Europos horizonto projektuose.

Tyrimų metodika

Disertacijoje taikoma mokslinių šaltinių analizė, sintezė ir apibendrinimas, daugiakriteriai sprendimų priėmimo, statistiniai, rekomendaciniai, biometrinės analizės metodai ir sistemos.

Darbo mokslinis naujumas

Rengiant disertaciją, buvo gauti šie statybos inžinerijos mokslui nauji rezultatai:

1. Išanalizuoti moksliniai tyrimai nekilnojamojo turto investicijų vertinimo ir užstatytos aplinkos tvarumo srityje, atlikta sprendimų palaikymo, ekspertinių sistemų analizė, nustatytos esamų tyrimų spragos ir galimos ateities tyrimų kryptys.
2. Pasiūlytas daugiakriteris neuromarketingo INVERT metodas investiciniams projektams vertinti, kuris apima tradicinius nekilnojamojo turto vertinimo aspektus, emocinius ir afektinių būsenų rodiklius, užtikrina objektyvesnę nekilnojamojo turto vartotojo suvokiamą rinkos ir hedoninių verčių nustatymą, teikia skaitmenines rekomendacijas ir optimizuoja pasirinkto rodiklio vertę. Kuriant INVERT metodą, adaptuoti COPRAS ir INVAR daugiakriteriai metodai.
3. Remiantis pasiūlytu daugiakriteriu neuromarketingo INVERT metodu sukurta investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistema INTESA.
4. Nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rezultatai vizualiai pademonstruoti *Circumplex* afekto modelyje ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemoje (Plutchiko emocijų ratas).
5. Sudaryti statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresiniai modeliai, atlikta koreliacinė analizė.

6. Europos Sąjungos bendroje mokslinių tyrimų ir inovacijų programoje „Horizontas 2020“ ir Europos horizonto projektuose pritaikytas sukurtas INVERT metodas ir INTESA sprendimų palaikymo sistema.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Sukurtas INVERT metodas ir sprendimų palaikymo sistema INTESA turi platų praktinio taikymo potencialą. Investiciniu lygmeniu INTESA sistema leidžia objektyviau vertinti nekilnojamojo turto projektus integruojant neuromarketingo duomenis su tradicine daugiakriterė analize. Tai sumažina investicines rizikas ir padidina gražos tikimybę tiksliau vertinant emocinę pridėtinę vertę. Lietuvos statybos sektoriaus modelis sudaro sąlygas strategiškai planuoti veiklą, atsižvelgiant į mikro-, mezo- ir makrolygmenų aplinkos veiksnius, optimizuojant išteklių naudojimą ir konkurencingumą remiantis emocinio potencialo prognozėmis. Valstybės institucijoms modelis padeda formuoti pagrįstą statybos sektoriaus politiką, skatinti tvarų vystymąsi ir racionaliai planuoti užstatytos aplinkos plėtrą. Tarptautiniu lygmeniu 40 šalių lyginamosios analizės metodologija leidžia palyginti Lietuvos statybos sektorių su tarptautine praktika, identifikuoti kultūriškai specifinius emocinio poveikio veiksnius ir adaptuoti investicines strategijas skirtingose rinkose.

Tyrimų rezultatus ir sukurtas sistemas disertacijos autorius praktiškai pritaikė šiuose projektuose:

- „Horizon Europe (2023–2026) Nature-based solutions integration to local urban critical infrastructures protection for a climate resilient society (NBSINFRA)“.

Įgyvendinant Europos horizonto NBSIFRA projektą sukurtas užstatytos aplinkos holistinio vertinimo metodas. Sistema leido atlikti daugiakriterę, neuroninių tinklų, koreliacinę ir regresinę analizę mikro-, mezo- ir makroaplinkos (71 makroaplinkos rodiklis 94 šalyse) lygmenimis, sukuriant 788 pasaulinius modelius.

- „Horizon Europe (2024-2027) Moving Emotions Towards Confidence in the Transformative Appropriation for a Meaningful Understanding of Cultural Heritage: a neuroScientific approach to EUropean Museums (META-MUSEUM)“.
- „Horizon 2020 (2017–2022) Regeneration and Optimisation of Cultural Heritage in Creative and Knowledge Cities (ROCK)“.

Užstatytos aplinkos holistinio vertinimo metodas ir sistema buvo sukurti Europos Sąjungos „Horizontas 2020“ projekto ROCK metu, siekiant sukurti vaizdo neuroanalizę ir su ja susijusią išmaniąją infrastruktūrą. Vykdamas projektą buvo stebimi žmonės 10-yje vietų Vilniuje ir gauta daugiau nei 879 milijonai vienetų nuasmenintų praėvių emocinių, afektyvių, fiziologinių, veiklos ir miesto aplinkos bei kitokių duomenų. Užstatytos aplinkos holistinio vertinimo metodas ir sistema

buvo toliau plėtojami įgyvendinant programos „Europos horizontas“ projektą META-MUSEUM, analizuojant įvairias kultūros paveldo erdves.

Ginamieji teiginiai

1. Siūloma sukurta sprendimų palaikymo sistema INTESA, automatizuotai vertinanti užstatytos aplinkos nekilnojamojo turto investicinius projektus, realiuoju laiku integruojant biometrinius duomenis su tradiciniais kiekybiniais ir kokybiniais kriterijais, ir užtikrinanti holistinį projektų vertinimą įtraukiant žmogaus emocinę dimensiją.
2. Siūlomas sukurtas INVERT metodas leidžia investuotojams ir plėtotojams objektyviai įvertinti projektų investicines rizikas, prognozuoti emocinę pridėtinę vertę, optimizuoti išteklių paskirstymą remiantis realiojo laiko emocinių ir afektyvių reakcijų analize.
3. Sukurtas neuromarketingo daugiakriterės analizės modelis suteikia valstybės institucijoms įrankį, padėsiantį priimti duomenimis grįstus strateginius sprendimus, formuoti tvarumo politiką ir racionaliai planuoti užstatytos aplinkos plėtrą, integruojant empiriškai pagrįstus makro- ir mikrolygmens vertinimo duomenis.

Darbo rezultatų apibūdinimas

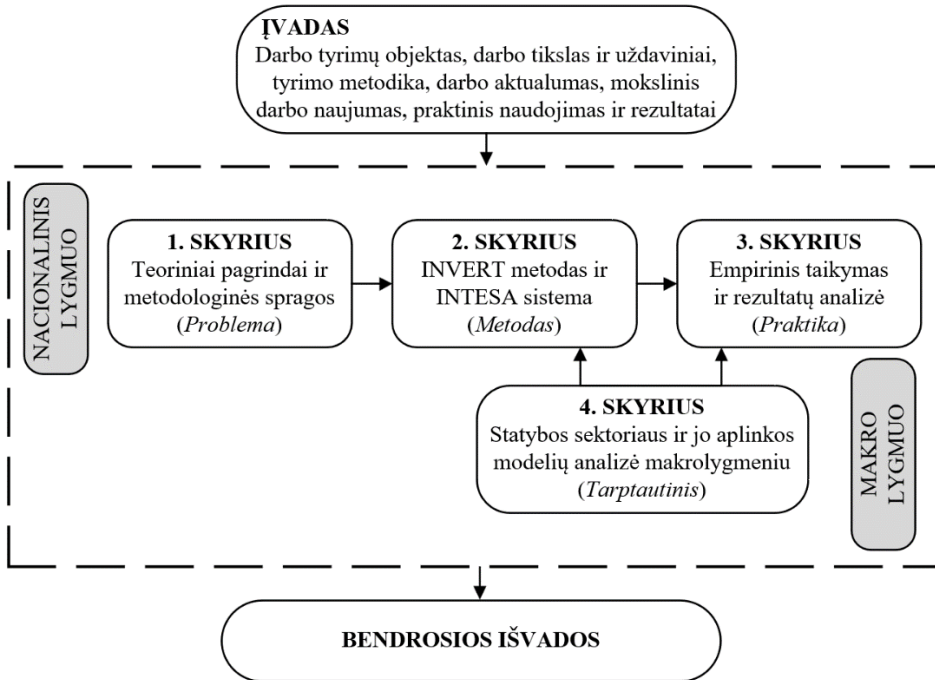
Disertacijos tema paskelbti trys moksliniai straipsniai: *Scopus* ir *Web of Science* duomenų bazės leidiniuose, turinčiuose citavimo rodiklį (Kaklauskas et al. 2021, Kaklauskas et al. 2025, Kaklauskas et al. 2025). Disertacijos tema perskaityti du pranešimai tarptautinėse konferencijose:

- Tarptautinėje konferencijoje 33rd „Ecology & Safety“, 2024 m. rugpjūčio 12–15 d., Burgasas, Bulgarija.
- Tarptautinėje konferencijoje 26th „Materials, Methods & Technologies“, 2024 m. rugpjūčio 15–18 d., Burgasas, Bulgarija.

Disertacijos rezultatai pristatyti moksliniame seminare Talino technologijų universitete (*TalTech*) Statybos inžinerijos ir architektūros katedroje 2025 m. birželio 13 d. Taline, Estijoje.

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai ir bendrosios išvados, literatūros šaltiniai, autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašai ir santrauka anglų kalba. Disertacijos apimtis – 187 puslapiai. Disertacijoje pateikti 23 paveikslai, 20 lentelių, panaudota 294 literatūros šaltiniai.



1 pav. Disertacinio darbo struktūra
Fig. 1. Structure of the dissertation

Užstatytos aplinkos investicinių projektų vertinimas: holistinis metodologinis požiūris

Šiame skyriuje pristatomas holistinis metodologinis požiūris į tvarios užstatytos aplinkos investicinių projektų vertinimą, integruojantį pažangiąsias technologijas su daugiakriterės analizės sistema. Analizuojama užstatytos aplinkos sampratos evoliucija mokslinėje literatūroje akcentuojant technologijų integravimo vaidmenį. Nagrinėjama darnių miesto planavimo modelių raida, atskleidžiant būtinybę integruoti emocinius duomenis į sprendimų priėmimo procesus. Pristatoma sisteminga aplinkos veiksnių analizė makro-, mezo- ir mikroaplinkos lygmenimis, vertinant politinių, ekonominių, socialinių, technologinių, aplinkosauginių ir teisinių parametrų poveikį investiciniams sprendimams. Atskleidžiama emocinių ir socialinių aspektų integracijos būtinybė vertinant užstatytos aplinkos tvarumą, pagrindžiant kompleksinės metodologijos aktualumą. Pristatomi holistiniai kriterijų rinkiniai investiciniams projektams vertinti ir nuodugnai analizuojami pastato techninių ir funkcinių parametrų, tvarumo rodiklių, emocinių bei afektyvių veiksnių matavimo metodai, įskaitant pažangias daugiasluoksnės balso analizės ir automatines veido išraiškų atpažinimo technologijas.

Šio skyriaus tematika paskelbtas mokslinis straipsnis (Kaklauskas et al., 2021).

1.1. Užstatytos aplinkos samprata mokslinėje literatūroje

Užstatyta aplinka yra daugiadisciplinė sąvoka, susiejanti žmogaus sukurtą aplinką, architektūrą, informacines technologijas ir žmogaus elgsenos mokslus. Pasak Cheng (2024), užstatyta aplinka gali būti laikoma kibernetinių ir fizinių sistemų pavyzdžiu, kur architektūriniai sprendimai bei informacijos ir komunikacijos technologijos veikia sinergiškai, siekiant sukurti lanksčią ir prisitaikančią gyvenamąją ar darbo aplinką. Ghaffarianhoseini et al. (2018) išplėtė šią sampratą, pabrėždami šios koncepcijos ne tik technologinę infrastruktūrą, bet ir socialinius bei kultūrinius aspektus – būtent tuos elementus, kuriuos PESEC (Hurtado, 2022) analizė identifikuoja kaip kritinius statybos sektoriaus formavimo veiksmus.

Ketvirtosios ir penktosios pramonės revoliucijos metu atsirado techninės ir technologinės galimybės realiuoju laiku atlikti kontaktinius ir nuotolinius emocijų tyrimus miesto erdvėse, panaudoti naujausias technologijas išmaniajam miestų planavimui (Kaklauskas et al., 2021). Intelektualiosios sistemos, grįstos jutiklių, dirbtinio intelekto (DI) ir daiktų interneto (IoT) technologijomis, ne tik reguliuoja fizinę aplinką, bet ir stebi naudotojų elgseną bei fiziologinį atsaką. Merabet et al. (2021) atliktoje sisteminėje apžvalgoje nagrinėjo, kaip DI taikomas pastatų valdymo sistemose, siekiant pagerinti šiluminį komfortą ir energijos efektyvumą. Tyrimas parodė, kad DI gali padėti optimizuoti pastatų veikimą, tačiau efektyvumas priklauso nuo didelių kokybiškų duomenų rinkinių – čia atsiskleidžia ekonominių išteklių svarba technologiniams sprendimams įgyvendinti. Karimi et al. (2021) aptarė išmaniųjų pastatų ir miestų koncepcijas pabrėždami pažangių technologijų, tokių kaip IoT, naudojimą siekiant sukurti saugią, patogią ir efektyvią aplinką naudotojams. Tai leidžia pastatams prisitaikyti prie naudotojų poreikių ir aplinkos pokyčių realiuoju laiku. Tokios sistemos apima išmaniają energijos vartojimo kontrolę, dinamišką mikroklimato reguliavimą, judėjimo srautų analizę ir žmogaus elgsenos stebėseną. Intelektualiosios sistemos skatina užstatytos aplinkos adaptaciją pagal gyventojų elgseną ir fiziologinį atsaką, taip gerindamos gyvenimo kokybę ir mažindamos ekologinį pėdsaką.

Albino et al. (2015) nuomone, užstatytai aplinkai būdingi penki esminiai bruožai: savarankiškumas, prisitaikymas, tvarumas, naudotojo orientacija ir sąveika su išorine aplinka. Paskutinis aspektas – sąveika su išorine aplinka – tiesiogiai siejasi su makroekonominiais veiksniais, kurie formuoja ne tik technologinių sprendimų prieinamumą, bet ir visuomenės lūkesčius bei reguliacinę bazę. Gündoğan et al. (2024) pabrėžė, kad užstatytos aplinkos projektavimas turi būti orientuotas į naudotoją, integruojant klimato sąlygoms jautrų dizainą su technologiniais sprendimais. Tyrimas atskleidė, kad specialistų požiūriai į užstatytą aplinką skiriasi priklausomai nuo jų profesinės patirties ir kultūrinio konteksto – tai patvirtina kultūrinių veiksnių įtaką technologinių

sprendimų priėmimui. Užstatyta aplinka turėtų būti projektuojama taip, kad skatintų naudotojų įsitraukimą ir sąveiką su aplinka, pastatai turėtų būti ne tik technologiniai įrenginiai, bet ir erdvės, kurios skatina naudotojų gerovę ir produktyvumą.

Pastarojo dešimtmečio tyrimai atskleidė, kad PESEC struktūra (politiniai, ekonominiai, socialiniai, aplinkosauginiai ir kultūriniai veiksniai) formuoja tiek statybos sektoriaus rezultatus, tiek užstatytos aplinkos raidos galimybes.

Politinė aplinka apima įstatymus, mokesčių politiką ir norminius teisės aktus (Bou Hatoum et al., 2023), kurie tiesiogiai veikia technologinių sprendimų įgyvendinimo mastą. Pasak Bou Hatoum et al. (2023), šie veiksniai lemia, kaip verslas vykdo veiklą, įskaitant darbo įstatymus, apmokestinimą ir prekybos nurodymus. Tokie sprendimai gali tiesiogiai paveikti statybų sektorių, pavyzdžiui, didinami ar mažinami viešojo sektoriaus statybų biudžetų pokyčiai ne tik veikia infrastruktūros projektų apimtį, bet ir nustato, ar valstybė investuos į išmaniuosius miestų sprendimus. Nepomuceno ir Elafi (2024) pabrėžė, kad politinis nestabilumas kelia didesnę grėsmę nei socialinė aplinka. Tai ypač aktualu užstatytos aplinkos projektams, reikalaujantiems ilgalaikių investicijų į technologinę infrastruktūrą. Politinės valios trūkumas stabdo ne tik fizinę statybą, bet ir inovatyvių technologijų diegimą, tai tiesiogiai veikia neuromarketingo metodų praktinio taikymo galimybes.

Statybos sektoriaus raida glaudžiai susijusi su bendrais ekonominiais ciklais. Kaip rodo Pheng ir Hou (2019), statybos paklausa stipriai koreliuoja su ekonomikos augimu: besivystančiose šalyse infrastruktūros projektai dominuoja pradiniam ekonomikos vystymosi etape, o vėliau jų dalis mažėja. Šis cikliškas pobūdis tiesiogiai veikia intelektinės aplinkos technologijų diegimo tempą: ekonominių ir socialinių sukrėtimų, tokių kaip 2008 m. finansų krizė ar 2020 m. COVID-19 pandemija, metu ne tik sumažėjo statybų apimtys, bet ir sustojo investicijos į pažangias valdymo sistemas. Šiuos cikliškumo efektus sustiprina palūkanų normų ir infliacijos svyravimai, kurie, pasak Genc (2023), tiesiogiai formuoja investuotojų sprendimus, būtent šiems sprendimams įtaką darančias emociškas reakcijas neuromarketingo metodais ir siekiama objektyviai išmatuoti. Siekdami mažinti sektoriaus pažeidžiamumą, sukliamą išorinių sukrėtimų, Saka ir Olanipekun (2023) siūlo mažinti priklausomybę nuo importuojamų medžiagų, tačiau tokia vietos technologijų plėtra reikalauja ne tik kapitalo investicijų, bet ir palankios kultūrinės inovacijų ekosistemos formavimo.

Gyventojų daugėjimas ir urbanizacija didina ne tik būstų poreikį, bet ir kelia naujus reikalavimus gyvenimo kokybei, kurią siekia užtikrinti integruota užstatyta aplinka. Assylbayev et al. (2024) nustatytas demografinio augimo ir būsto apimtys tarpusavio ryšys rodo, kad investicijos į kokybišką, technologiškai pažangią aplinką gali ne tik atspindėti esamą paklausą, bet ir aktyviai skatinti gyventojų skaičiaus didėjimą. Vis dėlto kokybės didinimą riboja struktūrinės

sektorius problemas. Dong et al. (2019) atskleidžia kritinę darbuotojų saugos situaciją – 37,4 % karščio sukeltų mirčių atvejų tenka statybų sektoriui, o šią problemą dar labiau gilina kvalifikuotų darbuotojų trūkumas (Maqbool et al., 2024), kuris neigiamai veikia kokybės valdymą. Šiame kontekste intelektualiosios sistemos, automatizuojančios pavojingus procesus ir gerinančios darbo sąlygas, įgauna dvejopą reikšmę – jos tampa ne tik technologiniu efektyvumo įrankiu, bet ir socialiniu sprendimu, mažinančiu profesinius pavojus. Spartėjantis visuomenės dėmesys darniai plėtrai (Tonne et al., 2021) formuoja naujus lūkesčius, į kuriuos investuotojai privalo reaguoti.

Statybos sektorius generuoja didžiulį pasaulinį anglies dioksido kiekį. Li ir Liu (2024) nurodė, kad Kinijoje 2020 m. šalies statybų sektorius sudarė 50,9 % visų nacionalinių CO₂ emisijų, o pasauliniu mastu – 37 % (UNEP, 2023). Griežtėjantys klimato reikalavimai verčia sektorių transformuotis, o užstatyta aplinka tampa ne prabanga, bet būtinybe. Li ir Liu (2024) teigė, kad vyriausybinių politikos ir rinkos aplinka, nors ir vėluodamos, tačiau skatina žaliųjų technologijų diegimą. Čia atsiskleidžia tiesioginis ryšys: intelektualiosios sistemos, reguliuojančios šildymą, vėdinimą ir apšvietimą realiuoju laiku, ne tik mažina emisijas, bet ir kuria naują vertės proporciją investuotojams, kuriuos gali padėti identifikuoti neuromarketingo metodai.

Robin ir Poon (2009) teigė, kad tvirta tvarumo kultūra skatina statybų sektorius ateities pokyčius. Tvari kultūra nėra abstrakti sąvoka – ją atspindi statybos dalyvių elgsena: jei architektai, inžinieriai ir užsakovai įgyvendina projektus laikydami darna vystymosi principų, keičiasi tiek projektai (žalesnės technologijos, taupesnis išteklių naudojimas), tiek rinkos gairės. Memon et al. (2023) pažymi, kad darbuotojų veiklos rezultatai ir pasitenkinimas darbu yra galingi įrankiai, padedantys nuolat tobulinti ir gerinti organizacijos veiklą. Ullah et al. (2021) teigė, kad raktas į socialinio tvarumo pasiekimą yra ne vien žmogiškasis vystymasis, bet ir tvirta įmonės kultūra. Nguyen ir Watanabe (2017) nustatė, kad pasitikėjimas ir orientacija į darbuotojus gerina veiklos rezultatus – šie kultūriniai aspektai formuoja aplinką, kurioje technologiniai sprendimai gali būti sėkmingai įgyvendinti. Yao et al. (2023), remdamasi Hofstede nacionalinės kultūros sistema, atskleidė, kad kultūriniai aspektai sąveikauja ir kartu veikia žaliosios statybos sprendimus. Tai reiškia, kad INVERT metodika, analizuodama emocines reakcijas, turi atsižvelgti į kultūrinį kontekstą.

Šių makroekonominių veiksnių konvergencija sukuria unikalias sąlygas, tačiau galutinį investicinį sprendimą formuoja ne tik objektyvūs rodikliai, bet ir subjektyvus jų suvokimas. Čia atsiskleidžia neuroarchitektūros svarba. Eberhard (2008) teigė, kad žmogaus smegenys reaguoja į architektūrinius sprendimus sensoriniu aktyvumu, todėl užstatytos aplinkos forma, apšvietimas, garso charakteristikos ir temperatūra gali daryti didelį poveikį emocinei būsenai, elgsenai ir kognityviniams gebėjimams. Tai reiškia, kad intelektualiosios

sistemos, optimizuodamos šiuos parametrus, ne tik pagerina fizinę aplinką, bet ir formuoja emocinę patirtį, kurią neuromarketingo metodais gali išmatuoti. Zhang et al. (2017) tyrimu parodė, kad aplinkos veiksniai, tokie kaip CO₂ koncentracija, patalpų ventiliacijos sprendimai ir mikroklimatas, koreliuoja su kognityviniu našumu ir streso lygiais – tai tiesiogiai susieja aplinkosauginius PESEC veiksnius su žmogaus gerove. Allen et al. (2016) nustatė, kad darbuotojai, dirbantys geriau vėdinamose ir mažiau teršalų turinčiose aplinkose, pademonstravo iki 61 % aukštesnius kognityvinių funkcijų rezultatus. Tai patvirtina, kad intelektualiosios sistemos kuria ne tik aplinkosaugos, bet ir ekonominę vertę didindamos produktyvumą. Tuo metu Frontczak ir Wargocki (2011) akcentavo subjektyvių vertinimų – komforto, triukšmo suvokimo, šviesos sklaidos – svarbą, o būtent šie subjektyvūs aspektai yra neuromarketingo metodų analizės objektas.

Taigi galima teigti, kad užstatyta aplinka – tai koncepcija, jungianti pažangiausias technologijas su žmogaus elgsenos pažinimu, siekiant sukurti tvarią, emociškai ir fiziologiškai palankią erdvę. Jos formavimasis lemia PESEC veiksmų konvergencija: politinė valia nustato reguliacinę bazę, ekonominiai ciklai formuoja investicijų prieinamumą, demografiniai procesai kuria paklausą, aplinkosaugos reikalavimai diktuoja technologines kryptis, o kultūrinės nuostatos lemia sprendimų priėmimo logiką. Tačiau šie makrolygmens veiksniai netiesiogiai veikia rezultatus, jų poveikis sukelia individualias emocines reakcijas, kurias INVERT neuromarketingo metodika analizuoja mikrolygmeniu. Šis tarpdisciplininis požiūris, reaguojantis į šiuolaikinių miestų iššūkius, plečia mokslinį diskursą ir skatina inovatyvių sprendimų integraciją. Siekiant išlaikyti šį potencialą, būtina tęsti empirinius tyrimus, jungiančius objektyvią makroekonominę analizę su subjektyvių emocijų reakcijų tyrimais – būtent tokį holistinį požiūrį realizuoja šiame darbe pristatoma INVERT metodika.

1.2. Miesto planavimo modeliai: teorinės ir praktinės perspektyvos

Šiuolaikinių Europos miestų užstatytoje struktūroje vis labiau pastebima socialinė atskirtis tarp turtingųjų ir nepasiturinčiųjų, pasireiškianti kaip teritorinė segregacija. Tai reiškinys, kurio metu formuojasi homogeninės, skirtingo socioekonominio statuso gyventojų apgyvendintos zonos, pasižyminčios minimalia tarpusavio sąveika ir ribotu mobilumu (Kaklauskas et al., 2021). Šis procesas ne tik atspindi, bet ir gilina esamus socioekonominius skirtumus, sukeldamas neigiamas pasekmes miesto socialinei sanglaudai ir darniajam vystymuisi (Speer, 2016). Analizuojant intervencines priemones, skirtas tokiai segregacijai mažinti, ryškėja būtinybė išsamiai analizuoti jos priežastis ir taikyti integruotą, vietos kontekstui pritaikytą, socialiai teisingą ir įtraukų požiūrį į užstatytos aplinkos politikos formavimą. Pavyzdinis tokio požiūrio atvejis yra Berlyno miesto

įgyvendinta Ateities iniciatyva kvartalams (*Berlin's neighbourhood management project*), kuri nukreipta į sistemingą socialiai atskirtų rajonų regeneraciją, apimančią tiek fizinės infrastruktūros atnaujinimą, tiek socioekonominio kapitalo stiprinimą (Remaco, 2010). Šiose iniciatyvose akcentuojama būtinybė užtikrinti socialiai pažeidžiamiems gyventojams prieigą prie visų lygių išsilavinimo, gerinti jų gyvenamąją aplinką, vykdyti rajonų atgaivinimą su pačių gyventojų įsitraukimu, taip stiprinant visuomeniškumą ir skatinant etninę bei socialinę integraciją.

Užstatytos aplinkos planavimo teorinių modelių raida atskleidžia ryškia teorinę transformaciją nuo ekspertinio link visuomenę įtraukiančio planavimo. Lane (2005) suformulavo planavimo paradigmu tipologiją, apimančią komunikacinį, derybų, advokacijos ir transaktyvųjų modelius. Ši tipologija leidžia sistemiskai konceptualizuoti planavimo evoliuciją pagal visuomenės dalyvavimo laipsnį, vertinant tokius parametrus kaip piliečių kontrolės lygis, galios delegavimas ir partnerystės formatai. Empiriniai tyrimai rodo, kad šie metodai būdingi šiuolaikinei užstatytos aplinkos planavimo praktikai, kuri apima įvairaus intensyvumo dalyvavimo formas – nuo pasyvaus informavimo iki aktyvaus įsitraukimo į aplinkos formavimo procesus. Hacking ir Flynn (2017) savo tyrimuose nagrinėjo netolygių galios santykių problemą planuojant miestus. Autoriai akcentavo, kad įvairiais planavimo metodais – advokaciniu, transaktyviuoju, bendradarbiavimo bei poststruktūralistiniu – siekiama atpažinti ir sumažinti galios nelygybę tarp skirtingų visuomenės grupių. Ši teorinė pozicija dera su Europos Komisijos (European Commission, 2023) rekomendacijomis įtraukti socialiai pažeidžiamas grupes į miestų politikos formavimą, taip užtikrinant demokratiškesnius planavimo procesus ir didesnį priimamų sprendimų teisėtumą.

Dalyvaujamojo planavimo konceptualų modelių savo darbuose išsamiai analizavo Boukherroub et al. (2018) bei Hornsby et al. (2017), akcentuodami visos bendruomenės įtraukimą į strateginius ir vadybinius miesto planavimo procesus, siekiant harmonizuoti visų suinteresuotųjų šalių interesus. Šis teorinis požiūris praktikoje įgyvendinamas taikant naujus metodus, pavyzdžiui, dalyvaujamąjį kartografavimą (Boone, 2015), kuris transformuoja įprastą miestų planavimo praktiką suteikdamas socialiai atskirtoms grupėms galimybę išreikšti savo erdvinius poreikius ir siekius. Lane (2005), aprašydamas advokacinį planavimą, pabrėžė miestų planuotojo vaidmens transformaciją – iš neutralaus techninių sprendimų kūrėjo jis tampa aktyviu įvairių interesų grupių tarpininku. Šio planuotojo užduotis nėra apsiriboti techninių sprendimų kūrimu, bet ir sistemingai padėti socialiai atskirtoms grupėms veiksmingai atstovauti savo interesams sprendimų priėmimo procesuose. Ši teorinė prieiga dera su empiriniais stebėjimais, rodančiais, kad veiksmingai socialinę atskirtį mažina ne tik bendra valstybės politika, bet ir tiesioginis pažeidžiamų grupių įgalinimas vietiniu lygmeniu (European Commission, 2023).

Šiuolaikinio miestų planavimo procese pastebima tendencija plėtoti daugiašalį bendradarbiavimą tarp miestų planuotojų ir skirtingų suinteresuotųjų šalių – profesionalų, bendruomenių organizacijų, žemės savininkų ir valdžios institucijų. Toks bendradarbiavimas skatina kurti sudėtingesnes dalyvavimo formas, kurios apima įvairius modelius: nuo pačių bendruomenių inicijuotų projektų iki konsultacinio pobūdžio įtraukimo, kur galia tarp ekspertų ir piliečių pasiskirsto asimetriškai.

Technologinė pažanga, ypač skaitmeninė revoliucija, sukuria naujus įrankius, leidžiančius miestų planavimą geriau pritaikyti žmonių poreikiams. Moksliniai tyrimai patvirtina emocijų duomenų analizės svarbą miestų planavimo procesui (Batty, 2010; Resch et al., 2015). Šis metodas leidžia empiriškai tirti, kaip miesto aplinka veikia gyventojų emociinę būseną ir komfortą. Li et al. (2016) nustatė konkrečius ryšius tarp miesto architektūrinių elementų (pastatų formų, vizualinio sudėtingumo) ir žmonių emocijų reakcijų, taip formuodami empirinį socialiai jautraus miestų planavimo pagrindą.

Tradiciniai planavimo metodai tampa veiksmingesni, kai juos papildoma bendruomenių inicijuoti metodai ir jutiklių technologijos (Streich, 2012), kurios teikia realiojo laiko informaciją apie miesto aplinkos naudojimą. Šios technologijos leidžia transformuoti abstrakčius statistinius duomenis į diferencijuotus skirtingų gyventojų grupių poreikius ir preferencijas, taip sudaromas empirinis socialiai jautraus miestų planavimo pagrindas. Zeile et al. (2015) pabrėžė, kad efektyvus planavimo procesas turi apimti įvairių suinteresuotųjų šalių interesus siekiant mažinti galimus konfliktus ir optimizuoti sprendimus pagal daugia-kriterius parametrus. Šis požiūris sutampa su Europos Komisijos (European Commission, 2008) rekomendacijomis sistemingai mažinti socialinę atskirtį taikant kompleksines priemones, apimančias tiek fizinės infrastruktūros modernizavimą, tiek socialinių grupių įgalinimą.

Šiuolaikinis miestų planavimas demonstruoja aiškų pokytį nuo monofunkciū zonų link kompleksinės integracijos, kur socialinė įvairovė suvokiama ne kaip iššūkis, bet kaip esminis miesto gyvybingumo ir inovacijų katalizatorius. Šis koncepcinis pokytis sukelia planavimo paradigmos transformaciją, kurioje socialinė įtrauktis įgyja centrinę, o ne periferinę vaidmenį (Speer, 2016).

1.3. Aplinkos veiksnių analizė vertinant investicinius projektus išmaniojoje užstatytoje aplinkoje

Nekilnojamojo turto investicijoms vertinti išmaniojoje užstatytoje aplinkoje reikalingas kompleksinis požiūris, apimantis įvairių lygmenų aplinkos veiksmus. Tokį vertinimą sudaro trys analizės lygmenys: makro-, mezo- ir mikro-, kurių kiekvienas atskleidžia skirtingus, tačiau tarpusavyje susijusius veiksmus. Makroaplinkos lygmeniu taikoma PESTEL analizė (Aguilar, 1967), apimanti politinius, ekonominius, socialinius, technologinius, aplinkosauginius ir teisinius

veiksnius. Šie išoriniai veiksniai formuoja bendrą investicinės aplinkos kontekstą ir lemia projekto sėkmės galimybes. Mezoaplinkos lygmuo Lietuvos kontekste apima valstybės lygmens politiką ir sistemas: nacionalinę išmaniųjų miestų politiką, finansavimo priemones, skaitmeninę infrastruktūrą, švietimo ir inovacijų sistemą bei viešųjų paslaugų kokybę. Būtent šiuo lygmeniu atsiranda ryšys tarp objektyvių aplinkos charakteristikų ir subjektyvių gyventojų emocinių reakcijų – tai, kaip šalies lygmens politika ir infrastruktūra veikia kasdienę žmonių patirtį ir pasitenkinimą gyvenamosiomis sąlygomis. Mikroaplinkos lygmeniu analizuojamos konkrečios objekto savybės ir jų tiesioginė įtaka naudotojų elgsenai bei investiciniams sprendimams. Čia svarbu įvertinti aplinkos kokybę (triukšmą, oro taršą, kvapus), infrastruktūros prieinamumą, kaimynystę ir kitus lokalius veiksnius. Išmaniosios užstatytos aplinkos kontekste mikroaplinka apima ne tik tradicinius aspektus, bet ir išmaniųjų technologijų integraciją. Investuotojai turi įvertinti tokius kriterijus, kaip naudotojų lūkesčiai, skaitmeninių sprendimų integravimo lygis, funkcinis dizainas ir energinis efektyvumas.

Išsami mikro-, mezo- ir makrolygmenų veiksnų analizė, apimanti jų įtaką investiciniams sprendimams ir vertinamus rodiklius, pateikiama A priede (prieiga internete: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

1.4. Emocinis ir socialinis aspektas vertinant užstatytos aplinkos tvarumą

Darnios užstatytos aplinkos vertinimo istorinė raida daugiausia buvo koncentruota į pastato techninius ir funkcinius parametrus, ypač šilumines charakteristikas, technologinius sprendimus bei laboratorinius tyrimus gamtos ir statybos mokslų perspektyvoje. Tačiau žmogaus komforto pojūtis yra sudėtingesnis nei vien aplinkos fizinių savybių suvokimas. Komfortas yra kompleksinė reakcija į aplinką, kuriai didelę įtaką daro pažinimo ir elgesio procesai (Ortiz et al., 2017). Gyvenamosios aplinkos tyrimai rodo, kad socialinis, emocinis ir kultūrinis kontekstas yra labai svarbus asmenų gerovei. Socialinis aspektas vertinant užstatytą aplinką išskyla kaip išskirtinai reikšmingas dėl kelių pamatinių priežasčių. Visų pirma užstatyta aplinka pirmiausia kuriama žmonėms ir jų poreikiams tenkinti, todėl žmogus natūraliai tampa centriniu vertinimo elementu. Gyvenamoji erdvė idealizuojama kaip poilsio, šeimos, tęstinumo, kontrolės ir saugumo vieta (Ellsworth-Krebs et al., 2019). Namai tampa pagrindiniu socialinės organizacijos vienetu, kuriame formuojami ir atkuriami socialiniai santykiai, įskaitant socialines normas, skirtingų amžiaus grupių sąveiką, klasių diferenciaciją ir kultūrinę tapatybę (Blunt & Dowling, 2006; Saunders & Williams, 1988). Socialinio aspekto išskirtinumą sustiprina jo poveikio ilgaamžiškumas ir tęstinumas – per užstatytą aplinką formuojami socialiniai procesai dažnai peržengia ekonominių ciklų ribas ir veikia visuomenės struktūrą. Be to, socialinis

aspektas tarnauja kaip tiltas tarp ekonominių ir aplinkosauginių veiksnių, užtikrindamas visuomenės pasirengimą priimti ir įgyvendinti darnią praktiką.

Moksliniai tyrimai patvirtina, kad emocinis poveikis lemia informacijos apdorojimo gylį ir turinio atranką (Lerner et al., 2015). Emocijos ne tik formuoja elgsenos modelius, bet ir yra kaip kognityvinis informacijos šaltinis (Schwarz, 2012). Taip socialinis ir emocinis kontekstas netiesiogiai veikia ekonominius pasirinkimus ir požiūrį į aplinkosaugos iniciatyvas. Naujausios studijos atskleidžia sudėtingą emocijų ir aplinkosaugos problemų sąveiką (González-Hidalgo & Zografos, 2020; Landmann, 2021; McQueen, 2021; Neckel & Hasenfratz, 2021; Ojala et al., 2021; Salas Reyes et al., 2021), kuri tampa vis svarbesnė užstatytos aplinkos vertinimo procesuose. Socialinis aspektas pasižymi didžiausiu pokyčio potencialu – jis gali veiksmingai skatinti ilgalaikius elgsenos pokyčius, susijusius su energijos vartojimu ir aplinkos apsauga. Šį požiūrį sustiprina Jungtinių Tautų akcentuojama emocijų aspektų integracijos būtinybė, įgyvendinant 17 darnaus vystymosi tikslų, numatytų 2030 m. Darbotvarkėje.

Pastatų tvarumo vertinimo sistemų evoliucija rodo aiškų poslinkį nuo išskirtinai techninių parametrų link kompleksinės metodologijos. Pasaulyje yra daugiau nei 600 skirtingų užstatytos aplinkos tvarumo vertinimo schemų (Berardi, 2012; BRE, 2008). Pavyzdžiui, WELL sertifikavimo sistema integruoja emocines ir psichologines gerovės dimensijas (Ildiri et al., 2022), kurios realizuojamos taikant pastato techninius-funkcinius parametrus (natūralios šviesos kiekį, oro kokybę, akustinę aplinką), psichologinius parametrus (biofilinio dizaino integraciją, relaksacijos erdves), socialinius parametrus (bendras bendruomenių erdves, saugumo užtikrinimo priemonės).

Objektyvius ekonominius ir aplinkosauginius rodiklius įprasmina tik socialinis subjektyvus suvokimas – vertės suvokimas formuojamas socialiniame kontekste. Empiriniai tyrimai rodo, kad poveikis aplinkai tampa aktualesnis, kai vertinimo procese dalyvauja emocinė dimensija, leidžianti asmenims susieti galimus rezultatus su asmeniniais tikslais (Bilandzic et al., 2017). Pavyzdžiui, viltis veikia elgseną ir su energijos vartojimu susijusius įpročius (Chadwick, 2015; Myers et al., 2013), formuoja palankesnę požiūrį į klimato kaitos ir energetikos politikos iniciatyvas (Smith & Leiserowitz, 2014).

Tradicinis hedoninis nuomos kainos modelis, apimantis pastato technines ir funkcines savybes bei tvarumo kriterijus, šiuolaikiniuose tyrimuose papildomas emociniais ir afektiniais rodikliais. Toks visapusiškas modelis, integruojantis pastato techninius ir funkcinius, ekonominius, socialinius, aplinkosauginius, emocinius ir balso analizės rodiklius, leidžia tiksliau atspindėti užstatytos aplinkos vertę bei jos poveikį nekilnojamojo turto kainoms.

1.5. Holistinio užstatytos aplinkos investicinių projektų vertinimo kriterijų rinkiniai

1.5.1. Pastato techninių ir funkcinių kriterijų poveikis investicinei komercinių pastatų vertei

Pastato techniniai ir funkciniai kriterijai išlieka esminiu veiksniumi vertinant nekilnojamojo turto investicinį potencialą, ypač komerciniame sektoriuje. Nors tradiciškai analizuojami tokie rodikliai kaip statybos metai, energijos sąnaudos ar šildomas plotas, naujausi tyrimai rodo, kad šie parametrai taip pat veikia naudotojų emocines reakcijas, komfortą ir sprendimų priėmimą. Todėl šio poskyrio tikslas – išanalizuoti, kaip techniniai ir funkciniai rodikliai prisideda prie NT vertės formavimo, atsižvelgiant į jų psichologinį poveikį naudotojui.

Pastato statybos metai ir amžius yra vieni svarbiausių veiksnių, lemiančių komercinio nekilnojamojo turto vertę. Kołodziejczyk et al. (2021) analizavo Lenkijos biurų rinkos duomenis ir nustatė, kad pastato amžius neigiamai siejasi su galimomis nuomos pajamomis – senesni pastatai generuoja mažesnes nuomos pajamas. Panašią išvadą priėjo ir Thebuwena ir Vaz (2025), nagrinėję Kolombo (Šri Lanka) aukštos klasės biurus: pastato amžius buvo statistiškai svarbus neigiamas veiksnys nuomos dydžiui nustatyti. Daugelyje tyrimų pastebima, jog senstančio pastato vertė rinkoje mažėja dėl fizinio ir funkcinio nusidėvėjimo (Fuerst, 2007). Vis dėlto kai kuriais atvejais galimi ir „vintažiniai“ efektai, pavyzdžiui, Nyderlanduose nustatyta, kad ikikarinės statybos biurai dėl istorinio ir architektūrinio žavesio gali brangti didėjant jų amžiui (Levkovich et al., 2018). Tokie atvejai išimtini, tačiau parodo, kad pastato istorinė vertė ir architektūrinis unikalumas gali atsverti nusidėvėjimą.

Pastato dydis, dažnai vertinamas pagal šildomą plotą ar bendrąjį plotą, tiesiogiai prisideda prie turto vertės – didesni pastatai paprastai yra vertingesni. Remiantis empiriniais tyrimais, didžioji dauguma mokslininkų nustatė, kad turto plotas yra esminis komercinio nekilnojamojo turto kainos ir nuomos dydžio veiksnys (Fuerst, 2007). Thebuwena ir Vaz (2025) nustatė, kad biuro patalpų plotas stipriai veikia nuomos įkainius Kolombo centriniame verslo rajone. Didesnis naudingojo ploto kiekis leidžia gauti daugiau pajamų iš nuomos arba efektyviau tenkinti nuomininkų poreikius. Daugelyje hedoninių kainodaros modelių pastato plotas tampa vienas stipriausių teigiamų veiksnių, kiekvienas papildomas kvadratinis metras paprastai proporcingai padidina objekto rinkos kainą.

Energijos vartojimo efektyvumas pastaraisiais metais tapo itin svarbiu vertės veiksniumi, nes investuotojai ir nuomininkai daugiau dėmesio skiria eksploatacijos sąnaudoms ir tvarumui. Tyrimai rodo, kad energiška efektyvūs pastatai gali būti parduodami ar nuomojami už didesnę kainą. Pavyzdžiui, Ke ir White (2024),

išnaginėję 2011–2021 m. laikotarpio JK biurų rinką, nustatė aiškų nuomos kainos premijos efektą – biurų, gavusių aukštesnio energinio naudingumo sertifikatą (angl. *Energy Performance Certificate*, EPC), nuomos įkainiai buvo didesni, o energiška neefektyvių pastatų (EPC klasės F ir G) nuomos įkainiai buvo mažesni. Kitaip tariant, rinka patvirtina nuomininkų pasirengimą mokėti daugiau už energiška efektyvesnes patalpas. Globaliu mastu matomas panašus reiškinys: energinio efektyvumo priemonės ir mažesnės energijos sąnaudos didina pastato vertę ir likvidumą (IEA, 2019). Dėl mažesnių energijos sąnaudų ir mažesnio poveikio aplinkai žalieji pastatai generuoja tvarumo vertės priedą, pasireiškiantį aukštesnėmis rinkos kainomis lyginant su analogiškais, neturinčiais tvarumo sertifikato objektais, pvz., kai kuriose rinkose nustatyta 1–4 % didesnė turto kaina už geresnę energinę klasę (Taltavull de La Paz et al., 2019). Be to, energiška efektyvių pastatų biurai turi daugiau nuomininkų ir ilgiau išlaiko didelį užimtumą (Marmolejo-Duarte & Chen, 2022), o tai galiausiai padidina investicinę vertę.

Pastato eksploatavimo efektyvumas ir valdymo išlaidos taip pat veikia investicinę vertę. Jeigu pastatą prižiūrėti ir valdyti yra paprasta (t. y. jo eksploatavimo sąnaudos nedidelės), investuotojai vertina jį palankiau, nes didesnė grynoji veiklos pajamų dalis lieka pelnui. Thebuwena ir Vaz (2025) tyrimas patvirtino, kad priežiūros sąnaudos yra reikšmingas veiksnys: didesnės eksploatavimo sąnaudos (sudėtingesnė priežiūra) mažina biurų nuomos pajamas. Kolombe pastatų, kuriems reikia skirti mažiau priežiūros pastangų ar išlaidų, investicijų gražos potencialas yra geresnis. Tarptautinės energetikos agentūros (IEA) duomenys taip pat rodo, jog, sumažėjus pastato eksploatacijos išlaidoms, pvz., dėl energijos efektyvumo ar automatizuotų sistemų, galima padidinti turto vertę (IEA, 2019). Taip yra todėl, kad mažesnės veiklos sąnaudos didina grynąsias pajamas ir leidžia nustatyti didesnę pardavimo kainą (ar mažesnę kapitalizacijos normos rodiklį). Todėl modernūs komerciniai pastatai vis dažniau projektuojami atsižvelgiant į gyvavimo ciklo sąnaudas, medžiagų ilgaamžiškumą, lengvesnę priežiūrą ir efektyvią techninę įrangą, taip siekiant išsaugoti aukštesnę investicinę vertę visą eksploatavimo laikotarpį (Islam et al., 2021).

Pastato architektūrinė kokybė, estetinė aplinka ir siūlomi patogumai gali labai padidinti jo patrauklumą investuotojams ir nuomininkams, o tai padidina rinkos vertę. Papildomos objekto savybės, tokios kaip želdynai, architektūriniai akcentai, modernios inžinerinės sistemos ar nuomininkų patogumui skirti įrenginiai, kuria pridėtinę vertę. Thebuwena ir Vaz (2025) nustatė, kad papildomi estetiniai sprendimai (pvz., specialios pastato funkcijos, aplinkos tvarumo sprendimai) labai veikia nuomos kainas ir gali susilpninti kitų veiksnių (pvz., prekės ženklo) poveikį. Miestovaizdžio patrauklumas aplink pastatą taip pat prisideda prie komercinio turto vertės. Pavyzdžiui, tyrimas, kuriame analizuojami Niujorko biurų sandoriai, parodė, kad gatvių želdynai turi apčiuopiamą finansinį poveikį: biurai žalesnėje aplinkoje buvo parduodami vidutiniškai 8,9–10,5 % brangiau, o

jų nuomos kainos 5,6–7,8 % didesnės, palyginti su pastatais beveik be žalumos (Jayakody & Vaz, 2025). Yang et al. (2021) kiekybiškai įvertino gatvių žalumos lygį ir patvirtino, kad aplinkos estetika (pvz., medžiai, žalieji plotai) statistiškai reikšmingai didina komercinių pastatų vertę, nes nuomininkai sutinka mokėti didesnę nuomą už pastato teikiamas paslaugas. Apskritai patrauklus dizainas ir aukšta aplinkos kokybė kuria teigiamą pastato įvaizdį ir pritraukia prestižinius nuomininkus, todėl tokie pastatai investuotojų vertinami brangiau.

Vis labiau pripažįstama, kad fiziniai pastatų bruožai veikia naudotojų emocinę būseną ir pasitenkinimą, o tai daro netiesioginę įtaką ir turto vertei (per paklausą, reputaciją, nuomininkų lojalumą). Naujausiuose moksliniuose darbuose siekiama sujungti architektūrą ir emocijas. Pavyzdžiui, Ren et al. (2024) atliktoje sisteminėje literatūros apžvalgoje pabrėžė, kad erdvinis pastato dizainas (dydis, forma, apšvietimas, spalvos ir kt.) turi didelį poveikį naudotojų emocinėms reakcijoms. Skirtingos erdvių savybės gali sukelti skirtingus jausmus – nuo saugumo ir jaukumo iki įspūdžio ar streso. Žaliosios erdvės tiek pastato viduje, tiek aplink jį gerina žmonių savijautą. Minėtame Niujorko tyrime pažymima, jog sukurtos aplinkos viešųjų erdvių žaluma prisideda prie geresnės gyventojų psichinės ir fizinės sveikatos bei jų gerovės didinimo, o tai istoriškai koreliuoja su aukštesnėmis nekilnojamojo turto kainomis (Yang et al., 2021). Taip pat istorinė architektūrinė aplinka gali sustiprinti teigiamus afektus. Tyrimas Irake (Duhoke) parodė, kad istorinės aplinkos elementai mažina neigiamas emocijas ir didina gyventojų pasitenkinimą, skatindami stipresnę emocinį prisirišimą, vietos dvasią ir bendruomenės tapatumą (Albeyboni & Raswol, 2025). Tokie emociniai ryšiai gali padidinti paklausą tarp naudotojų. Žmonės linkę daugiau mokėti už erdves, kuriose jaučiasi gerai, saugiai ir išdidžiai. Todėl nekilnojamojo turto vystytojai ir investuotojai vis dažniau atsižvelgia į žmogaus gerovės aspektus nuo natūralios šviesos ir akustikos iki medžiagų estetikos, suprasdami, kad teigiama naudotojų patirtis ilgainiui didina turto vertę rinkoje.

1.5.2. Holistinis pastatų tvarumo kriterijų rinkinys

Pastatai investiciniuose projektuose vis dažniau vertinami ne tik tradiciniais finansiniais aspektais, svarbi yra ir daugiamatė tvarumo kriterijų įvairovė. Šiuolaikinėje NT rinkoje svarbi ne tik ekonominė graža, bet ir socialinis bei aplinkosaugos poveikis, daromas projekto ilgalaikiam atsparumui ir visuomeninei naudai. Trigubos naudos (angl. *Triple Bottom Line*) principas leidžia struktūrintai įvertinti projekto efektyvumą trimis pagrindinėmis dimensijomis: ekonomine, socialine ir aplinkosaugine. Šis holistinis požiūris tampa esminiu įrankiu investuotojams, siekiantiems užtikrinti ne tik verslo tvarumą, bet ir jo teigiamą poveikį aplinkai bei bendruomenei. Kiekviena iš šių dimensijų turi specifinius rodiklius, leidžiančius kiekybiškai įvertinti projekto vertę platesniame darnaus vystymosi kontekste.

Ekonominė dimensija apima projekto finansinį gyvybingumą, vertę rinkoje ir ilgalaikį pelningumą. Vidutinė metinė kv. m kaina ir preliminari kv. m kaina yra esminiai rodikliai. Jie rodo turto vertės lygį (pvz., nuomos pajamas ar pardavimo kainą) bei statybos sąnaudų dydį. Šie dydžiai lemia investicijų gražą. Kuo didesnė rinkos kaina ir mažesnė savikaina, tuo patrauklesnis projektas investuotojams. Pažymėtina, kad pastaruoju metu rinkoje stebimas žaliojo priedo fenomenas: tvarių, energiškai efektyvių komercinių patalpų kainos ir nuomos įkainiai dažnai yra aukštesni dėl mažesnių eksploataavimo išlaidų ir didesnio nuomininkų susidomėjimo. Empiriniai duomenys JAV rodo, kad sertifikuoti žalieji biurų pastatai generuoja iki 31 % didesnes nuomos pajamas, palyginti su įprastais (Zeller, 2025). Taigi aukšta kvadratinio metro kaina gali rodyti ne tik brangią vietą, bet ir pridėtinę vertę už tvarius sprendimus. NT likvidumas – tai turto pavertimo pinigais sparta ir paprastumas. Likvidumą dažnai atspindi pardavimo sandorio sudarymo greitis arba nuomininkų paieškos trukmė. Taigi turto pasiūlos poreikis (paklausos ir pasiūlos balansas) yra svarbus. Projektas, atitinkantis akivaizdų rinkos poreikį (pvz., biurų trūkumą tam tikrame rajone), vertinamas palankiau nei tas, kuris realizuojamas perpildytoje rinkoje. Galiausiai, turto kainos indeksas rodo bendrą NT vertės kitimo tendenciją rinkoje. Kylandčios kainų indekso kreivės reiškia NT vertės augimą (ir atvirkščiai), tad investiciniams skaičiavimams svarbu, ar projektas vystomas augančioje ar stagnuojančioje rinkoje. Remiantis holistinio vertinimo principais ekonominiai rodikliai jungiami su kitų dimensijų kriterijais. Pavyzdžiui, naujausi tyrimai siūlo finansinio vertinimo modelius koreguoti atsižvelgiant į projekto tvarumo rodiklius. Siūloma į integruotą pinigų srautų analizę įtraukti korekcinius koeficientus, kurie atspindi aplinkosaugos ir socialines rizikas bei galimybes (Poderytė ir Šešplaukis, 2024). Taip gaunama tikslesnė ilgalaikio finansinio efektyvumo prognozė. Tvarūs projektai yra ne tik mažiau rizikingi nuvertėjimui dėl būsimų aplinkosaugos reikalavimų ar socialinių pokyčių, bet ir gali tikėtis vertės prieaugio ilguoju laikotarpiu.

Socialinė dimensija apima projekto poveikį visuomenei, gyvenimo kokybei ir vietos bendruomenei. Kaimynystės patrauklumas – tai kompleksinis rodiklis, nusakantis rajono gyvenamąją kokybę ir įvaizdį. Tyrimai rodo, kad kaimynystės patrauklumą galima skaidyti į kelis pagrindinius veiksniai: estetinę aplinkos kokybę, patogumų prieinamumą ir socialinę sąveiką bendruomenėje (Chhetri et al., 2006). Šie aspektai lemia, ar vietovė patraukli gyventojams ir verslo atstovams. Aukšta estetika (tvarkinga architektūra, švara, graži aplinka), gerai išvystyta infrastruktūra (mokyklos, parduotuvės, laisvalaikio erdvės) ir aktyvi bendruomenė didina kaimynystės patrauklumą. Empirinėje analizėje nustatyta, kad būtent šie komponentai, patogumų prieinamumas ir socialinės aplinkos veiksniai stipriausiai veikia žmonių sprendimą kurtis tam tikroje vietoje (Chhetri et al., 2006). Saugumas ir apsauga yra kitas ypatingas socialinis kriterijus. Saugumas paprastai

matuojamas nusikalstamumo lygiu. Mažesnis nusikaltimų skaičius ir didesnis subjektyvus saugumo jausmas tiesiogiai gerina gyvenimo kokybę bei didina turto patrauklumą. Skirtingose šalyse atlikti tyrimai rodo neigiamą ryšį tarp nusikalstamumo ir nekilnojamojo turto vertės. Pavyzdžiui, JAV miestų duomenų analizė parodė, kad 10 % padidėjus žmogžudysčių skaičiui būsto vertė kitais metais vidutiniškai krinta apie 0,83 % (Maximino, 2014). Saugi, mažo nusikalstamumo lygio aplinka yra socialiai tvari ir ekonomiškai naudingesnė. Atstumo iki miesto centro pėsčiomis kriterijus atspindi vietos kokybę ir darnaus judumo galimybes. Miesto centre bei jo prieigose telkiasi darbo vietos, paslaugos, kultūros objektai, todėl arčiau centro esantis turtas paprastai vertingesnis dėl mažesnių transporto sąnaudų. Užstatytos aplinkos analizės patvirtina klasikinės miesto ekonomikos teorijas. Būsto kainos mažėja didėjant atstumui nuo centrinio verslo rajono, nes gyventojai vertina trumpesnę kelionės laiką (Gaolu, 2015). Ypač vertinamas vietos pasiekiamumas pėsčiomis, t. y. ar gyventojas gali patogiai nueiti iki parduotuvių, viešojo transporto stotelių, parkų. Sistemine apžvalga parodė, kad vaikščiojimas miesto erdvėmis gerina gyventojų socialinį aktyvumą, sveikatą, mažina automobilių naudojimo mastą (Baobeid et al., 2021). Turto pasiūlos poreikis (paklausos rodiklis) turi tiek ekonominį, tiek socialinį aspektą. Jis rodo, kiek rinkai ar bendruomenei reikia to turto. Jei, pavyzdžiui, verslo centre trūksta modernių biurų, naujas projektas patenkina realų įmonių poreikį, o tai yra socialiai teigiamas aspektas (kuriamos darbo vietos, skatinama ekonominė veikla), mažinantis projekto nesėkmės riziką. Atvirkščiai, jei aplink gausu tuščių patalpų, naujo objekto socialinis ir ekonominis pagrįstumas abejotinas.

Dėl šių priežasčių modernūs NT tvarumo vertinimo modeliai socialiniams rodikliams suteikia reikšmingą svorį greta finansinių parametrų.

Aplinkosaugos dimensija apima projekto energinį efektyvumą, išmetamųjų teršalų ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, taip pat poveikį vietos ekosistemai. Energinio naudingumo klasė yra svarbiausias pastato aplinkosaugos efektyvumo rodiklis. Tai itin aktualu siekiant klimato politikos tikslų. 2022 m. duomenimis, statybos sektoriuje suvartojama 34 % pasaulio energijos kiekio (UN, 2023), todėl didelis energijos efektyvumas yra būtina sąlyga emisijoms mažinti. Transporto srautai ir eismo spūstys yra aplinkosauginiai kriterijai, susiję su projekto lokalizacija ir mobilumu. Intensyvūs transporto srautai gali padidinti vietinę oro taršą. Ypač aktualus rodiklis yra azoto dioksido (NO_2) koncentracija. NO_2 – tipinis transporto teršalas, susiformuojantis degant kurui vidaus degimo varikliuose. Miestų aplinkoje didžiausios NO_2 koncentracijos fiksuojamos judrioje gatvėse. Šis teršalas prisideda prie smogo ir sukelia kvėpavimo ligas (Wu & Liu, 2023). Dėl to nekilnojamojo turto projektui svarbu įvertinti, ar jo vieta ir generuojami srautai neprisidės prie taršos viršnorminių lygių. Žaliosios erdvės – parkai, skverai, želdiniai yra dar vienas svarbus aplinkos kriterijus. Žaliosios erdvės veikia kaip miesto „plaučiai“. Medžiai ir augmenija geba absorbuoti dalį teršalų (NO_2 kietųjų dalelių) iš oro. Empiriniiais

tyrimais patvirtina, kad užstatytose teritorijose esantys želdynai efektyviai sulaiko ir suskaido oro teršalus. Pavyzdžiui, Kanados miestų analizė parodė, kad miesto želdiniai kasmet pašalina didelį NO₂ kiekį iš oro, taip teikdami milijoninės vertės naudą visuomenės sveikatai (Wu ir Liu, 2023). Želdynai taip pat gerina mikroklimatą, mažina karščio salų efektą, reguliuoja drėgmę, suteikia pavėsį. Dėl to projektai, kurie išsaugo esamus želdinius arba integruoja naujas žaliąsias erdves, laikomi aplinkos požiūriu tvaresniais. Darnumo sertifikavimo sistemos (LEED, BREEAM, DGNB ir kt.) šiuos aspektus laiko kertiniais, pavyzdžiui, jų kriterijų grupės tiesiogiai apima energiją ir klimatą, transportą, aplinkos kokybę, ekologiją ir pan. (Dobrovolskienė et al., 2021a). Taigi holistinis projekto vertinimas neatsiejamas nuo aplinkos kriterijų įtraukimo. Tik taip galima nustatyti, ar investicinis projektas dera su klimato kaitos švelninimo ir aplinkos apsaugos tikslais. Naujausi moksliniai darbai patvirtina tokio trijų dimensijų integravimo būtinybę. Sudėtiniai indeksai jungia ekonominius, socialinius ir aplinkos kriterijus, suteikdami visapusišką projekto tvarumo įvertinimą (Dobrovolskienė et al., 2021a). Tokiu būdu užtikrinama, kad užstatytos aplinkos investavimo objektai būtų vertinami ne vien pagal trumpalaikį pelningumą, bet ir pagal indėlį į darnų vystymąsi, atliepiant tiek investuotojų, tiek visuomenės ilgalaikius interesus.

1.5.3. Emocinio ir afektinio vertinimo kriterijai atliekant holistinį užstatytos aplinkos projektų vertinimą

Šiuolaikinėje visuomenėje dauguma žmonių apie 90 % laiko praleidžia patalpose (Klepeis et al., 2001), todėl vidaus aplinkos kokybę atspindintys parametrai ir emociniai aspektai tampa vis reikšmingesni. Mokslininkai (Bechara et al., 1997; Blanchette & Richards, 2010; Damasio, 1995) tvirtina, kad skirtingos emocijos gali turėti skirtingą poveikį sprendimų priėmimui. Curtis et al. (2017) empiriškai nustatė, kad teigiamos emocijos skatina, o neigiamos slopina pirkimo ketinimus, identifikuodami naudotojų požiūrį į produktą kaip pagrindinį šio ryšio mediatorių. Pastatų architektūra ir aplinka daro reikšmingą poveikį žmonių jausenai. Tai patvirtina naujausi neurodidaktikos ir aplinkos psichologijos tyrimai (Bower et al., 2019). Vertinant komercinių objektų (pvz., biurų pastatų, prekybos centrų) sėkmę vis svarbiau įtraukti emocinį ir afektinį kriterijų rinkinį, rodantį, kokias emocijas erdvė sukelia jos naudotojams. Šie kriterijai apima tiek atskiras emocijas (pvz., laimę, liūdesį, susidomėjimą, nuobodulį, pyktį, nustebimą, išgąstį, bjaurėjimąsi, panieką), tiek bendrąsias afekto demensijas – emocinio tono (valentingumo) ir susijaudinimo lygį.

Interjero architektūros elementai, tokie kaip erdvės dydis ir forma, lubų aukštis, spalvos, apšvietimas, medžiagos stipriai veikia žmonių emocinę būklę. Erdvės dydžio ir proporcijų pokyčiai gali keisti tiek emocinio tono (malonumo) lygį, tiek susijaudinimą. Pavyzdžiui, virtualiosios realybės tyrime Presti et al. (2022) sistemingai keitė patalpų parametrus (sienų atstumus, lubų ir langų aukštį,

spalvas) ir fiksavo dalyvių reakcijas. Paaiškėjo, kad susiaurėjančios erdvės (mažesnis atstumas tarp sienų) bei žemesnės lubos sukelia žmonėms labiau neigiamas, nemaloniais emocijas (žemą valentingumą) ir aukštesnį susijaudinimą (įtampą). Langai interjere beveik visada gerina emocinę savijautą – galimybė matyti aplinką didina erdvės pojūtį ir yra siejama su malonumo (teigiamo afekto) padidėjimu (Presti et al., 2022). Daug dienos šviesos patalpose taip pat mažina neigiamą susijaudinimą ir streso lygį, palaikant cirkadinius ritmus ir gerinant bendrą savijautą.

Interjero spalvinė aplinka – tiek sienų spalvos, tiek apšvietimo spalvinė temperatūra – yra kitas ypatingas afektyvus veiksnys. Tyrimai rodo dėsningumą, kad šaltesnės (mėlynos / žalios) spalvos interjere siejasi su ramesne, taikesne atmosfera, o šilti atspalviai (raudona, oranžinė) – su didesniu susijaudinimu (Presti et al., 2022). Pavyzdžiui, Bower et al. (2022) eksperimente, naudodami virtualiosios realybės CAVE sistemą, nustatė, kad mėlynos sienos (palyginti su baltomis) sukėlė didelius fiziologinės būklės pokyčius: padidino odos elektrinį aktyvumą, kvėpavimo variacijas, pakito tam tikri smegenų bangų rodikliai. Tai rodo, kad spalva gali nepastebimai moduluoti emocinį sužadinimą. Mėlyna aplinka veikia žmonių neurofiziologiją, potencialiai kurdamą ramesnę, tačiau budresnę būseną. Kiti tyrimai apie apšvietimą patvirtina, kad didesnis apšvietos intensyvumas ir šaltesnė šviesa skatina sužadinimą ir kartu gali sukelti teigiamas emocijas, tokias kaip žvalumas ir susijaudinimas. Pavyzdžiui, apžvalginiam tyrimui nustatyta, kad labai ryškus, šaltai baltas apšvietimas (~6500 K, 1000 lx) padidino dalyvių susijaudinimą ir malonumo įvertinimą, žmonės jautėsi budrus (Mohammad-Moradi et al., 2025). Toks apšvietimas gali būti tinkamas prekybos erdvėse ar biuruose, kur siekiama stimuliuoti aktyvumą ir dėmesingumą. Vis dėlto jei susijaudinimas per didelis, žmogus gali tapti irzlus ar piktas. Pavyzdžiui, akinamai ryški ar intensyviai raudona aplinka kai kuriems žmonėms kelia dirglumą ar net fiziologinį stresą (Presti et al., 2022). Todėl projektuojant interjerą svarbu derinti spalvas ir šviesas taip, kad jos atitiktų pageidaujamą emocinę būseną: parduotuvėje – žadintą entuziazmą ir susidomėjimą, poilsio zonoje – ramintų ir mažintų nuovargį bei pyktį. Erdvės forma ir detalės taip pat koreguoja emocijas. Vartanian et al. (2013) atliktais fMRI tyrimais nustatė, kad žmonės linkę kur kas palankiau vertinti lenktų kontūrų interjerus – jie atrodo gražesni ir malonesni, be to, juos stebint suaktyvėja smegenų sritys, susijusios su atlygio pojūčiu.

Ne tik vidus, bet ir pastato išorė bei aplinka formuoja žmonių emocijas, ypač tai pasakytina apie komercinius objektus, kai fasadas ir viešojo erdvės sudaro pirmąjį lankytojų įspūdį. Pastato fasado estetika – įvairovė, mastelis, architektūrinės detalės – gali sukelti tiek teigiamas emocijas, pvz., susižavėjimą ar nustebimą, tiek neigiamas, pvz., nuobodulį ar atmetimą. Sussman ir Hollander (2021) apžvelgė mokslinius duomenis ir padarė išvadą, kad žmonės geriau jaučiasi sudėtingesnėje, įvairialypėje miesto aplinkoje, o ne tarp monotoniškų

„didelės dėžės“ pastatų. Monotoniška fasadų seka (dideli, tušti, dėžutės formos pastatai) neretai sukelia emocinio nuovargio ir susvetimėjimo jausmą, apibūdinamą kaip nuobodulio ir net silpno nerimo deriniu, kylančiu iš jutiminės stimuliacijos stokos. Tokia emocinė būseną būdinga miesto gyventojams, kasdien judantiems monotoniškos komercinės užstatytos aplinkos erdvėse. Hollander ir Anderson (2020) nagrinėjo miesto fasado kokybės įtaką praeivių afektinėms būsenoms taikydami mišriuosius metodus (stebėjimus, emocinius vertinimus). Jų darbe pateikiama įrodymų, kad aukštos kokybės, estetiškai patrauklūs komercinių gatvių fasadai koreliuoja su didesniu teigiamų emocijų lygiu tarp praeivių, skatina juos sustoti, domėtis aplinka, o prasti fasadai siejasi su neigiamu afektu ir greitesniu judėjimu pro šalį. Tai pabrėžia, kad vertinant projektus derėtų atsižvelgti ir į fasado emocinę kokybę, ar pastatas kuria žmogui draugišką, įtraukų vaizdą, ar palieka šaltą įspūdį.

Gamtinių elementų integracija eksterjere labai prisideda prie emocinės kokybės. Pagal biofilinio dizaino principus, žmogus evoliuciškai palankiau reaguoja į gamtos motyvus – augmeniją, vandenį. Tyrimai tai patvirtina. Sisteminga 20 tyrimų metaanalizė parodė, kad kontaktas su gamtine aplinka (pvz., žaliosios erdvės biuruose, interjero augalai ar vandens instaliacijos) patikimai didina teigiamą efektą ir mažina neigiamas emocijas (Hollander & Anderson, 2020). Tai atitinka klasikinį Ulrich (1984) liginę tyrimą – nustatyta, kad pacientai, kurie pro palatpų langą galėjo stebėti medžius, pasveiko greičiau ir patyrė mažiau streso nei pacientai, kurių langai buvo nukreipti į aklinę sieną. Analogiškai darbuotojas ar klientas, matantis medžius ar natūralias formas, jausis geriau nei apsuptas tik dirbtinės aplinkos.

Atsižvelgiant į naujausius tyrimus, siūloma investicinius projektus vertinti ne tik pagal techninius ar ekonominius parametrus, bet ir integruoti emocinio poveikio kiekybinius rodiklius, pavyzdžiui:

- valentingumo ir susijaudinimo lygį, kurie matuojami tiek objektyviais biosensoriais (MAPS, *FaceReader*, LVA), tiek subjektyviomis standartizuotomis kiekybinėmis priemonėmis (Likerto skalės apklausos),
- kokybinius emocinių būsenų identifikatorius (pvz., ar erdvė kelia susidomėjimą, nuobodulį ar saugumo jausmą), kurie vėliau transformuojami į kiekybinius dydžius statistinei analizei atlikti.

Šiuolaikiniuose pastatų vertinimo standartuose, tokiuose kaip „WELL Building Standard“, jau analizuojama emocinė gerovė apšvietimo, garso, oro kokybės ir želdynų aspektais. Emocinių ir afektinių veiksnių integravimas į investicinę analizę leidžia holistiškai įvertinti projektų vertę ne tik funkcionaliai ir ekonomiškai, bet ir pagal poveikį žmogaus savijautai. Toks požiūris padeda priimti sprendimus, kurie ilgainiui kuria didesnę socialinę ir ekonominę grąžą.

1.5.4. Balso analizės kriterijų vertinimo sistema

Emocijos yra esminės žmogaus pažinimo dalys ir turi tiesioginę įtaką racionaliam sprendimų priėmimui. Tyrimai atskleidžia, kad emocijos yra stiprūs, persmelkiantys, nuspėjami, kartais žalingi, o kartais naudingi (Lerner et al., 2015) dominuojantys prasmingiausių gyvenimo sprendimų varikliai (Ekman, 2004; Lazarus, 1991a; Scherer ir Ekman, 2009). Naujausių technologijų ir emocijų sąveika gali ne tik pagerinti savęs suvokimą, bet ir tarpusavio bendravimą (Picard, 2010). Emocijų išraiška apima veido išraiškas, kūno kalbą ir balsą, o jų santykis kinta priklausomai nuo tiriamos aplinkos. Žmonės vienu metu išreiškia emocijas veido išraiškomis ir kūno gestais. Ambady ir Rosenthal (1992) nuomone, veido išraiškos ir kūno gestai yra svarbiausia vaizdinė informacija emocijoms atpažinti. Dabartiniai tyrimai orientuoti į veido išraišką (Li ir Xu, 2020; Revina ir Emmanuel, 2021; Zhu et al., 2022) ir kūno gestus (Hwang et al., 2006; Noroozi et al., 2018; Xinyi et al., 2020), o su balsu susijusių tyrimų yra nedaug.

Balso analizė pagal savo pobūdį yra labai jautrus matavimas. Garso kokybę lengvai paveikia įvesties ir triukšmo lygis, įrangos kokybė, naudojami suspaudimo metodai ir išoriniai dirgikliai, kuriuos patiria kalbantieji. Atsižvelgiant į šiuos apribojimus LVA technologija gali aptikti visą spektrą tikrų emocijų, tokių kaip stresas, liūdesys, džiaugsmas, pyktis, diskomfortas, sumišimas ir kitų emocijų / pažinimo būsenų, kurių kalbėtojas gali neišreikšti išoriškai vartodamas žodžius ar išreikšta intonacija. LVA technologija išsiskiria gebėjimu įsigilinti į negirdimas ir nekontroliuojamas balsų savybes, atskleisdama emocinius elementus, leidžia analizuoti realybę, efektyviai valdyti rizikas, taupyti išteklius ir kartu išlikti nešališka, be kultūrinių, lyties, amžiaus ar kalbos veiksnių įtakos.

LVA sistema pradinio analizės etapu fiksuoja 151 biologinį žymenį iš balsų duomenų, klasifikuojamų į penkias pagrindines grupes: streso, energijos, emocinę, loginę ir psichinės būsenos rodiklius (Emotion logic, 2023). Į pastarąją kategoriją įtraukiamos ilgiau trunkančios ir pagal apibrėžimą stabilumu pasižyminčios reakcijos, tokios kaip sumišimas, susikaupimas, nerimastingumo apraiškos ir susijaudinimo būsenos. Išskyrus biologinius žymenis LVA sistema apskaičiuoja „objektyvias emocijas“, kurių objektyvumo kriterijus nustatomas lyginant su reprezentatyvios populiacijos emocijų būsenų duomenimis. Emocinė būseną įvertinama kiekybiškai, naudojant standartizuotą 30 balų skalę (nuo 0 iki 30), kuri atspindi emocinės būsenos intensyvumą. Kitu žingsniu sistema nustato įprastą kalbėtojo balsų biologinių žymenų ribas konkrečiu momentu. Visi nuokrypiai nuo šių nustatytų normalių būsenų naudojami „subjektyviems matavimams“ apskaičiuoti. Šie matavimai gali svyruoti nuo 30 % iki 300 %, čia 100 % – įprasta kalbėtojo būseną, o bet koks nukrypimas apibūdina esamo balsų pokyčius nuo pradinės linijos (Emotion logic, 2023).

Kalbos ir balsų analizės sistema, ignoruodama semantinę turinį, analizuoja gilesnius balsų signalus ir sąmoningai pasireiškiančias emocines išraiškas.

Sistema orientuojasi į giluminius balso sluoksnius, kuriuose atsispindi autentiškos psichoemocinės būsenos. LVA psichoemocinių komponentų sistema remiasi kompleksine balso analizės metodologija, integruojančia keturis pagrindinės analizės modulius, skirtus ir autentiškoms psichoemocinėms būsenoms identifikuoti bei elgsenos modeliams interpretuoti. Į LVA sistemą integruotas emocinių reakcijų porų analizės modulis atlieka bazinių psichoemocinių būsenų identifikavimo funkcijas. Šis modulis leidžia tyrėjui gauti objektyvų ir sisteminių momentinės psichoemocinės būsenos vaizdą, pagrįstą priešingų emocinių polių dinamikos analize. LVA melo tipų sistema analizuoja šešis fundamentalius melo tipus (puolamąjį, ginamąjį, baltąjį, gėdos, patogumo ir juoko), kurių kiekvienas pasižymi unikaliu balso charakteristikų rinkiniu: tembru, dažniu, garsumu, artikuliacija, rezonansu (Emotion Logic Hub, 2025). Taikant standartizuotus protokolus, sistema leidžia objektyviai nustatyti apgaulės motyvaciją ir intensyvumą, atskleidžiant apgaulės strategijas ir mechanizmus. Išplėstinė apgaulės modelių (įžeidžiantis melas, apgaulės grandinė, didelės baimės melas, gėdos melas, fokusuojamo taško melas, SOS melas, jauduliu parentas melas, savikritikos melas ir bendro kraštutinio atvejo melas) diagnostika LVA sistemoje realizuojama atliekant sisteminę balso parametrų analizę, kurios metu identifikuojami elgsenos šablonai ir kompleksinės apgaulės struktūros. Pasikartojantys rodikliai konkrečiomis temomis atskleidžia emocinius stilius ir elgsenos tendencijas, suteikiančias reikšmingų išvalgų apie kalbėtoją. Nustatytos emocinio stiliaus koreliacijos – energingas–logiškas, energingas–emocinis, stresas–emocinis ir stresas–logiškas LVA sistemoje leidžia identifikuoti ne tik momentines emocines būsenas, bet ir ilgalaikes asmenybės charakteristikas bei elgsenos modelius (Emotion logic, 2023).

Žmogaus balsas perteikia platesnę psichoemocinę informaciją nei vien žodinis turinys. Balso charakteristikos leidžia identifikuoti tiek teigiamas (džiaugsmą, susijaudinimą, pasitenkinimą), tiek neigiamas (baimę, įtampą, nerimą) emocines būsenas. Remiantis emocijų vertinimo teorija, emocinės reakcijos formuojasi individui kognityviai įvertinus situaciją ir jos pasekmes, o reakcijos intensyvumas tiesiogiai priklauso nuo stimulo stiprumo.

1.5.5. Automatinės veido išraiškų analizės naudojant *FaceReader* programinę įrangą

Automatizuota veido išraiškų atpažinimo programinė įranga *FaceReader* (sukurta „Noldus IT“) leidžia objektyviai nustatyti ir kiekybiškai įvertinti žmonių emocines reakcijas. Tai plačiai pripažintas metodas, pritaikytas daugelyje mokslinių tyrimų (1.1 lentelė). *FaceReader* automatiškai atpažįsta veido išraiškas realiuoju laiku ir priskiria jas tam tikroms emocijų kategorijoms, suteikdama galimybę tyrėjams greitai gauti duomenis apie emocinę būseną ir reakcijas aplinkoje.

FaceReader programinė įranga geba aptikti šešias pagrindines emocijas – džiaugsmą, liūdesį, pyktį, baimę, nuostabą ir pasibjaurėjimą – bei neutralią veido išraišką remiantis visuotinių emocijų teorija (P. Ekmano klasifikacija) (Meng et al., 2020). Algoritmas buvo apmokytas naudojant didelę veidų vaizdų duomenų bazę, siekiant išmokinti atpažinti kiekvienai emocijų kategorijai būdingus bruožus ir raštus (noldus.com, 2024). Be kategorinių emocijų, *FaceReader* taip pat apskaičiuoja emocinio valentingumo (teigiama / neigiama emocijos kryptis) ir susijaudinimo lygio (angl. *Arousal*) rodiklius pagal dvimatį valentingumo–sužadavimo modelį (noldus.com, 2024). Šie rodikliai padeda įvertinti bendrą stebimo asmens emocinę būseną, pavyzdžiui, ar emocija yra maloni ir rami, ar nemaloni ir intensyvi. Vienas svarbiausių *FaceReader* pranašumų – integruotas veido raumenų judesių (FACS sistemos) atpažinimas. Programa identifikuoja apie 20 veido veiksmų (angl. *Action Units*), tokių kaip antakių pakėlimas / nuleidimas, akių užmerkimas ar burnos atvėrimas (noldus.com, 2024). Taip pat užfiksuojamos tam tikros bendros veido savybės: ar asmuo nešioja akinius, preliminarūs lyties ir amžiaus spėjimai, galvos padėtis ir žvilgsnio kryptis (noldus.com, 2024). Ši nuodugni informacija suteikia galimybę ne tik žinoti emocijos tipą, bet ir suprasti, kokie konkretūs veido pokyčiai lėmė tą emocinę išraišką. Svarbu pažymėti, kad *FaceReader* nėra veidų atpažinimo (tapatybės nustatymo) sistema – ji nesaugo ir nelygina veidų su jokiais registro duomenimis, todėl negali identifiкуoti konkretaus asmens (noldus.com, 2024). Toks sprendimas susijęs su privatumo užtikrinimu ir etikos reikalavimais. Be to, programinė įranga veikia analizuodama vieną asmenį vienu metu: norint gauti tikslų rezultatą, tiriamasis turi būti filmuojamas iš priekio, esant pakankamam apšvietimui (vengiant stiprių šešėlių ar atspindžių) (noldus.com, 2024).

1.1 lentelė. *FaceReader* programinės įrangos naudojimas kituose moksliniuose tyrimuose (sudaryta autoriaus)

Table 1.1. Use of the *FaceReader* software in other research (compiled by the author)

Autorius	Tyrimo sritis	Tyrimo tikslas / rezultatai
Hu et al., 2019	Miesto aplinkos akustika (garso peizažai)	Tyrė miesto aplinkos garso peizažų poveikį emocijoms. Tyrėjai padarė išvadą, jog emocijų atpažinimas veide gali būti taikomas garso peizažų kokybei vertinti.
Meng et al., 2020	Miesto aplinka (triukšmo suvokimas)	Nagrinėjo miesto garsų (eismo triukšmo, gamtos, gyvenamųjų zonų garsų) poveikį veido išraiškoms. Emocijų duomenys padėjo nustatyti, kurie garso įrašo intervalai geriausiai koreliuoja su subjektyviu akustinio komforto vertinimu, patvirtinant, kad <i>FaceReader</i> yra veiksminga priemonė užstatytos aplinkos garso poveikiui tirti.

I.1 lentelės tęsinys

Autorius	Tyrimo sritis	Tyrimo tikslas / rezultatai
Liu et al., 2021	Aplinkos psichologija / sveikata (demencija)	Tyrė garso intervencijų poveikį demencija sergančių senyvo amžiaus žmonių emocijoms, taikydami <i>FaceReader</i> viešojoje slaugos namų erdvėje. <i>FaceReader</i> gauti objektyvūs emocijų duomenys sutapo su savarankiško emocinės būsenos vertinimo (SAM skalė) tendencijomis, duomenys patvirtino garso terapijos naudą demencijos gerovei.
Kaklauskas et al., 2019b	Užstatytos aplinkos analizė (miesto stebėseną)	Sukūrė <i>Affect-Based Built Environment Video Analytics</i> sistemą (BEST) – integruotą metodą, jungiantį objektyvius biosensorinius duomenis ir subjektyvius žmogaus analizės miesto erdvėse. BEST sistema sėkmingai suteikė suinteresuotiems asmenims naudingą informaciją apie emocinį aplinkos vertinimą realiuoju laiku, sudarydama sąlygas atsižvelgti į gyventojų emocijas užstatytos aplinkos priežiūros ir valdymo srityje.
Yu ir Ko, 2017	Dizaino tyrimai / marketingas	Tyrė naudotojų emocijas, žiūrėdami skirtingo stiliaus grafinius dizainus, taikydami <i>FaceReader</i> emocijų atpažinimą. Autoriai pabrėžė, jog <i>FaceReader</i> – veiksmingas metodas dizaino ir rinkodaros tyrimuose, ypač derinant jį su dalyvių apklausomis siekiant gauti išsamesnius paaiškinimus.
Berčík et al., 2025	Neuromarketingas / mažmeninė prekyba (kvapų marketingas)	Lygino naudotojų emocines preferencijas dviejose šalyse, reaguojant į kepinų aromato asociacijas, pasitelkę <i>FaceReader</i> kaip neuromarketingo metodą. Gauti rezultatai rodo kultūrinius skirtumus uoslės marketinge ir patvirtina, kad <i>FaceReader</i> gali aptikti subtilius emocinius niuansus, padedančius parinkti tinkamiausius kvapus skirtingoms rinkoms.
Sahraie et al., 2024	Švietimas (e. mokymosi aplinka)	Nagrinėjo studentų emocijas e. mokymosi metu, taikydami <i>FaceReader</i> emocinėms išraiškoms stebėti. Tyrimas pabrėžė, kad vien tik daugialypės medžiagos naudojimas (pvz., skaidrės, video-) nepakanka emociniam įsitraukimui – būtinas aktyvus interaktyvumas, skatinantis teigiamas emocijas ir geresnius mokymosi rezultatus.
Kaklauskas et al., 2021	Užstatyta aplinka (viešosios erdvės planavimas)	Analizavo žmonių emocijas viešosiose miesto erdvėse siekdami patobulinti planavimo sprendimus. Tyrime pasiūlyta metodika sujungė emocinius duomenis (gautus, be kita ko, ir <i>FaceReader</i> veidų analizės būdu) bei aplinkos vizualinius duomenis su GIS technologijomis vertinant miesto erdvių kokybę.

1.1 lentelės pabaiga

Autorius	Tyrimo sritis	Tyrimo tikslas / rezultatai
Skiendziel et al., 2019	Emocijų tyrimų metodologija	Patikrino <i>FaceReader</i> 7 automatinės emocijų ir veido veiksmų atpažinimo konvergentinį validumą lygindami su rankiniu FACS kodavimu. <i>FaceReader</i> pakankamai gerai suderinamas su klasikiniu FACS analizės metodu tipinėms išraiškoms, tačiau tam tikrų veido judesių atpažinimo tikslumas yra ribotas. Tai pabrėžia, jog automatizuotas veido kodavimas gali žymiai pagreitinti emocijų tyrimus, nors sudėtingesnių ar mišrių emocijų atveju dar reikalinga žmogaus priežiūra.
Lewinski et al., 2014	Psichologija / neuroekonomika	Validavo <i>FaceReader</i> tikslumą atpažįstant bazines emocijas ir veido veiksmų vienetus (FACS). <i>FaceReader</i> 6.0 vidutiniškai teisingai klasifikavo ~88 % emocijų veidų išraiškų. Geriausiai atpažinta emocija – džiaugsmas (~96 % tikslumas), prasčiausiai – pyktis (~76 %). Panašų tikslumą pasiekė ir žmogaus vertintojai, todėl daroma išvada, kad <i>FaceReader</i> pajėgus automatiškai atkurti žmogaus emocijų kodavimą beveik žmogaus lygmeniu. Taip pat pažymėta, jog papildžius programą FACS kodavimo galimybėmis, jos patikimumas dar labiau priartėtų prie ekspertų vertinimų.

FaceReader sukurta remiantis veido raumenų judesių kodavimu (FACS) ir Ekmano universaliųjų emocijų teorija, todėl jos klasifikacijos atitinka psichologijoje nusistovėjusias emocijų kategorijas (Meng et al., 2020). Metodo patikimumas plačiai patvirtintas įvairiuose validavimo tyrimuose. Pavyzdžiui, Lewinski et al. (2014) atliko programos tikslumo analizę naudodami dvi viešai prieinamas veido išraiškų duomenų bazes ir nustatė, kad programinė įranga teisingai atpažino apie 88 % tikslų emocijų pavyzdžių, o tai praktiškai prilygo žmogaus vertintojų rezultatams (apie 85 %). Tačiau nepriklausomi tyrimai rodo, kad realiose situacijose tikslumas gali būti mažesnis priklausomai nuo apšvietimo, etninės grupės ypatybių ir kitų veiksnių. Pavyzdžiui, nustatyta, kad Rytų Azijos asmenų emocijų atpažinimo tikslumas siekia apie 71 % (Meng et al., 2020). Siekiant holistiškai įvertinti žmogaus patirtį, programos pateikti duomenys visada turi būti vertinami atsižvelgiant į kontekstą, nes ta pati veido išraiška skirtingomis aplinkybėmis gali reikšti skirtingas vidines būsenas.

Dėl gebėjimo objektyviai fiksuoti emocines reakcijas *FaceReader* vis plačiau naudojama architektūros, nekilnojamojo turto projektų ir užstatytos aplinkos vertinimo tyrimuose. Vienas pavyzdžių – miesto garso aplinkos tyrimai. Meng et al. (2020) nagrinėjo, kaip įvairūs miesto garsai (eismo triukšmas, gamtos garsai,

žmonių veiklos garsai) veikia stebėtojų emocijas, naudodami *FaceReader* programą realiojo laiko veido išraiškoms fiksuoti. Jų tyrimas parodė, kad automatizuota veido analizė gali atskirti skirtingų garsovaizdžių sukeltas emocines reakcijas. Pavyzdžiui, gamtiniai garsai sukėlė statistiškai reikšmingai pozityvesnes veido išraiškas (aukštesnis valentingumas) nei intensyvus eismo triukšmas. Mokslininkai taip pat nustatė, jog veido išraiškų valentingumo pokyčiai laikui einant koreliuoja su subjektyvia garso komforto ar triukšmingumo įvertinimo dinamika. Kituose tyrimuose *FaceReader* taikomas architektūrinės aplinkos (pvz., apšvietimo, dizaino sprendimų) poveikiui įvertinti. Zhang et al. (2023) laboratoriniame eksperimente tyrė, kaip uždaros patalpos apšvietimo parametrai (skirtinga šviesos spalvinė temperatūra ir intensyvumas) veikia žmonių emocijas. Objektīvūs *FaceReader* duomenys glaudžiai sutapo su pačių dalyvių subjektyviais emocinės būsenos vertinimais. *FaceReader* pasitelkiama ir užstatytos aplinkos erdvės planuoti. Nauji metodai integruoja veido išraiškų atpažinimą su kitomis technologijomis, siekiant holistinio miesto erdvių vertinimo. Zhang et al. (2022) sukūrė realiojo laiko kraštovaizdžio vertinimo sistemą, kuri sujungia veidų emocijų atpažinimą ir vaizdų semantinę analizę. Šio tyrimo rezultatai atskleidė, kad tam tikri želdynų elementai (pvz., žolės plotas) labai didina teigiamas žmonių emocijas miesto erdvėse. Tokios išvalgos naudingos planuotojams.

Atsižvelgiant į minėtus pavyzdžius, *FaceReader* gali svariai papildyti investicinių NT ir sukurtos aplinkos projektų vertinimą. Tradiciškai investavimo objektai (pvz., naujo pastato statyba, viešosios erdvės atnaujinimas) vertinami ekonominiais rodikliais, techniniais sprendimais ir prognozuojama socialine nauda. Įtraukiant veido išraiškų analizę, galima pridėti dar vieną emocinio poveikio matmenį, kuris padeda suprasti, kaip būsimas projektas bus priimamas žmonių. Pavyzdžiui, dar planuojant architektūrinį projektą, galima rengti virtualiosios realybės pristatymus ar vizualizacijas potencialiems naudotojams (praeiviams, gyventojams, pirkėjams) ir naudoti *FaceReader* jų veido reakcijoms sekti. Jei matoma, kad tam tikri dizaino sprendiniai sukelia neigiamas emocijas (pvz., nustebimą, sumišimą ar nepasitenkinimą išreiškiančias grimasas), tai yra signalas projektuotojams peržiūrėti sprendimą dar ankstyvuoju etapu. Atvirkščiai, teigiamos emocinės reakcijos (šypsena, malonus nustebimas) gali indikuoti projekto patrauklumą, didesnę tikimybę, kad erdvė bus mėgstama lankytojų ar produktas geidžiamas pirkėjų.

FaceReader suteikia investicinių projektų vertintojams galimybę pamatyti, kaip jaučiasi žmonės, o ne vien išgirsti, ką jie sako. Ši technologija paremia holistinį užstatytos aplinkos vertinimą, įtraukdama emocinės ir afektinės kokybės kriterijų šalia ekonominių, techninių ir estetinių rodiklių. Toks daugiakriteris vertinimas atitinka šiuolaikinį požiūrį, kad sėkminga aplinka yra ne tik funkcionali ar pelninga, bet ir emociškai palanki žmogui.

1.6. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas

1. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad užstatytos aplinkos vertinimo metodai remiasi objektyviais kiekybiniais ir kokybiniais kriterijais, tačiau nepakankamai integruoja subjektyvius emocinius ir afektinius aspektus, lemiančius investicinių sprendimų kokybę ir objektų rinkos sėkmę.
2. Miesto planavimo modelių literatūros analizė atskleidė teorinę evoliuciją nuo ekspertinio sprendimų priėmimo prie dalyvaujamojo planavimo, apimančio komunikacinį, derybų, advokacinį ir transaktyvųjų modelius, kurių praktinis taikymas į sprendimų priėmimą įtraukia bendruomenes ir socialiai pažeidžiamas grupes. Praktinėje perspektyvoje šiuolaikinis planavimas integruoja dirbtinio intelekto technologijas, emocijų ir afektinių duomenų analizę bei jutiklių sistemas, transformuodamas planavimą iš techninės praktikos į socialiai jautrų, empiriškai pagrįstą procesą, mažinantį teritorinę segregaciją ir socialinę atskirtį.
3. Nekilnojamojo turto investicijų vertinimas atliekamas trimis lygmenimis: 1) makroaplinkos lygmeniu PESTEL analizė (politiniai, ekonominiai, socialiniai, technologiniai, aplinkosauginiai, teisiniai veiksniai) formuoja bendrą investicinės aplinkos kontekstą; 2) mezoaplinkos lygmeniu nacionalinė politika, finansavimo priemonės ir skaitmeninė infrastruktūra sukuria ryšį tarp objektyvių aplinkos charakteristikų ir subjektyvių gyventojų emocijų reakcijų; 3) mikroaplinkoje konkrečios objekto savybės (aplinkos kokybė, infrastruktūros prieinamumas, išmaniųjų technologijų integravimas) tiesiogiai lemia naudotojų elgseną ir investicinius sprendimus. Tačiau emociniai ir afektiniai kriterijai yra retai analizuojami šiais trimis lygmenimis.
4. Emocijų, afektinių ir socialinių aspektų užstatytos aplinkos tvarumo vertinimo analizė atskleidė, kad tradiciniai vertinimo metodai koncentruojasi į objektyvius techninius-ekonominius parametrus, tačiau nepakankamai integruoja subjektyvius emocinius ir afektinius veiksnius. Mokslinė literatūra patvirtina, kad gyventojų emocinės ir afektinės reakcijos į užstatytą aplinką ne tik formuoja elgsenos modelius ir pasitenkinimą, bet ir tiesiogiai koreliuoja su ekonomiais rezultatais (investicijų grąža, objektų paklausa rinkoje).
5. Atsižvelgiant į atliktą literatūros analizę, daroma išvada, kad norint praktiškai pritaikyti emocines ir afektines reakcijas investicijoms į užstatytos aplinkos nekilnojamojo turtą vertinti, reikia:
 - a) Sukurti daugiakriterį neuromarketingo INVERT metodą investiciniams projektams vertinti, kuris apima tradicinius nekilnojamojo

turto vertinimo aspektus, taip pat emocinius ir afektinių būsenų rodiklius.

- b) Remiantis pasiūlytu daugiakriteriu neuromarketingo INVERT metodu sukurti investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistemą INTESA.
- c) Nekilnojamojo turto daugiakriterę analizę vizualiai pademonstruoti *Circumplex* afekto modelyje (valentingumo ir susijaudinimo dimensijos) ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemoje (Plutchiko emocijų ratas, bazinės emocijos).
- d) Sudaryti statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresinius modelius ir atlikti koreliacinę analizę.
- e) Praktiškai pritaikyti sukurtą INVERT metodą ir INTESA sprendimų palaikymo sistemą.

2

Užstatytos aplinkos holistinio vertinimo metodas ir sistema

Tyrimo metu parinktas užstatytos aplinkos holistinio vertinimo metodas ir juo remiantis suformuota sistema suteikia galimybę integruoti skirtingas vertinimo dimensijas – pastato technines-funkcines, ekonomines, aplinkosaugines, socialines ir emocines – į bendrą analizės struktūrą, užtikrinant kompleksinį statinių ir užstatytos aplinkos erdvių tvarumo bei funkcionalumo įvertinimą. Siūloma sistema remiasi daugiarūšių emocinių signalų duomenų analize, kuri objektyviai fiksuoja naudotojų psichofiziologines reakcijas į užstatytą aplinką ir leidžia spręsti iki šiol neapibrėžtas aplinkos kokybės vertinimo problemas. Metodas ir jį realizuojanti sistema ypač perspektyvūs vystant išmaniąsias, žmogaus gerovę ir aplinkos tvarumą užtikrinančias sukurtos aplinkos erdves.

Šių tyrimų tikslas – sukurti inovatyvią sistemą, kuri integruotų objektyvius daugiarūšių emocinių signalų duomenis ir subjektyvias žmonių patirtis į vieną vertinimo sistemą, leidžiančią visapusiškai įvertinti užstatytos aplinkos poveikį žmogaus emocinei, psichologinei būsenai ir elgsenai.

Šio skyriaus tematika paskelbtas mokslinis straipsnis (Kaklauskas et al. 2025) ir skaitytas pranešimas 33-oje tarptautinėje konferencijoje „Ecology & Safety“.

2.1. Daugiakriterio neuromarketingo modelio kūrimas užstatytos aplinkos investiciniams projektams vertinti

Emocinis ryšys su nekilnojamuoju turtu yra pagrįstas Damasio somatinio žymens hipoteze, teigiančia, kad sprendimų priėmimo procese taikoma ne tik racionali analizė, bet ir dalyvauja nesąmoningi emociniai procesai (Kaklauskas et al., 2012). Tradiciniai investicinio nekilnojamojo turto vertinimo metodai paprastai paremti objektyviais ekonominiais ir techniniais rodikliais, tačiau taikant minėtus metodus nepakankamai įvertinama emocinė dimensija, kuri gali turėti reikšmingą įtaką investicinių sprendimų priėmimui. Šios srities metodų pritaikymas nekilnojamojo turto ir pastatų tvarumui vertinti leidžia praplėsti tradicinę analizės lauką, apimant ne tik objektyvias charakteristikas (kainą, energinį efektyvumą, ekologiškumą), bet ir žmonių, laikomų potencialiais pirkėjais, emocines reakcijas į aplinką dėmenis (Kaklauskas et al., 2019).

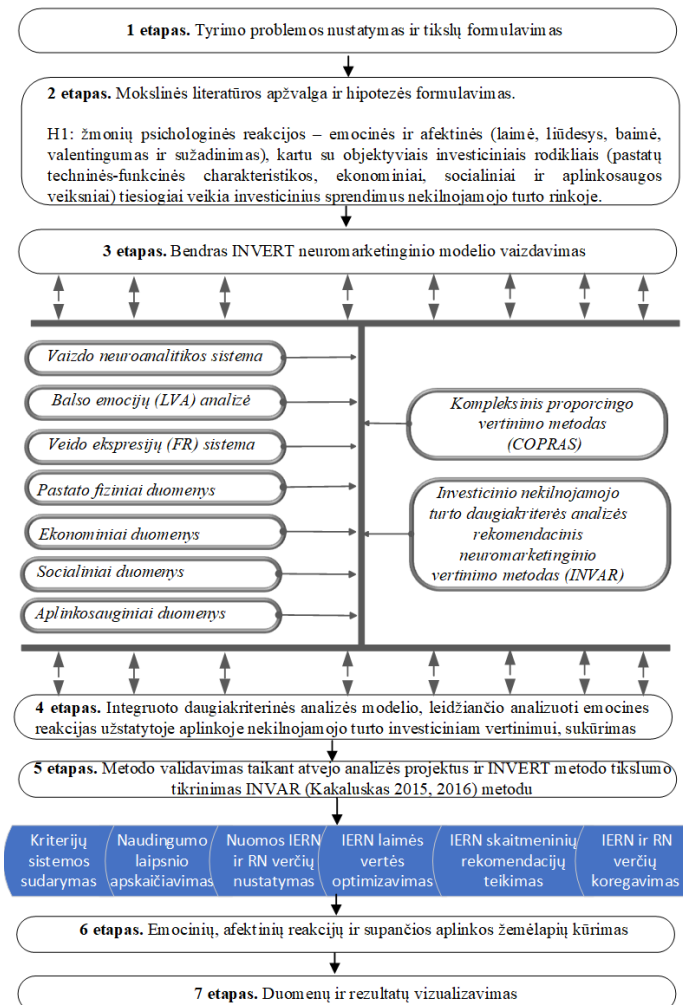
Siekiant sujungti tradicinius vertinimo metodus su emociniais ir afektiniais rodikliais, pasiūlytas **investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinis emocinio ir afektinio vertinimo metodas (INVERT)**. Siūlomo vertinimo metodo bendra struktūra atvaizduota 2.1 paveiksle. Metodas apima du esminius komponentus. Pirma, analizuojami tradiciniai tvaraus pastato kriterijų rinkiniai: pastato techniniai-funkciniai, ekonominiai, socialiniai ir aplinkosauginiai. Antra, metodologija įtraukia gyventojų, laikomų potencialiais pirkėjais, emocinių ir afektyvių būsenų reakcijų rodiklius, tokius kaip laimė, liūdesys, susidomėjimas, susijaudinimas, vaizduotė, koncentracija ar valentingumas, bei jų tarpusavio priklausomybę. Vietoj subjektyvių apklausų taikomi objektyvūs biometriniai matavimo metodai, apimantys balso emocijų ypatumus, veido išraiškų mikrodinamiką ir vaizdo neuroanalitikos sistemas. Jie leidžia tiksliai nustatyti, kokį poveikį žmogaus emocinėms reakcijoms daro specifinės aplinkos charakteristikos, pavyzdžiui, žaliosios erdvės, triukšmo lygis ir kiti aplinkos veiksniai.

Tyrimo metu buvo sukurtas užstatytos aplinkos emocijų ir afektyvių būsenų analizės (INVERT) metodas. Toliau pateikiami išsamūs šio metodo etapų aprašymai ir bendra struktūra (2.1 pav.).

1 etapas. Tyrimo problemos nustatymas ir tikslų formulavimas.

Nepaisant augančio dėmesio tvariam užstatytos aplinkos vystymuisi ir intensyvėjančių investicijų į išmaniają užstatytą aplinką, dabartiniai nekilnojamojo turto projektų vertinimo metodai orientuojasi į kiekybinius ir kokybinius kriterijus, nepakankamai integruodami žmogaus psichologinį aspektą – emocines ir afektines reakcijas. Tokia situacija lemia investicinius sprendimus, kuriuos taikant neatsižvelgiama į subjektyvią naudotojų patirtį, nors ji tiesiogiai formuoja projekto patrauklumą, naudojimo efektyvumą ir ilgalaikę eksploataciją. Tyrimo tikslas – sukurti investicijų į nekilnojamąjį turtą tvarumo vertinimo

neuromarketingo INVERT metodą, kuris realiuoju laiku analizuoja potencialių pirkėjų emocines ir afektines reakcijas (laimę, liūdesį, susijaudinimą, valentingumą) bei supančios aplinkos charakteristikas ir, remiantis analizės kompleksinio proporcingo vertinimo bei projekto naudingumo laipsnio ir investicinės vertės nustatymo metodų rezultatais, pateikia objektyvesnes personalizuotas pirkimo rekomendacijas.



2.1 pav. Užstatytos aplinkos daugiakriterės analizės rekomendacinio INVERT metodo bendra struktūra (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.1. General structure of the INVERT recommendation method for multi-criteria analysis of the built environment (compiled by the author)

2 etapas. Mokslinės literatūros apžvalga ir hipotezės formulavimas.

Išanalizuota mokslinė literatūra, apimanti žinias apie užstatytą aplinką kaip daugiadisciplinę koncepciją, integruojančią informacines technologijas, architektūros sprendimus ir žmogaus elgsenos tyrimus į vieną sistemą. Intelektualiosios aplinkos pagrindinis tikslas sukurti erdves, kurios būtų tvaresnės, energiška efektyvesnės ir žmogui palankesnės. Literatūros analizė parodė, kad ši sritis sparčiai plėtojasi ir tampa vis svarbesnė planuojant šiuolaikinę aplinką.

Šiam tyrimui pasiūlyta hipotezė paremta literatūros analize ir autoriaus intencija:

H1: žmonių psichologinės reakcijos – emocinės ir afektinės (laimė, liūdesys, baimė, valentingumas, sužadėjimas), kartu su objektyviais investiciniais rodikliais (pastatų techninės-funkcinės charakteristikos, ekonominiai, socialiniai ir aplinkosaugos veiksniai) tiesiogiai veikia investicinius sprendimus nekilnojamojo turto rinkoje.

Tyrimo hipotezei pagrįsti bus taikomas INVERT metodas, sukurtas autoriaus.

3 etapas. Bendras INVERT neuromarketingo modelio vaizdavimas, apimančias sistemingą duomenų rinkimą neuromatricose, bei biometrinių, emocinių ir afektinių bei supančios aplinkos žemėlapių kūrimą.

Šiame etape buvo surinkti ir sistemingai įvertinti septyni duomenų sluoksniai, apimantys tiek objektyvius kiekybinius rodiklius (ekonominius, techninius), tiek subjektyvius kokybinius rodiklius, neuromarketingo metodais (emocines reakcijas) transformuojamus į skaitines vertes. Surinkti ir struktūrinti duomenys apdorojami taikant daugiakriterius vertinimo metodus COPRAS ir INVAR, siekiant integruoti emocinę dimensiją į investicinių sprendimų vertinimą.

4 etapas. INVERT metodas.

Integruotos metodo sistemos kūrimas skirtas nustatyti bei padėti suinteresuotoms šalims priimti efektyvesnius, su investavimu į nekilnojamąjį turtą susijusius sprendimus. INVERT metodo struktūra parodyta grafinėje diagramoje (2.1 pav.). Sukurtas metodas apima *Circumplex* afekto ir Plutchiko emocijų modelius, emocinius ir afektinius bei supančios aplinkos duomenis, emocinių būsenų ir aplinkos žemėlapių generavimą. Taip pat įtraukti daugiakriterės analizės metodai.

5 etapas. INVERT metodo empiriniam validavimui atrinkti trys investavimo objektai, atitinkantys užstatytos aplinkos ir tvaraus vystymosi kriterijus: sporto klubas (I_a), prekybos centras (I_b) ir daugiabučių kompleksas (I_c). Objektų aprašymas ir charakteristikos pateiktos C priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx). Investicinių objektų vartotojo suvokiamos rinkos vertei nustatyti taikomas INVAR daugiakriteris metodas, aprašymas pateiktas B priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx), kuris remiasi COPRAS metodikos principais ir papildo juos emocinių reakcijų analizės duomenimis.

Investicinių projektų daugiakriterinei analizei atlikti taikomi šie žingsniai:

- Investavimo objektų vertinimo kriterijų sistemos formavimas tvarios užstatytos aplinkos kontekste (3.1 poskyris, 1 atvejo analizė).
- Alternatyvų integruotos emocinės rinkos nuomos (IERN) ir rinkos nuomos (RN) naudingumo laipsnių apskaičiavimas (3.1 poskyris, 2 atvejo analizė).
- Investicinių projektų nuomos IERN ir RN verčių nustatymas (3.1 poskyris, 3 atvejo analizė).
- Kriterijų vertės optimizavimas, siekiant patobulinti pasirinkimus, kad jie būtų vienodai konkurencingi rinkoje, palyginti su kitomis lyginamomis alternatyvomis (3.1 poskyris, 4 atvejo analizė).
- IERN skaitmeninių rekomendacijų, kaip patobulinti parinktis, teikimas (3.1 poskyris, 5 atvejo analizė).
- IERN ir RN verčių apskaičiavimas nustatant, kokias vertes turėtų pasiekti alternatyva, kad taptų geriausia iš visų svarstomų (3.1 poskyris, 6 atvejo analizė).

6 etapas. Emocinių ir afektyvių reakcijų žemėlapių sudarymas pagrįstas trečio etapo pirmais trimis duomenų sluoksniais. Neuromatricų formavimo pagrindą sudaro visi trečio etapo septyni duomenų sluoksniai, kuriais remiantis sudarytas emocinis-afektyvus ir supančios aplinkos žemėlapis.

7 etapas. INVERT duomenys ir rezultatai vizualizuojami taikant daugiakriterės analizės statistinius metodus, kiekybiškai apibrėžiančius ir analizuojančius septynis surinktų duomenų sluoksnius. Tokia vizualizacija leidžia objektyviai palyginti investavimo alternatyvas pagal daugelį kriterijų ir pristatyti rezultatus skirtingoms suinteresuotosioms šalims.

2.2. Daugiakriterių metodų taikymas investiciniams projektams užstatytoje aplinkoje vertinti

Pastatų daugialypis naudingumo vertinimas sudaro sudėtingą daugiakriterių sprendimų priėmimo problemą, kuriai spręsti MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*) metodai yra tinkamiausia priemonė (Berardi, 2015; Kabak et al., 2014). COPRAS metodas (*Complex Proportional Assessment of alternatives*) yra vienas iš reikšmingiausių MCDM metodų, suteikiančių sistemingą ir veiksmingą būdą vertinti alternatyvas bei priimti pagrįstus sprendimus (Taherdoost ir Mohebi, 2024). Šį metodą pasiūlė Lietuvos mokslininkai (Kaklauskas, 1999; Zavadskas et al., 1994). Metodas grindžiamas prielaida, kad egzistuoja tiesioginis ir proporcingas ryšys tarp alternatyvų naudingumo laipsnio ir jų reikšmingumo esant tarpusavyje susijusiems kriterijams (Taherdoost & Mohebi, 2024). COPRAS metodas sėkmingai taikomas įvairiose srityse – inžinerijoje, versle ir vertinant tvarius pastatus (Mulliner et al., 2013), efektyviai sprendžiant įvairius sprendimų priėmimo uždavinius. Metodas gali būti sėkmingai integruojamas su

kitais MCDM metodais, tokiais kaip AHP, TOPSIS ar VIKOR formuojant hibridines sprendimų priėmimo sistemas. Investicinės vertės laipsnio įvertinimo INVAR (*Degree of Project Utility and Investment Value Assessments along with Recommendations Provisions*) metodu nagrinėjamas variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas, tiesiogiai ir proporcingai priklausantis nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir svarbos dydžių (Kaklauskas, 2016). Šiame darbe investicinių projektų kompleksiniam vertinimui siūloma integruoti COPRAS (Kaklauskas, 1999; Zavadskas et al., 1994) ir INVAR (Kaklauskas, 2016) metodus.

Išsamus COPRAS ir INVAR metodų aprašymas pateikiamas B priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

2.3. Investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinė sistema

Remiantis mokslinės literatūros analize, sistemiškai išnagrinėtos kitų autorių siūlomos užstatytos aplinkos sistemos nekilnojamojo turto investicijoms vertinti. Del Giudice et al. (2019) siūlo integruotą kompleksinį vertinimo modelį, kuris geba išanalizuoti pastato charakteristikas (kainą, būsto dydį, stilių, aplinką) ir erdvės veiksnius (prieinamumą, socialinį ir ekonominį kontekstą, aplinkos kokybę, vietos tapatybę), formuojančius alternatyvių nekilnojamojo turto variantų patrauklumą. Mosallaeipour et al. (2020) pristato patikimą ekspertinę sprendimų palaikymo sistemą (angl. *Expert Decision Support System*, EDSS) nekilnojamojo turto vietos sprendimams priimti, kuri ypač naudinga ir strateginiams sprendimams priimti objektų planavimo, portfelio valdymo ir investicijų vertinimo neapibrėžtumo aplinkoje. Vertinami kriterijai apima vietos augimo potencialą, sąnaudas, pelningumą ir infrastruktūrą. Demong ir Lu (2012) siūlo rizika pagrįstą sprendimų priėmimo sistemą (angl. *Risk-Based Decision Making*, RBDM), skirtą investicijų į nekilnojamąjį turtą rizikos analizei. Sistema gali būti taikoma sprendžiant įvairius klausimus, susijusius su sprendimų priėmimu, kai rizika yra reikšmingas veiksnys. Choy et al. (2023) siūlo pakeisti tradicinius statistinius metodus mašininio mokymosi algoritmais, siekiant padidinti prognozavimo tikslumą. Dobrovolskienė et al. (2021b) prie įprastų nekilnojamojo turto vertinimo kriterijų, kurie yra aplinkosauginiai, socialiniai bei ekonominiai, siūlo prijungti technologinį aspektą. Kung et al. (2025) pristato sprendimų palaikymo modelį, grindžiamą žiedine ekonomikos strategija ir įtraukiantį tokius kriterijus, kaip organizaciniai, politiniai ir techniniai veiksniai (pvz., medžiagų perdirbimas, energijos efektyvumas). Gluszak et al. (2019) vertina išmaniųjų ir žaliųjų pastatų savybių reikšmes biurų nuomininkų sprendimų hierarchijoje, analizuodami tokius kriterijus, kaip vieta, nuomos kaina, išmaniosios ir žaliosios technologijos.

Šio skyriaus tikslas – taikant INVERT metodą sukurti sprendimų palaikymo sistemą INTESA, skirtą užstatytai tvariai aplinkai vertinti, kuri sujungia

tradicinius vertinimo kriterijus ir žmogaus emocinių atsakų analizę. Sukurta palaikymo sistema susideda iš sistemos vartotojo, vartotojo sąsajos, duomenų bazių valdymo posistemio, duomenų bazių, modelių bazių valdymo posistemio, modelių bazės, įrenginių ir vizualizacijos posistemų (2.2 pav.).

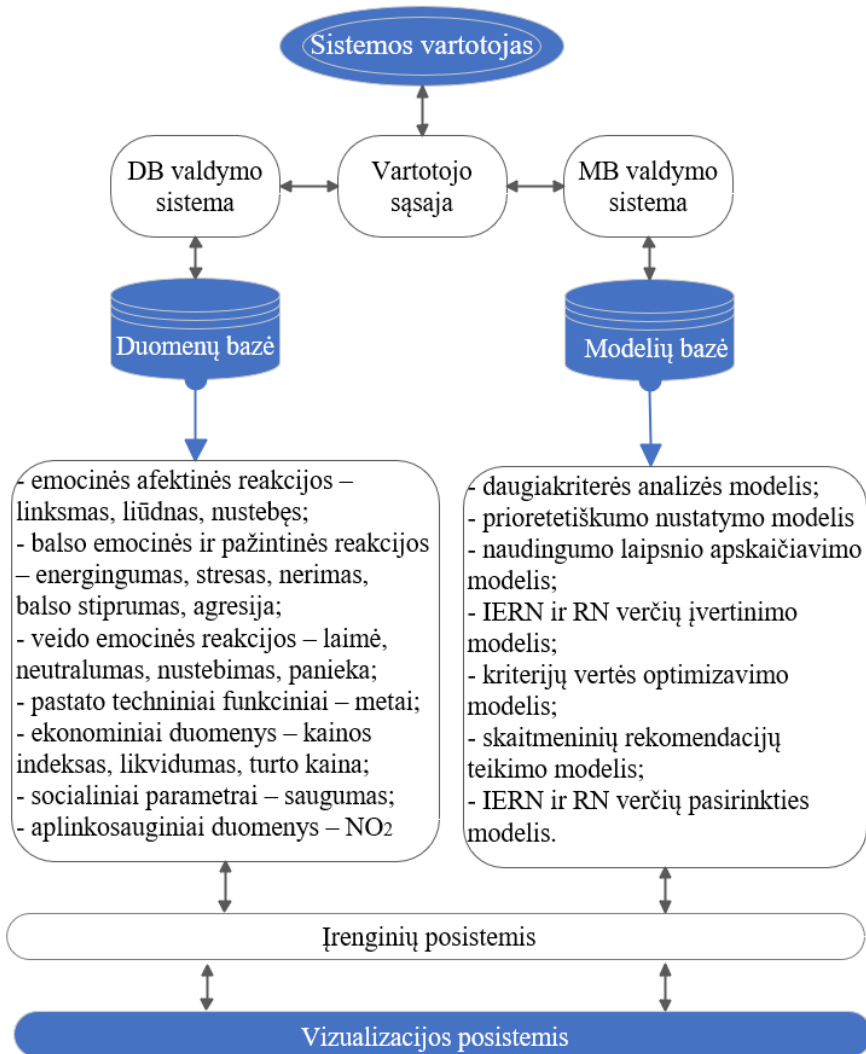
INTESA (INvesticinio Turto vertinimo spr**END**imų palaikymo Sistem**A**) yra modelis, integruojantis duomenis iš daugybės šaltinių ir apdorojantis juos taikant pažangius neuromarketingo bei dirbtinio intelekto algoritmus. Sistemos architektūra grindžiama modelių bazės valdymo principu, kuriame vieno modelio skaičiavimo rezultatai formuoja kito modelio pradinius duomenis. Tokia hierarchinė struktūra užtikrina nuoseklų analitinį procesą: pradedant emocinių kriterijų reikšmingumo nustatymu, pereinant prie alternatyvų daugiakriterės analizės ir baigiant investicinių projektų naudingumo laipsnio įvertinimu bei rekomendacijų formavimu. Sistema derina objektyvių kiekybinių ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių rodiklių vertinimą su subjektyvia kokybine emocinių reakcijų analize, užtikrindama objektyvų ir subjektyvių veiksnių matavimą. Ši metodologija labai išplečia tradicinio nekilnojamojo turto vertinimo galimybes, formuodama patikimą pagrįstų sprendimų priėmimo sistemą. Toliau detaliam analizuojama kiekvienos sistemos dalies metodologija ir jos vaidmuo bendrojoje sprendimų palaikymo architektūroje.

Duomenų bazė

Sprendimų palaikymo sistemų duomenų bazių struktūrų analizė atskleidžia jų skirtingą tinkamumą sprendžiant įvairių tipų problemas. Sprendimų palaikymo sistemos INTESA duomenų bazę sudaro septyni sistemingai struktūrinti kiekybinių ir kokybinių duomenų sluoksniai, kurių analizė leido detaliam įvertinti neuromarketingo taikymo galimybes. Kompleksinio vertinimo tikslais emociniai duomenys klasifikuoti pagal fiziologinės kilmės principą ir metodologinę specifiką:

- *1 sluoksnis* (vaizdo neuroanalitikos sistema): emocinės-afektinės reakcijos (piktas, nustebęs, išsigandęs, pasibjaurėjęs, paniekinantis, linksmas, liūdnas, susidomėjęs, nuobodžiaujantis), valentingumas ir susijaudinimas (posistemis apibūdinamas 2.3.1 poskyryje).
- *2 sluoksnis*: balso emocijos (angl. *Layered Voice Analysis*, LVA): emocinės ir afektinės reakcijos (energingumas, agresija, stresas, neapibrėžtumas, teigiamas susijaudinimas, nerimas, koncentracija, numatymas, dvejojimas, emocinė pusiausvyra, energijos suvartojimo balansas, protinės pastangos, vaizduotė, sužadindimas, bendras kognityvinis aktyvumas, emocijų ir kognityvinių procesų santykis, ypač stiprios emocinės reakcijos, emocinė aplinka, balso stiprumas) (posistemis apibūdinamas 2.3.2 poskyryje).

- 3 sluoksnis: veido emocijos (angl. *FaceReader*, FR): neutralumas, laimė, liūdesys, pyktis, nustebimas, išgąstis, pasibjaurėjimas, panieka, valentingumas, susijaudinimas (posistemis apibūdinamas 2.3.3 poskyryje);



2.2 pav. Investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinė sprendimų palaikymo sistema INTESA (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.2. Investment real estate multi-criteria analysis recommendation decision support system INTESA (compiled by the author)

- 4 sluoksnis: pastato techniniai-funkciniai duomenys (statybos metai, šildomas plotas, energijos sąnaudos, eksploatacijos paprastumas, patrauklumą didinantys objektai).
- 5 sluoksnis: ekonominiai duomenys (vidutinė metinė kvadratinio metro nuomos kaina, preliminari kvadratinio metro pardavimo kaina, NT likvidumas, turto kainos / vertės tendencijos, turto kainos indeksas).
- 6 sluoksnis: socialinius kriterijus (kaimynystės patrauklumas, saugumas ir apsauga, atstumas iki miesto centro pėsčiomis, turto pasiūlos poreikis).
- 7 sluoksnis: aplinkosauginis kriterijus (energinio naudingumo klasė, poveikis aplinkai, eismo spūstis, transporto srantai (metinis vidurkis), azoto dioksido vidutinė metinė koncentracija, žaliosios erdvės).

Toliau kiekvienas duomenų bazės sluoksnis apibūdinamas atskirai.

Pirmas duomenų sluoksnis buvo renkamas įgyvendinant Europos Sąjungos finansuojamos programos „Horizon 2020“ (H2020) ROCK projektą, Vilniuje sukūrus pažangią vaizdo neuroanalitikos ir prijungtų jutiklių infrastruktūrą, skirtą kompleksiniams užstatytos aplinkos tyrimams. MAPS (angl. *Multimodal Analytics for Public Spaces*) duomenų nuskaitymo, surinkimo ir perdavimo taškai strategiškai išdėstyti Vilniaus miesto sankryžose, prioritetą teikiant vietoms, tiesiogiai susijusioms su analizuojamais investavimo objektais. Vaizdo neuroanalitikos duomenys, skirti nuasmenintų praeivių emocijoms ir afektinėms būsenoms sukurti, buvo renkami nuo 2017 m. lapkričio iki 2023 m. sausio 1 d. Surinkta apie 370 mln. MAPS duomenų taškų. Būtina paminėti, kad MAPS sistema matuoja bendrą užstatytos aplinkos emocinį foną, kuriame yra investicinis objektas. Tai vietos kontekstiniai duomenys, kurie papildo individualių naudotojų emocines reakcijas, fiksuojamas LVA ir FR metodais.

Antras duomenų sluoksnis buvo formuojamas analizuojant garso įrašus, kuriuose nekilnojamojo turto brokeris pristato analizuojamus investicinius projektus. Brokerio buvo paprašyta apibūdinti kiekvieną analizuojamą alternatyvą investiciniu aspektu, siekiant užfiksuoti natūralias emocines reakcijas. Balso emocijų charakteristikų analizei taikyta pažangi LVA technologija kartu su *Emotion Logic* programine įranga (žr. 1.5.4 poskyrį). Ši technologija leidžia identifikuoti nesąmoningas ir sunkiai kontroliuojamas emocines reakcijas balso intonacijose. Analizuotų įrašų duomenys yra šie: sporto klubą (I_a) apibūdinančio įrašo trukmė – 04:30 min., prekybos centrą (I_b) apibūdinančio įrašo trukmė – 04:23 min., daugiabučių kompleksą (I_c) apibūdinančio įrašo trukmė – 05:21 min. Iš šių įrašų išgauti emocijų reakcijų duomenys suformavo 547 transkripto eilučių masyvą, kuris sudaro pagrindą tolesnei daugiakriteriui analizei.

Trečiasis duomenų sluoksnis formuotas analizuojant vaizdo įrašus, kuriuose tas pats nekilnojamojo turto brokeris (kaip antrajame sluoksnyje) vizualiai pristatė analizuojamus investicinius projektus. Tokiu būdu užtikrintas duomenų šaltinio nuoseklumas tarp garso ir vaizdo analizės. Veido mikroekspresijų ir emocijų

reakcijų analizei panaudota *Noldus Information Technology* kompanijos *FaceReader* 8 (FR) programinė įranga (žr. 1.5.5 poskyrį). Ši technologija nuskaityto net menkiausius veido išraiškos pokyčius, kurie dažnai nepastebimi žmogaus akimi. Analizės metu surinkti tokie duomenys: sporto klubą (I_a) apibūdinantys 1592 sąlyčio taškai, prekybos centrą (I_b) apibūdinantys 1715 sąlyčio taškų, daugiabučių kompleksą (I_c) apibūdinantys 2978 sąlyčio taškai. Šis duomenų rinkinys leidžia tiksliai identifikuoti nesąmoningas emocines reakcijas ir formuoja trečią daugia-kriterės analizės duomenų dalį.

Ketvirtas, penktas, šeštas ir septintas duomenų sluoksniai formuojami susisteminant kompleksinius užstatytos aplinkos parametrus. Šie parametrai integruoja pastato techninius-funkcinius, ekonominius, socialinius ir aplinkosauginius (FESA) kriterijus. Tyrimui panaudoti valstybiniai statistiniai šaltiniai (Statistikos departamento ir Registrų centro duomenys), savivaldybės įmonių ir tarnybų duomenų bazės („Judu.lt“, interaktyvūs miesto žemėlapiai), komercinių nekilnojamojo turto platformų informacija („Aruodas.lt“, „Kurgyvenu.lt“) ir globalių informacinių sistemų teikiami duomenys („GoogleMaps“, oro kokybės monitoringas). Įvairių šaltinių duomenų integravimas užtikrina holistinį užstatytos aplinkos charakterizavimą visuose keturiuose FESA kriterijų rinkiniuose, formuojant išsamią kiekvienos analizuojamos alternatyvos duomenų bazę.

Būtina pabrėžti, kad INVERT metodika skirta nekilnojamojo turto investicijoms vertinti ir analizuoja investicinio sprendimo emocines dimensijas, o ne galutinių naudotojų (tikslinės grupės) pasitenkinimą. LVA ir FR tyrimuose vertinamos pirmosios emocinės reakcijos į objekto vizualizaciją, pasitikėjimo ar streso lygis bei bendrasis investicinės vilties jausmas. Tokiu būdu metodika integruoja įvairius požiūrius ir užtikrina holistinį investicinio patrauklumo vertinimą, neapsiribodama siauro naudotojų segmento patirties matavimu.

Modelių bazė

Modelių bazę sudaro daugiakriteriai sprendimų priėmimo metodai (angl. *Multi-Criteria Decision Making*, MCDM), pastaraisiais metais jie tampa vis svarbesni, siekiant pagrįstai ir efektyviai priimti sprendimus įvairiose srityse. Šie metodai leidžia įvertinti ir palyginti alternatyvas remiantis skirtingais, dažnai tarpusavyje prieštaraujančiais kriterijais (Taherdoost & Madanchian, 2023). MCDM taikymas padeda struktūrinti ir racionalizuoti sprendimų priėmimo procesą, aiškiai identifikuojant optimalius pasirinkimus. Pagrindinis šių metodų pranašumas – galimybė sujungti kokybinius ir kiekybinius rodiklius, taip užtikrinant išsamią sprendimų analizę. Tačiau praktikoje dažnai kyla duomenų objektyvumo problema, kurią padeda spręsti ekspertinių vertinimų derinimas su objektyvius rodiklių svorius nustatančiais metodais. Siūlomą sprendimų palaikymo sistemą INTESA sudaro daugiakriterio sprendimų priėmimo metodų

grupė, jungianti tiek kiekybinius, tiek kokybinius vertinimo aspektus. Subjektyvūs kokybiniai rodikliai (pvz., balso analizė ar veido mikroišraiškų analizė) nusakoma objektyvias analizuojamų objektų savybes, nepriklausomai nuo subjektyvių ekspertų vertinimų. Tokios objekto savybės gali būti išreikštos tiesiogiai fiziniams matavimo vienetams (balais, procentais, santykiu ir pan.). Kiekvienas metodas turi savo pranašumų ir trūkumų, todėl metodų pasirinkimas priklauso nuo konkretaus uždavinio specifikos.

Nustatant alternatyvių investicinių projektų efektyvumą, dažnai atsižvelgiama į ekonominius, teisinius / reguliavimo, techninius, technologinius, gyvenimo kokybės, socialinius, kultūrinius, politinius ir kitus veiksnius. Todėl sprendimų palaikymo sistemos INTESA modelių bazėje turėtų būti modeliai, leidžiantys sprendimų priėmėjui išsamiai išanalizuoti galimus variantus ir priimti tinkamą sprendimą. Šią funkciją atlieka šie modelių bazės modeliai:

- COPRAS modelis (kompleksinis proporcingo vertinimo metodas) (Kaklauskas, 1999; Zavadskas et al., 1994);
- INVAR modelis (investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinis emocinio ir afektinio vertinimo metodas) (Kaklauskas, 2016).

COPRAS modelis yra pažangus daugiakriterių sprendimų terpėje. Jis siūlo efektyvią alternatyvų vertinimo ir pagrįstų sprendimų priėmimo sistemą, yra taikomas kompleksiniam proporcingumo vertinimui, leidžia atsižvelgti į maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų poveikius (žiūrėti priedą B: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

INVAR modelis yra naujas daugiakriterėje analizėje. Jis skirtas projekto naudingumo laipsniui ir investicijų vertei nustatyti, rekomendacijoms pateikti. Šio metodo išskirtinumas – jo gebėjimas ne tik įvertinti alternatyvas, bet ir pateikti skaitmenines rekomendacijas projektams tobulinti ir optimizuoti pasirinktus kriterijus siekiant gerinti projektą (žiūrėti priedą B: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

2.3.1. Vaizdo neuroanalitikos posistemis

Vykdamas Europos Sąjungos „Horizon 2020“ (H2020) projektą ROCK, dalyvaujant Vilniaus Gedimino technikos universitetui, Vilniuje buvo įdiegta vaizdo neuroanalitikos ir prijungtų jutiklių infrastruktūra, skirta praeivių reakcijoms dešimtyje miesto vietų tirti. Ši sistema vėliau buvo išplėsta kaip „Horizon Europe City“ projekto dalis, integruojant ekologinius sprendimus į vietinę miesto infrastruktūrą kuriant klimatui atsparią visuomenę (NBSINFRA).

Tyrimui sukurti vaizdo neuroanalitikos sistema rinko ir analizavo MAPS (angl. *Multimodal Analysis for Public Spaces*) duomenis realiuoju laiku. Sistema kas sekundę atliko praeivių susijaudinimo, valentingumo ir liūdesio matavimus, sistemingai kaupdama šiuos penkis duomenų sluoksnius:

- 1) emocinės būsenos (pagrindinis emocijų spektras, susijaudinimas ir valentingumas);
- 2) emocinės nuostatos (sumišimas, susidomėjimas ir nuobodulys);
- 3) fiziologinės būsenos (minios demografinė sudėtis, veido temperatūra, širdies ir kvėpavimo dažnis);
- 4) taršos duomenys (renkami iš Aplinkos apsaugos agentūros duomenų bazių);
- 5) oro sąlygos ir magnetinės audros (gauti iš Vilniaus meteorologinės stoties).

Vaizdo neuroanalitikos sistemą sudaro penki pagrindiniai komponentai:

- 1) įrangos posistemis: „FaceReader 8“ su nuotoliniu fotopletizmografijos modeliu emocijų analizei; infraraudonųjų spindulių kamera FLIR A35SC temperatūrai matuoti; kvėpavimo jutiklis X4M200; IP kamera H.64 žmonių srautams skaičiuoti;
- 2) išmanioji duomenų bazių valdymo sistema;
- 3) išmanioji duomenų bazė, kurioje saugomi surinkti penkių sluoksnių duomenys, rekomendacijų duomenys;
- 4) modelių bazės valdymo sistema;
- 5) išmanioji modelių bazė, kurioje veikia šie posistemiai: vaizdo neuroanalitikos; sprendimų palaikymo (DSS); skaitmeninių rekomendacijų; vertės analizės.

Integruotas duomenų rinkimas ir analizė leidžia nustatyti tūkstančius koreliacijos koeficientų tarp skirtingų parametrų, padedančių atskleisti naujas išvalgas apie nekilnojamojo turto investicijų potencialą. Sistema analizuoja duomenis, galinčius turėti reikšmingą įtaką investicijoms į nekilnojamąjį turtą ir pastatus pagal žmonių valentingumą, susijaudinimą, emocines ir fiziologines būsenas. Sprendimų palaikymo posistemis (DSS) renka išsamią informaciją apie nekilnojamąjį turtą ir pastatų tvarumo reitingus. DSS sistema taip pat leidžia modeliuoti sudėtingas problemų dalis, kaupti ir analizuoti tiek struktūrintus, tiek nestructūrintus duomenis. Vertės analizės ir skaitmeninių rekomendacijų posistemiai padeda kurti individualizuotas sprendimų palaikymo sistemas ir apskaičiuoti įvairias vertės dimensijas – rinkos, klientų suvokimo, investicinę, hedonistinę, emocinę ir utilitarinę. Sistema teikia įrodymais pagrįstas skaitmenines rekomendacijas projektams tobulinti naudodama daugiakriterę analizę, paremtą neurosprendimų matricomis.

Ši metodika buvo sėkmingai pritaikyta daugelyje tyrimų, kur praeivių emocijiniai, afektiniai ir fiziologiniai duomenys buvo analizuojami kartu su objektyviais kiekybiniais ir kokybiniais užstatytos aplinkos rodikliais, suteikiant naują dimensiją nekilnojamojo turto investicijų analizei.

Duomenų surinkimo įranga, įgyvendinant ROCK projektą, įdiegta šešiose didžiausio pėsčiųjų pralaidumo sankryžose Vilniuje. Duomenys buvo kaupiami

nuo 2017 m. lapkričio iki 2023 m. sausio 1 d. Surinkta apie 370 mln. MAPS duomenų taškų. Atvejo analizei tiriamųjų objektų empiriniams duomenims kausti atrinktos trys arčiausiai esančios sankryžos: 1) Pilies g., Šventaragio g. ir B. Radvilaitės g. sankryža; 2) Gedimino pr. ir V. Kudirkos g. sankryža; 3) Arsenalo g., T. Vrublevskio g. ir Žygimantų g. sankryža. Surinkti duomenys buvo sistemingai apdorojami, klasifikuojami pagal penkių sluoksnių metodologiją ir integruojami į bendrą duomenų bazę. Kiekvienas duomenų taškas buvo identifikuojamas pagal laiko, erdvės ir emocinio-fiziologinio atsako parametrus, taip sukuriant daugiasluoksnę informacinę struktūrą, tinkamą tolesnei analizei. Duomenų kokybei užtikrinti dėl techninių trikdžių sukelti iškreipimai, netikslūs matavimai pirmiausia buvo atpažįstami ir šalinami, o vėliau eliminuojami duomenų taškai, nukrypstantys nuo normalaus pasiskirstymo. Tokia duomenų valymo procedūra užtikrino, kad tolesnėje analizėje būtų naudojami tik patikimi ir realias emocijas atspindintys matavimai. Tokiu būdu buvo suformuotas reprezentatyvus ir patikimas duomenų masyvas, atspindintis tikras emocijas praeivių reakcijas natūraliomis miesto sąlygomis.

2.3.2. Balso emocijų matavimo ir atvaizdavimo posistemis

Emocinių būsenų raiška ir suvokimas per balso charakteristikas yra fundamentalūs žmogaus komunikacijos aspektai. Wallbott et al. (1986) teigia, kad žmonės išreiškia emocijas šaukdami, kalbėdami tyliai, žemu ar monotonišku balsu, o kraštutiniais atvejais – tylėdami. Tokia emocijų išraiška balsu gali būti naudojama informacijai perduoti ar daryti įtaką kitiems (Mayew & Venkatachalam, 2012). Kalbėdami žmonės dalijasi ne tik informacijos turiniu savo kalba, tarme ir reikšme, bet ir savo emocijomis, susijusiomis su bet kuria situacija. Juslin et al. (2005), atlikę 50-ies metų mokslinių tyrimų apžvalgą, patvirtino, kad balso modeliai atskleidžia kalbėtojo emocijas arba afektines būsenas.

Emocinė arba afektinė būseną leidžia daryti išvadas apie įvykius ar įvykių tipus, kurie sukėlė tokią būseną. Šios išvados remiasi emocijų teorija, kuri grindžiama teiginiu, kad emocijos kyla arba yra sukeltos vertinant įvykius ar situacijas (Lazarus, 1991b). Pavyzdžiui, teigiama būseną yra sukelta sėkmingo rezultato, tokio kaip sėkminga investicija į nekilnojamąjį turtą, o neigiama būseną būtų tokio rezultato priešingybė – nuostolinga investicija į nekilnojamąjį turtą.

Socialinės psichologijos tyrimai atskleidžia, kad įvairūs balso emocijų indikatoriai (pavyzdžiui, balso intensyvumas, kalbėjimo tempas, balso tembras, intonacija, tarties aiškumas ar kvėpavimo modeliai) yra taip pat tiksliai atpažįstami ir dažnai yra tokie pat efektyvūs ar net efektyvesni nei veido išraiškų požymiai (Kappas et al., 1991). Taip pat plačiai pripažįstama, kad balsą nėra lengva kontroliuoti ir kad balso kanalas „praleidžia“ daugiau informacijos nei veido užuominos (Ekman & Friesen, 1974).

Žmogaus emocijos – nuo entuziazmo iki streso ar kaltės jausmo – gali būti aptiktos naudojant daugiasluoksnės balso analizės technologiją (LVA). LVA technologija yra jautri ir patikima balso analizės programinė įranga, kuri aptinka psichologinius parametrus analizuodama balsą.

Ankstesnių mokslinių tyrimų santrauka pateikiama 2.1 lentelėje, kuri iliustruoja platų šios technologijos pripažinimą ir taikymą moksliniuose tyrimuose.

2.1 lentelė. Ankstesnių mokslinių tyrimų santrauka (sudaryta autoriaus)

Table 2.1. Summary of previous research (compiled by the author)

Autorius	Balso emocijų kompiuterinės programinės įrangos panaudojimo ir tyrimo sritys
Van Damme, 2001	Empiriniai kriminalistikos tyrimai patvirtino balso analizės efektyvumą nustatant apgaulės ir streso lygius esant 94–98 % tikslumui.
Haddad et al., 2002	Atliekant tyrimą vertintas balso streso analizatoriaus efektyvumas identifikuojant streso požymius teisėsaugos ir karinių apklausų kontekste.
Usui et al., 2008	Tyrė emocijų sinchronizaciją su robotinės komunikacijos sistema.
Elkins, 2011	Balso analizė yra patikimas emocijų ir apgaulės nustatymo metodas, tinkamas integruoti į automatizuotas saugumo sistemas ir pažangias žmogaus ir kompiuterio sąsajas.
Mayew ir Venkatachalam, 2012	Tyrimas atskleidė, kad vadovų balso analizė LVA technologija konferencinių pokalbių metu suteikia investuotojams reikšmingos informacijos apie įmonės pelningumą ir akcijų grąžą.
Hobson et al., 2012	Empirinis tyrimas patvirtino, kad LVA technologija, analizuojanti generalinių direktorių balsą konferencinių pokalbių metu, efektyviai identifikuoja klaidingą finansinę atskaitomybę.
Elkins et al., 2012	Tyrėjai vertino įrangos patikimumą nustatydami emocijas ir apgaulę šalies saugumo patikros kontekste, siūlydami integruoti balso analizę su kitomis aptikimo technologijomis.
Mayew ir Venkatachalam, 2013	Tyrė vadovų teigiamų ir neigiamų emocijų poveikį šiuolaikinei akcijų grąžai ir būsimam nenumatytam pelnui.

2.1 lentelės pabaiga

Autorius	Balso emocijų kompiuterinės programinės įrangos panaudojimo ir tyrimo sritys
X. (Shane) Wang et al., 2021	Taikydami garso analizės technologiją tyrė balso tono įtaką įtikinėjimo efektyvumui sutelktinio finansavimo platformoje <i>Kickstarter</i> vaizdo pristatymuose.
Maniar et al., 2022	Sukurta prevencinė metodologija, pagrįsta LVA technologija, skirta atskirti autentiškus ir sukčiavimo skambučius.

LVA technologija buvo sukurta 1997 m. ir nuolat tobulinama Izraelyje. Čia ji pirmiausia buvo skirta skirtingoms emocijoms matuoti, kurių kombinacija vartotojui leistų nustatyti kalbos segmentus, pasižyminčius maža ir didele melo tikimybe. LVA sudaro patentuotų signalų apdorojimo algoritmų rinkinys, kuris išskiria ir sujungia balso parametrus, siekiant identifikuoti skirtingus streso tipus ir emocines reakcijas. Programinė įranga atlieka analizę ir pateikia rezultatus balso segmento lygmeniu (Mayew & Venkatachalam, 2012). Balso segmentas yra loginis nepertraukiamo balso fragmentas, kuriame yra žodis arba sakinio dalis. Ilgi sakiniai išskirstomi į skirtingus balso segmentus, kurių trukmė gali būti nuo 0,3 sek. iki 1, 2 ar 3 sek., tačiau sistema, vadovaudamasi vidiniais algoritmais, gali formuoti trumpesnius nei maksimalios trukmės balso segmentus. LVA programinė įranga sukuria išvestį, pagrįstą skirtingais analizės sluoksniais. Bazinis sluoksnis išskiria ir sujungia neapdorotas balso charakteristikas, kitas sluoksnis sukuria pagrindinius emocinius kintamuosius, o galutinis sluoksnis, remdamasis ankstesnių sluoksnių rezultatų kombinacijomis, formuoja išvadų kintamuosius.

Daugiasluoksnės balso analizės technologijos taikymas keičiant sakinę informacijos rinkimo ir apdorojimo metodą, atskleidžia plačias pritaikymo galimybes įvairiose profesinėse srityse (2.1 lentelė). Šios technologijos integravimas suteikia galimybę išgauti vertingas įžvalgas iš sakinio turinio finansų sektoriuje, įskaitant bankų ir kredito įstaigų veiklą bei skambučių centrų operacijas. Balso analizės sprendimai gali būti efektyviai pritaikomi draudimo sektoriuje, viešo kalbėjimo įgūdžių tobulinimo procesuose bei sukčiavimo prevencijos sistemose. Reikšmingi rezultatai gali būti pastebimi psichologinio vertinimo, personalo atrankos, pardavimų proceso optimizavimo ir rinkos tyrimų srityse (Emotion logic, 2023).

Empiriniam balso analizės tyrimui atlikti pasirinkta „Nemesysco Ltd“ sukurta programinė įranga „FeelGPT Advisors“, kuri funkcionuoja kaip integrali „Emotion Logic“ platformos komponentė. Ši programinė įranga remiasi dirbtinio intelekto technologija, kuri sinergiškai jungia aptiktas emocijas su išartu turiniu, nustatydama neatitiktis tarp verbalinės išraiškos ir emocinės būsenos. Tai leidžia

sprendimus priimančioms asmenims atskleisti paslėptus jausmus. Iš plataus programinės įrangos funkcinio spektro tyrimui pasirinkta „Emotion Recap“ kategorija, kuri suteikia lankstumo duomenų rinkimo procese – galima atlikti tiek tiesioginį balso įrašymą, tiek analizuoti prieš tai įrašytus garso failus. „Emotion Recap“ posistemis atlieka kompleksinę emocijų būsenų analizę taikydamas sistemingą 17 afektinių-emocinių parametrų vertinimą, kur kiekvienas parametras matuojamas apibrėžtame kiekybiniame diapazone (žr. 2.2 lentelę).

2.2 lentelė. Emocijų būsenų reikšmės ir intervalai (sudaryta autoriaus)

Table 2.2. Meaning and intervals of emotional states (compiled by the author)

Emocija	Emocinės būsenos reikšmė	Intervalas / normalus lygis
Džiaugsmas (angl. <i>Joy</i>)	Matuoja kalbėtojo pasitenkinimo ir laimės lygį komunikacijos procese.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Liūdnas (angl. <i>Sad</i>)	Nurodo, koks kalbėtojas yra nepatenkintas arba liūdnas komunikacijos procese	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Agresija (angl. <i>Aggression</i>)	Nurodo kalbėtojo priešiško ir pykčio intensyvumo lygį, vertinant per negatyvių emocijų reakcijų ir konfrontacinės elgsenos apraiškas.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Susijaudinimas (angl. <i>Excitement</i>)	Nurodo kalbėtojo emocinio aktyvumo pobūdį ir intensyvumą, kur reikšmė žemiau 15 rodo negatyvų susijaudinimą, o virš 15 – didėjantį teigiamą susijaudinimą arba agresyvumą	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 15
Nepatenkintas (angl. <i>Dissatisfied</i>)	Nurodo kalbėtojo nepasitenkinimo lygį komunikacijos proceso metu.	Priklauso nuo programos
Energingumas (angl. <i>Energy</i>)	Esminis parametras, rodantis kalbėtojo energijos būseną: nuo 0 iki 1 gali reikšti nuobodulį, iki 5 rodo liūdesį ir nuovargį, vidutinės reikšmės tarp 5 ir 9 nurodo komfortą.	Nuo 0 iki 50. Įprastai numatoma vertė tarp 3 ir 9
Stresas (angl. <i>Stress</i>)	Nervingumo indeksas, apibūdinantis fiziologinį ir elgsenos nerimo lygį komunikacijos procese.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Neapibrėžtumas (angl. <i>Uncertainty</i>)	Nurodo kalbėtojo tikrumo lygį dėl išsakytos informacijos, kur reikšmė žemiau 15 rodo didesnę užtikrintumą, o virš 15 didėjantį neuztikrintumą ir abejones.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 15
Neramus (angl. <i>Uneasy</i>)	Matuoja kalbėtojo psichologinio nepatogumo ir įtampos lygį, stebint pastebimus susikaustymo ir diskomforto požymius.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0

2.2 lentelės pabaiga

Emocija	Emocinės būsenos reikšmė	Intervalas / normalus lygis
Koncentracija (angl. <i>Concentration</i>)	Matuoja kalbėtojo dėmesio sutelkimo ir protinio įsitraukimo lygį komunikacijos proceso metu.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Numatymas (angl. <i>Anticipation</i>)	Matuoja kalbėtojo lūkesčių lygį, pasireiškiantį per numatomas būsimas pasekmes ir tikėtinas pašnekovo reakcijas. Rodiklis gali atspindėti tiek autentišką įsitraukimą į pokalbį, tiek sąmoningą bandymą manipuliatyviai išgauti norimą atsaką iš pašnekovo.	Nuo 0 iki 30. Normali vertė nuo 0 iki 10
Dvejotimas (angl. <i>Hesitation</i>)	Nurodo, kaip patogiai kalbėtojas jautėsi pasisakydamas. Žemiau 14 rodo didesnę nei įprastą patogumą, virš 17 – gailėjimąsi dėl pasakytų žodžių.	Nuo 0 iki 30. Normali vertė tarp 14 ir 17
Mąstymas (protinės pastangos), (angl. <i>Mental effort</i>)	Matuoja kalbėtojo intensyvaus mąstymo ir protinių pastangų įsitraukimo lygį.	Nuo 0 iki 4, normali vertė yra 1
Vaizduotė (angl. <i>Imagination</i>)	Matuoja kalbėtojo mąstymo procesą, kai jis arba prisimena informaciją iš atminties, arba vizualizuoja tam tikrą vaizdą.	Nuo 0 iki 30, normali vertė yra 0
Sužadınimas (angl. <i>Arousal</i>)	Matuoja kalbėtojo gilų susidomėjimą pokalbio tema arba padidėjusį dėmesingumą pokalbio partneriui, kai nuo 0 iki 5 – be susijaudinimo arba mažas susijaudinimas, didesnė nei 5 – susijaudinimo lygis didesnis nei įprastai.	Nuo 0 iki 30. Įprastai numatoma vertė tarp 0 ir 5
Bendras kognityvinis aktyvumas (angl. <i>Overall Cognitive Activity</i>)	Apibendrina emocinius ir loginius smegenų procesus, atspindėdamas bendrą psichikos veiklos intensyvumą. Iki 400 – žemas, nuo 400 iki 800 – normalus, nuo 801 iki 1200 – aukštas, virš 1200 – itin didelis.	Neribotas. Įprastai tarp 400 ir 800
Atmosfera (angl. <i>Atmosphere</i>)	Matuoja bendrą kalbėtojo teigiamą ir neigiamą nuotaikos tendenciją, kur teigiamos reikšmės parodo teigiamą toną, neigiamos – neigiamą.	Nuo –30 iki 30. Emocijų nebuvimas – 0

Daugiasluksnės balso analizės programinės įrangos funkcionalumas remiasi penkių etapų procesu: 1) garso failo įkėlimas, kurio metu „FeelGPT“ apdoroja esamą įrašą; 2) kalbos konvertavimas į tekstą, kurio metu sistema transkribuoja

pokalbį, išlaikydama garso vientisumą; 3) emocijų analizė, kurios metu LVA technologija iš balso modelių išskiria emocinius žymeklius; 4) dirbtinio intelekto interpretacija – aptiktos emocijos susiejamos su ištartais žodžiais; 5) išvalgų generavimas – veiksmingos informacijos pateikimas struktūrintoje ataskaitoje. Kalibravimo etape, kuris trunka apytiksliai 0,5 sekundės, sistema automatiškai nustato ir išmatuoja bazines tiriamojo asmens balso charakteristikas, kurios vėliau naudojamos kaip etaloninis palyginimo taškas. Po sėkmingo kalibravimo LVA sistema pradeda realiojo laiko balso analizę, kurios metu balso srautas skaidomas į ne ilgesnius nei 3 sekundžių trukmės segmentus. Šie segmentai sistemai lyginami su kalibruojant nustatytu etalonu, remiantis gautais duomenimis generuojamos emocijomis grįstos išvalgos. Atsižvelgiant į individualias kalbančiojo balso ypatybes, gaunama personalizuota ir tiksli balso charakteristikų analizė. Analizės procese gauti duomenys pateikiami programinės įrangos vartotojo sąsajoje. Sistema automatiškai generuoja standartizuotu skaitmeniniu formatu išreikštus rezultatus, kuriuos vartotojai gali eksportuoti ir išsaugoti lokaliaje kompiuterio atmintyje toliau analizuoti ar dokumentuoti. Toks duomenų apdorojimo ir pateikimo metodas užtikrina efektyvų rezultatų prieinamumą ir galimybę juos integruoti į kitas analitines sistemas ar tyrimo dokumentaciją.

2.3.3. Veido mikroišraiškų matavimo ir atvaizdavimo posistemis

Šiame tyrime naudota *FaceReader* programinė įranga veido mikroišraiškams ir emocijoms analizuoti. Toliau pateikiamas metodologinis aprašymas, kaip buvo renkami veido mikroišraiškų duomenys.

FaceReader programinė įranga buvo pasirinkta dėl jos gebėjimo automatiškai analizuoti šešias pagrindines veido išraiškas: laimę, liūdesį, pyktį, nuostabą, baimę ir pasibjaurėjimą, taip pat neutralią būseną ir panieką. Programa naudoja pažangią 3D veido modeliavimo techniką su daugiau nei 500 kontrolinių taškų veide, leidžiančių tiksliai aptikti ir analizuoti veido raumenų judesius realiuoju laiku.

Prieš pradėdant tyrimą, įranga buvo sukonfigūruota taip:

- Aukštos kokybės internetinė kamera buvo pritvirtinta tiesiai virš kompiuterio ekrano, kad būtų užtikrintas optimalus frontalinis veido vaizdas.
- Kruopščiai parinktas apšvietimas, šviesos šaltiniai buvo išdėstyti priešais veidą, vengiant stiprių šešėlių ar foninio apšvietimo.
- Patalpa buvo parinkta su neutraliu fonu ir kontroliuojamu apšvietimu, sumažinant pašalinius aplinkos veiksnius.

Tiriamasis tinkamai informuotas apie tyrimo eigą: tiriamajam buvo pateikta aiški informacija apie tyrimą ir gautas jo sutikimo dokumentas; tiriamasis buvo supažindintas su tyrimo aplinka ir bendra procedūra; tiriamojo buvo paprašyta

pašalinti didesnius aksesuarus (akinius, jei įmanoma), kurie galėtų trukdyti atpažinti veidą; tiriamasis buvo pasodintas 60–70 cm atstumu nuo kameros užtikrinant, kad veidas būtų aiškiai matomas ir tinkamai apšviestas.

Duomenų rinkimo procedūra buvo vykdoma etapais:

1. Kalibravimas, kurio metu *FaceReader* programa prisitaikydavo prie individualių veido bruožų, pagerinant emocijų atpažinimo tikslumą.
2. Stimulų pateikimas. Tiriamajam buvo pateikiama stimuliuojanti medžiaga, sukurta sukelti įvairias emocines reakcijas: analizuojamų projektų standartizuoti pastato vidaus, išorės, pastatą supančios aplinkos vaizdo įrašai ir nuotraukos, kurie sukelia konkrečias emocijas.
3. Duomenų įrašymas. Visame procese *FaceReader* programa analizavo ir fiksavo šiuos duomenis: šešias pagrindines emocijas ir jų intensyvumą (nuo 0 iki 1); veiksmų vienetus (*Action Units*) pagal veido veiksmo kodavimo sistemą (FACS); valentingumo (teigiamos / neigiamos emocijos) ir sužadavimo (intensyvumo) rodiklius; galvos padėtį ir orientaciją.

Surinkti duomenys toliau buvo apdorojami pagal šiuos žingsnius:

- Tiriamojo emocijų duomenys buvo eksportuojami iš *FaceReader* programos toliau analizuoti.
- Duomenyse buvo identifikuojami ir pašalinami trukdžiai (pvz., momentai, kai veidas buvo iš dalies uždengtas).
- Buvo atlikta kiekybinė duomenų analizė siekiant nustatyti: vidutinį kiekvienos emocijos intensyvumą skirtingų stimulų metu; skirtingų stimulų sukeltų emocijų reakcijų skirtumus; ryšius tarp objektyvių veido išraiškų duomenų ir subjektyvių tiriamųjų atskaitos duomenų.

Ši metodologija užtikrina efektyvų ir objektyvų tiriamojo emocijų reakcijų vertinimą, fiksuojant net ir subtilias veido mikroišraiškas, kurias tradiciškai stebint būtų sunku fiksuoti. *FaceReader* emocijų atpažinimo tikslumas siekia apie 88 %, o tai atitinka patyrusių specialistų kodavimo rezultatus.

2.4. Emocinio vertinimo metodas, taikomas užstatytai aplinkai, integruojant *Circumplex* ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemas

Užstatyta aplinka sistemingai veikia žmogaus pažinimo funkcijas, sukeldama specifines emocines reakcijas, kurios lemia sprendimų priėmimo procesų efektyvumą ir kryptingumą (Andrade & Ariely, 2009; Bechara, 2000; Damasio, 2006; Lerner et al., 2015; Loewenstein et al., 2001; Naqvi et al., 2006; Winkielman et al., 2005). Empiriniai tyrimai patvirtina, kad fizinės aplinkos elementai ir architektūrinės charakteristikos daro reikšmingą poveikį žmogaus emocinėms reakcijoms ir elgsenos modeliams įvairiuose kontekstuose (Evans, 2003; Evans & McCoy, 1998; Papale et al., 2016). Siekiant sistemaiškai klasifikuoti ir analizuoti šias emocines reakcijas, moksliniuose tyrimuose taikomi plačiai pripažinti

emocijų klasifikavimo modeliai – *Circumplex* afekto modelis ir Plutchiko emocijų ratas. *Circumplex* afekto modelis, kurį išplėtojo Russell (1980), konceptualizuoja emocijas kaip išsidėsčiusias dvimatėje erdvėje pagal valentingumo (malonumo–nemalonumo) ir sužadavimo (aktyvumo–pasyvumo) ašis, suteikdamas galimybę identifikuoti ir kiekybiškai įvertinti emocinių reakcijų intensyvumą bei pobūdį. Šis modelis leidžia fiksuoti subtilias emocinių būsenų gradacijas, kurios dažnai pasireiškia sąveikaujant su užstatytos aplinkos elementais (Posner et al., 2005). Plutchiko (2001) emocijų rato modelis identifikuoja aštuonias bazines emocijas (džiaugsmą, pasitikėjimą, baimę, nuostabą, liūdesį, pasibaurėjimą, pyktį ir lūkestį), perteiktas trimate struktūra, kuri atspindi emocijų intensyvumą, poliarumą ir kompleksiskumą. Šis modelis efektyviai atskleidžia, kaip pirminės emocinės reakcijos į užstatytos aplinkos stimulus gali transformuotis į sudėtingesnes emocines būsenas, darančias įtaką ilgalaikiams sprendimams (Plutchik, 2003).

Toliau trumpai aptariami siūlomi emocijų klasifikavimo modeliai.

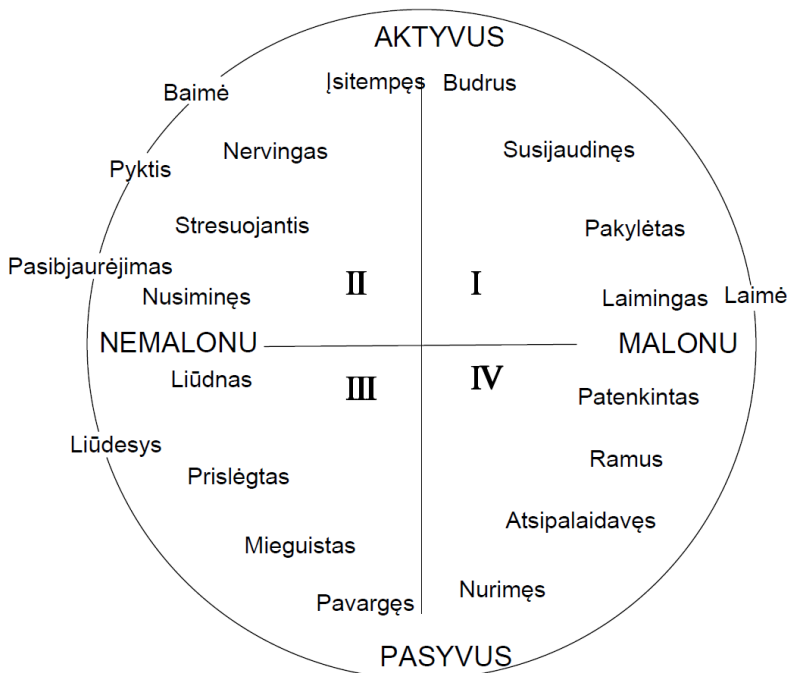
2.4.1. *Circumplex* afekto modelis emocijoms klasifikuoti

Balso emocijų atpažinimas pastaraisiais dešimtmečiais įgavo ypatingą svarbą kompiuterinės lingvistikos, dirbtinio intelekto ir žmogaus bei kompiuterio sąveikos tyrimų srityse (Schuller et al., 2011). Žmogaus balso charakteristikos perteikia ne tik semantinę informaciją, bet ir emocinę būseną, o šios informacijos automatinis atpažinimas gali reikšmingai prisidėti prie efektyvesnių ir natūralesnių žmogaus ir mašinos sąsajų kūrimo (El Ayadi et al., 2011). Balso signalų akustinės charakteristikos perteikia įvairius emocinius atspalvius, kuriuos galima identifikuoti, klasifikuoti ir interpretuoti taikant struktūrintus emocijų modelius (Juslin et al., 2005).

Tarp įvairių emocijas konceptualizuojančių sistemų išskirtinę vietą užima plačiai pripažintas *Circumplex* modelis, originaliai pasiūlytas Russell (1980), kuris formuoja emocines būsenas dvimatėje erdvėje pagal valentingumo (malonumo–nemalonumo) ir sužadavimo (aktyvumo–pasyvumo) dimensijas (2.3 pav.). Šis modelis suteikia empiriškai grįstą sistemą, leidžiančią ne tik kategorizuoti diskretines emocijas, bet ir įvertinti jų intensyvumą bei tarpusavio ryšius.

Posner et al. (2005) Russello modelyje emocijos išdėstytos apskritimo forma, kur horizontalioji ašis atspindi malonumo lygį – nuo teigiamų (pavyzdžiui, džiaugsmas) iki neigiamų (pavyzdžiui, liūdesys) emocijų. Vertikalioji ašis atspindi sužadavimo lygį – nuo aukšto (pavyzdžiui, susijaudinimas) iki žemo (pavyzdžiui, mieguistumas) sužadavimo. Ši dvimatė sistema leidžia apibrėžti įvairias emocines būsenas, pavyzdžiui, džiaugsmą kaip aukšto malonumo ir aukšto sužadavimo emociją, o liūdesį – kaip žemo malonumo ir žemo sužadavimo emociją.

Russello modelis buvo pagrįstas daugybe empirinių tyrimų, naudojant įvairius metodus, tokius kaip semantinis diferencialas ir daugiamatis mastelio keitimo metodas. Tyrimai parodė, kad emocijų terminai dažnai išsidėsto apskritimo forma, iliustruodami dvi pagrindines dimensijas – malonumą ir sužadninimą. Pavyzdžiui, tyrime, kuriame dalyvavo 36 dalyviai, buvo nustatyta, kad emocijų terminai, pvz., laimingas, piktas, ramus ir liūdnas, išsidėsto aplink apskritimą atitinkamai pagal jų malonumo ir sužadninimo lygį (Russell, 1980).



2.3 pav. *Circumplex* afekto modelis

Fig. 2.3. Circumplex model of affect

Nors *Circumplex* modelis plačiai pripažintas, kai kurie tyrėjai siūlo alternatyvias emocijų struktūras. Pavyzdžiui, Watson ir Tellegen (1985) pasiūlė modelį, kuriame emocijos išdėstytos pagal teigiamą ir neigiamą aktyvumą, šiek tiek pasukus Russello modelio ašis 45 laipsniais. Šis požiūris pabrėžia aukšto sužadninimo emocijų svarbą, tačiau iš esmės išlaiko dvimatę emocijų erdvę (LaRowe et al., 2024).

Analizuojamų projektų I_a , I_b , I_c tyrimų rezultatai, gauti taikant LVA technologiją, bus vizualizuojami *Circumplex* afekto modelyje (žr. 3.2 skyrių).

išskyrė aštuonias pirmines emocijas: džiaugsmą, pasitikėjimą, baimę, nuostabą, liūdesį, pasibjaurėjimą, pyktį ir laukimą (numatymą). Kiekviena iš šių emocijų kyla dėl konkrečios priežasties ir atlieka adaptacinę funkciją. Be to, emocinės raiškos procesas vyksta pagal nuoseklų mechanizmą, kurį sudaro dirgiklių priėmimas, subjektyvi emocinė reakcija, elgesio reakcija ir iš to kylantys veiksmai. Pavyzdžiui, džiaugsmas skatina socialinius ryšius ir bendradarbiavimą per pasiekimų ir pasitenkinimo patirtį. Pasitikėjimas sustiprina stabilumą ir pasitikėjimą savimi, stiprindamas tarpasmeninius santykius ir bendradarbiavimą. Baimė palengvina greitą pabėgimą ar gynybinius veiksmus, taip pagerindama išgyvenimo tikimybę. Nuostaba pagerina tiesioginį susikaupimą ir reagavimą į netikėtus įvykius, padėdama apdoroti naują informaciją. Liūdesys padeda psichologiškai atsigauti po netekties, skatina atsparumą ir socialinę paramą. Pasibjaurėjimas skatina vengti kenksmingų medžiagų ar situacijų, užtikrindamas tiek fizinę, tiek psichinę gerovę. Pyktis sukelia gynybines arba puolimo reakcijas, kurios skatina asmenis mesti iššūkį neteisybei ir siekti savo tikslų. Galiausiai numatymas atlieka pagrindinį vaidmenį ruošiantis būsimiems įvykiams, suteikdamas asmenims galimybę išsikelti tikslus ir parengti planus, kaip įveikti artėjančius iššūkius (Park, 2025). Dažniausiai šios emocijos konstruojamos apskritimo modeliu, kuriame kiekviena emocija turi priešingą polių: džiaugsmas – liūdesys, pasitikėjimas – pasibjaurėjimas, baimė – pyktis, nuostaba – laukimas. Modelis taip pat iliustruoja, kaip šios pagrindinės emocijos gali jungtis ir sudaryti sudėtingesnes emocijas (Semeraro et al., 2021).

Emocijų struktūrinės savybes galima paaiškinti trimis pagrindiniais aspektais (2.4 pav.). Pirmia, intensyvumas reiškia emocijų kitimą nuo silpnos iki stiprios būsenos, kur emocijos stiprumas lemia jos specifinį pasireiškimą. Pavyzdžiui, lengva baimės forma pasireiškia kaip nerimas, o kraštutinė baimės forma perauga į siaubą. Šis intensyvumo kitimas vizualiai pavaizduotas emocijų rato modelyje, kur emocijų intensyvumas didėja judant nuo išorinio prie vidinio sluoksnio. Antra, panašumas reiškia glaudų panašių emocijų išsidėstymą, todėl perėjimai tarp jų yra sklandesni. Pavyzdžiui, džiaugsmas ir pasitikėjimas yra glaudžiai susijusios emocijos ir dėl didelio panašumo yra greta viena kitos. Trečia, poliškumas apibūdina priešingus santykius tarp emocijų, kurios yra priešingose emocijų rato pusėse, siekiant iliustruoti emocinę pusiausvyrą. Pavyzdžiui, džiaugsmas tiesiogiai kontrastuoja su liūdesiu, pasitikėjimas – su pasibjaurėjimu, baimė – su pykčiu, pabrėžiant jų antagonistinį pobūdį (Park, 2025).

2.3 lentelė. Plutchik kombinuotų emocijų porų sistema (adaptuota pagal (Park, 2025))
Table 2.3. Plutchik's system of combined emotion pairs (adapted according to Park, 2025)

Pirminė emocija	Pirminė diada	Antrinė diada	Tretinė diada
Džiaugsmas	Džiaugsmas + Pasitikėjimas = Meilė	Džiaugsmas + Baimė = Kaltė	Džiaugsmas + Staigmena = Labai entuziastingas
Pasitikėjimas	Pasitikėjimas + Baimė = Paklusnumas	Pasitikėjimas + Staigmena = Smalsumas	Pasitikėjimas + Liūdesys = Sentimentalumas
Baimė	Baimė + Staigmena = Riba	Baimė + Liūdesys = Neviltis	Baimė + Pasibjaurėjimas = Gėda
Staigmena	Staigmena + Liūdesys = Priešiškumas	Staigmena + Pasibjaurėjimas = Nepasitikėjimas	Staigmena + Pyktis = Priešiškumas
Liūdesys	Liūdesys + Pasibjaurėjimas = Gailestis	Liūdesys + Pyktis = Pavydas	Liūdesys + Numatymas = Pesimizmas
Pasibjaurėjimas	Pasibjaurėjimas + Pyktis = Panieka	Pasibjaurėjimas + Numatymas = Cinizmas	Pasibjaurėjimas + Džiaugsmas = Destruktyvus susidomėjimas
Pyktis	Pyktis + Numatymas = Puolimas	Pyktis + Džiaugsmas = Pasididžiavimas	Pyktis + Pasitikėjimas = Pranašumo jausmas
Numatymas	Numatymas + Džiaugsmas = Optimizmas	Numatymas + Pasitikėjimas = Viltis	Numatymas + Baimė = Susirūpinimas

Emocijos gali susijungti ir suformuoti naujas sudėtingas emocijas (2.3 lentelė). Pavyzdžiui, džiaugsmo ir pasitikėjimo derinys sukelia meilę, o pyktis ir pasibjaurėjimas kartu – panieką. Panašiai numatymas ir džiaugsmas susilieja ir sukuria optimizmą, o pasibjaurėjimas ir liūdesys susijungia ir sukuria gailestį. Šios sudėtingos emocijos skirstomos į antrines diadas, kurios apima dviejų emocijų susiliejimą, ir tretines diadas, kurios susidaro derinant tris emocijas. Įvairių derinių metu atsiranda naujų emocinių patirčių, praturtinančių žmogaus emocines būsenas ir įgalinančių labiau niuansuotas bei adaptyvias reakcijas skirtingose situacijose. 2.3 lentelėje pateikiami emocijų tipai, kuriuos galima patirti derinant diadines kombinacijas. Pirminės diados kyla iš dviejų gretimų pagrindinių emocijų rate derinio ir atspindi dažniausiai jaučiamas emocijas. Antrinės diados susidaro sujungus dvi emocijas, kurias rato diagramoje skiria vienas žiedlapis, todėl formuojasi retai patiriamos emocijos. Tretinės diados apima

emocijų, kurias rate skiria du žiedlapiai, derinius ir yra rečiausiai patiriamos didinės emocijos. Per šiuos įvairius emocinius derinius formuojasi sudėtingos emocijos, kurios dar labiau praturtina ir tobulina žmogaus emocinę patirtį, taip sudarydamos sąlygas prisitaikyti prie įvairių situacijų.

Investicinių projektų I_a , I_b , I_c tyrimų rezultatai, gauti taikant FR programinę įrangą, bus analizuojami Plutchiko emocijų modelyje (žr. 3.3 poskyrį).

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Pasiūlytas daugiakriteris neuromarketingo INVERT metodas užstatytos aplinkos investiciniams projektams vertinti apima tradicinius (pastato techninius-funkcinius, ekonominius, socialinius, aplinkosauginius) aspektus ir inovatyvius emocinius ir afektinių būsenų rodiklius, tokius kaip laimė, liūdesys, susidomėjimas, susijaudinimas, vaizduotė, koncentracija ar valentingumas, bei jų tarpusavio priklausomybę.
2. Pritaikyti daugiakriteriai metodai investiciniams projektams užstatytoje aplinkoje vertinti. Bendro projekto efektyvumo rodikliui apskaičiuoti adaptuotas COPRAS daugiakriterio proporcingo įvertinimo metodas, integruojantis atskirų kriterijų reikšmes ir jų svarbos koeficientus INVERT metodikos kontekste. Objektų naudingumo ir vartotojo suvokiamos rinkos vertei nustatyti adaptuotas INVAR daugiakriteris metodas. INVAR metodas leido nustatyti konkurencingą objekto hedoninę rinkos vertę, palyginti su analogiškais objektais. Alternatyvų prioritetiškumas ir vartotojo suvokiama rinkos vertė skaičiuojami remiantis kriterijų sistema, jų reikšmėmis ir reikšmingumais.
3. Sukurta investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistema INTESA. Sistema sudaryta iš 7 sistemiškai struktūrintų kiekybinių ir kokybinių duomenų sluoksnių, leidžiančių labai išplėsti tradicinio nekilnojamojo turto vertinimo galimybes. Sistema apima tiek tradicinius nekilnojamojo turto vertinimo, tiek emocinius ir afektinius kriterijus.
4. Nekilnojamojo turto daugiakriterė analizė buvo vizualiai pademonstruota *Circumplex* afekto modelyje (valentingumo ir susijaudinimo dimensijos) ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemoje (bazinės emocijos), užtikrinant sistemingą emocijų reakcijų identifikavimą, klasifikavimą ir kiekybinį vertinimą, atskleidžiant emocijų reakcijų intensyvumą, valentingumą ir kompleksiskumą. Tai leidžia objektyviai įvertinti pirmines emocijas ir afektines reakcijas į užstatytos aplinkos stimulus ir prognozuoti jų įtaką ilgalaikiams investiciniams sprendimams.

3

Holistinės vertinimo metodologijos praktinis taikymas užstatytos aplinkos investiciniuose projektuose

Šiame skyriuje analizuojama nekilnojamojo turto investicinių projektų vertinimo problematika, identifikuojant tradicinių kiekybinių kriterijų nepakankamumą kompleksiskai įvertinti projekto poveikį naudotojų psichologinei gerovei. Formuluojuama mokslinė problema – neuromarketingo metodų integravimo į nekilnojamojo turto investicijų vertinimo procesą būtinybė, siekiant formuoti žmogaus emocinę gerovę užtikrinančią aplinką. Keliama hipotezė, kad holistinė vertinimo metodologija, integruojanti neuromarketingo principus, emocijų analizės technologijas ir daugiakriterį vertinimą, geba identifikuoti ryšius tarp užstatytos aplinkos charakteristikų ir naudotojų emocinių reakcijų, užtikrinant objektyvesnį investicinių projektų vertinimą. Empiriniame tyrime sukurtas INVERT metodas (investicinio nekilnojamojo turto daugiakriterės analizės rekomendacinis neuromarketingo vertinimo metodas), integruojantis pažangias neuromarketingo technologijas su tradicine investicijų analize. Daugiarūšiu principu validuoti emociniai duomenys leidžia atskleisti sąsajas tarp fizinės aplinkos parametrų ir žmogaus psichofiziologinės būsenos. Sukurta metodologija gali būti taikoma užstatytos aplinkos planavimo, nekilnojamojo turto vystymo ir investicinių sprendimų priėmimo kontekstuose. Praktinė reikšmė aktuali

savivaldybėms, nekilnojamojo turto vystytojams ir architektams, orientuojantiems veiklą į žmogaus poreikius atitinkančių erdvių kūrimą. Tyrimo rezultatai sustiprina darnios užstatytos aplinkos paradigmą, integruojant neuromarketingo principus ir psichologinės gerovės dimensijas į pastatų tvarumo vertinimą.

Skyriaus tematika paskelbtas mokslinis straipsnis (Kaklauskas et al. 2025) ir skaitytas pranešimas 26-oje tarptautinėje konferencijoje „Materials, Methods & Technologies“.

3.1. Užstatytos aplinkos investicinių projektų daugiakriterė analizė

Atvejo analizė Nr. 1: investicinių projektų charakteristikos ir vertinimo kriterijų sistemos sudarymas

Maloni, estetiška ir patogi užstatyta aplinka sukelia teigiamas emocines reakcijas ne tik eksploatuojant pastatus, bet gali daryti poveikį ir investicinių sprendimų priėmimui nekilnojamojo turto srityje. Patraukliai formuojama aplinka skatina potencialių pirkėjų patogumo ir saugumo suvokimą, todėl jie linkę daugiau laiko praleisti jiems tinkamoje erdvėje. Šio tyrimo dalies tikslas – įvertinti FESA, MAPS, LVA bei FR kriterijų poveikį trijų konkrečių investicinių projektų pasirinkimo sprendimams.

Empirinei analizei buvo atrinkti trys tvarų vystymąsi atspindintys investavimo objektai: sporto klubas (I_a), prekybos centras (I_b) ir daugiabučių kompleksas (I_c), siekiant nustatyti optimalią ir ekonomiškai efektyviausią investicinę alternatyvą (3.1 pav.).

 I_a I_b I_c

3.1 pav. Tyrimui pasirinkti objektai: sporto klubas (I_a), prekybos centras (I_b) ir daugiabučių kompleksas (I_c) (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.1. Objects selected for the study: a sports club (I_a), a shopping centre (I_b) and an apartment complex (I_c) (compiled by the author)

Duomenys buvo renkami naudojant keturias skirtingas priemones – FESA duomenys apie projektus buvo surinkti iš viešai prieinamų internetinių šaltinių. Emocinių (laimės, liūdesio, pykčio ir valentingumo) bei afektinių būsenų (nuostabos, baimės, pasibjaurėjimo ir susijaudinimo) MAPS duomenims rinkti buvo pritaikyta vaizdo neuroanalitikos sistema. Balso signalų ir veido mikroišraiškų analizei naudotos dvi technologijos: *Layered Voice Analysis* (LVA) technologijos pagrindu sukurta *Emotion Logic* programinė įranga, kuri leido identifikuoti emocinius (koncentraciją, numatymą, motyvaciją, pasitikėjimą, apgalvojimą ir mąstymą) bei afektinius aspektus (energiją, stresą, nerimą, dvejojimą, susijaudinimą, aplinkos atmosferą, balso energiją, balso emocijas) ir apimančius tiek emocinius, tiek afektinius komponentus (emocijų pažinimo santykį). Veido mikroišraiškų duomenims rinkti buvo panaudota *FaceReader 8* (FR) programinė įranga, kuri gali identifikuoti šešias pagrindines Ekmano klasifikacijos emocijas (laimę, liūdesį, pyktį, nustebimą, išgąstį, pasibjaurėjimą), taip pat afektines būsenas – valentingumą ir susijaudinimą bei neutralią ir paniekos reakcijas.

3.1 lentelė. Kiekybinių ir kokybinių rodiklių sistemos investiciniams objektams vertinti fragmentas (sudaryta autoriaus)

Table 3.1. Fragment of the system of quantitative and qualitative indicators for the evaluation of investment objects (compiled by the author)

Kriterijai, apibūdinantys alternatyvas	*	Matavimo vienetai	Kriterijaus svoris (svertinis koeficientas)	Palygintos alternatyvos		
				Sporto klubas <i>I_a</i>	Prekybos centras <i>I_b</i>	Daugiabučių kompleksas <i>I_c</i>
<i>Tradiciniai kriterijai</i>						
Pastato techniniai-funkciniai						
Statybos metai	+	m	0,0086	1988	1985	2022
Šildomas plotas	+	m ²	0,0118	1682	330	3950
...
Ekonominiai						
Vidutinė metinė kv. m. nuomos kaina	+	EUR/m ²	1,219	84,00	120,00	129,86
Preliminari kv. m. pardavimo kaina	+	EUR/m ²	0,1169	3030	4000	2640
...
Emociniai						
<i>Emociniai (MAPS analizė)</i>						
Laimė	+	balai	1,144	0,2161	0,1253	0,1359
Liūdesys	–	balai	0,0121	0,1698	0,1151	0,1353

*– simbolis „+“ (–)“ parodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė atitinka didesnę (mažesnę) reikšmingumą naudotojui (suinteresuotoms grupėms)

Pagrindinį tyrimo iššūkį sudaro patikimų potencialių pirkėjų ir naudotojų (praeivių) emocinių būsenų matavimų kūrimas iš tiriamųjų neverbalinės komunikacijos duomenų. Surinkti duomenys vaizduojami 3.1 lentelės fragmente, kurioje atsispindi daugiadimensių kriterijų rinkiniai, jų reikšmės ir svoriai.

Kiekybinių ir kokybinių rodiklių sistema investiciniams objektams vertinti (3.1 lentelė) ir išsamus analizuojamus objektus supančios aplinkos aprašymas pateikiami C priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

Atvejo analizė Nr. 2: analizuojamų investicinių projektų naudingumo laipsnio apskaičiavimas

INVAR metodo 1–5 etapai (Kaklauskas, 2016) yra tokie patys, kaip ir taikant kompleksinio proporcinio vertinimo (COPRAS) metodą (Kaklauskas, 1999; Zavadskas et al., 1994).

Toliau darbe aprašoma, kaip COPRAS metodas taikytas atliekant analizuojamų investicinių projektų IERN ir RN verčių analizę: sporto klubas (I_a), prekybos centras (I_b) ir daugiabučių kompleksas (I_c). Alternatyvų daugiakriteris vertinimas grindžiamas 3.1 lentelės duomenimis, pateikiamas 3.2 lentelėje (prieiga internetu, C priedas: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx). Lentelė yra iš dviejų dalių: kairėje pusėje – IERN duomenys, suskirstyti į dvi kategorijas, apimančias tradicinių ir emocinių kriterijų grupes, dešinėje pusėje – RN duomenys, apimantys tik tradicinių kriterijų grupę. Kriterijų reikšmės ir svoriai yra vienodi tiek dešinėje, tiek kairėje lentelės pusėje. Emocinių kriterijų kategorijos svoris lygus vienetui, atsižvelgiant į tai, kad investavimo procese prioritetą turi žmonių savijauta ir teigiamos emocinės reakcijos. Svarbu pabrėžti, kad nors emocinė dimensija apima daugiau kriterijų, palyginti su tradiciniais kriterijais, tai nereiškia, kad emociniai rodikliai dominuoja atliekant galutinį vertinimą. Emociniai kriterijai sudaro atskirą, kokybiškai skirtingą matavimo dimensiją, kuri papildo, o ne pakeičia tradicinius vertinimo kriterijus. Kiekviena emocinių duomenų grupė – MAPS, LVA ir *FaceReader* – matuoja visiškai skirtingus aspektus: subjektyvų aplinkos suvokimą, nevalingas psichoemocines būsenas balso pagrindu ir momentines veido išraiškas. Šie trys šaltiniai fiksuoja skirtingus informacijos sluoksnius, kurie vienas kito nedubliuoja, todėl jų agregavimas į vieną emocinę dimensiją užtikrina holistinį žmogaus emocinės patirties vertinimą. Vėlesniuose tyrimo etapuose ekspertai, remdamiesi individualiu vertinimu ir atsižvelgdami į investuotojų poreikius bei tikslus, kiekvienam kriterijui priskyrė individualius svorius. Šis lankstumas leidžia adaptuoti vertinimo metodą pagal skirtingų investuotojų poreikius, išlaikant bendrą metodologinę struktūrą. Tyrimo

atveju investuotojams vidutinės metinės 1 kv. m nuomos kainos rodiklis (iš tradicinių kriterijų grupės) ir laimės kriterijus (iš MAPS duomenų grupės) buvo nustatyti kaip esminiai sprendimo priėmimo veiksniai, todėl jų svoriai buvo padidinti: vidutinės metinės 1 kv. m nuomos kainai 1,097 ir priskirtas svoris 1,219, o laimės kriterijui – 1,086 ir priskirtas svoris 1,144. Svarbu pabrėžti, kad nors šie kriterijai kyla iš skirtingų dimensijų – vienas iš objektyvių ekonominių rodiklių, kitas iš subjektyvių emocinių vertinimų, abu vienodai prisideda prie galutinio investicinio sprendimo, tai patvirtina INVERT metodikos holistinį pobūdį, integruojantį racionalius ir emocinius veiksnius.

COPRAS metodo 1–5 etapų rezultatai rodo, kad prioritetinga alternatyva tarp analizuojamų investicinių projektų išliko nepakitusi, tačiau atsiskleidė reikšminga alternatyvų naudingumo laipsnių (%) diferenciacija. Išvestinis skirtumas tarp daugiabučių komplekso $I_c = 100\%$ ir sporto klubo $I_a = 68,01\%$ sudarė 31,99%. Lyginant su IERN rezultatais, RN alternatyvos naudingumo laipsnių diferenciacija buvo beveik penkis kartus mažesnė.

3.2 lentelė. IERN ir RN alternatyvų daugiakriterės analizės rezultatų fragmentas (sudaryta autoriaus)

Table 3.2. Fragment of the results of the multi-criteria analysis of IERN and RN alternatives (compiled by the author)

Kriterijai, apibūdinantys alternatyvas	*	Matavimo vienetai	Kriterijaus svoris	Integruotų emocijų rinkos nuomos (IERN) palyginimo alternatyvos			Rinkos nuomos (RN) alternatyvų palyginimas		
				Sporto klubas I_a	Prekybos centras I_b	Daugiabučių kompleksas I_c	Sporto klubas I_a	Prekybos centras I_b	Daugiabučių kompleksas I_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Techniniai-funkciniai									
Statybos metai	+	m	0,0086	1988 0,0029	1985 0,0028	2022 0,0029	1988 0,0029	1985 0,0028	2022 0,0029
Šildomas plotas	+	m ²	0,0118	1682 0,0033	330 0,0007	3950 0,0078	1682 0,0033	330 0,0007	3950 0,0078
...
...
Aplinkosaugos									
Eismo spūstys	–	balai	0,0312	5,00 0,0111	1,00 0,0022	8,00 0,0178	5,00 0,0111	1,00 0,0022	8,00 0,0178
...
Žalios erdvės	+	%	0,0342	30,00 0,0089	10,00 0,003	75,00 0,0223	30,00 0,0089	10,00 0,003	75,00 0,0223

3.2 lentelės pabaiga

Kriterijai, apibūdinantys alternatyvas	*	Mata- vimo viene- tai	Krite- rijaus svoris	Integruotų emocijų rinkos nuomos (IERN) palygini- mo alternatyvos			Rinkos nuomos (RN) al- ternatyvų palyginimas		
				Spor- to klubas I_a	Preky- bos cent- ras I_b	Daugiabu- čių komp- leksas I_c	Spor- to klu- bas I_a	Preky- bos cent- ras I_b	Daugiabu- čių komp- leksas I_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
...
...
Emociniai									
Laimė	+	balai	1,144	0,2161 0,5181	0,1253 0,3003	0,1359 0,3257	-	-	-
...
Nuo- bodulys	-	balai	0,0251	0,0424 0,0076	0,0564 0,0101	0,0420 0,0075	-	-	-
...
Susi- jau- dinimas	+	balai	0,2950	0,3834 0,1087	0,3170 0,0899	0,3399 0,0964	-	-	-
Suma svertinių koefi- cientų, normalizuotų ir maksimizuotų (projekto pliusų), susijusių su alter- natyvomis				1,4989	1,5102	1,5600	0,4065	0,554	0,6171
Suma svertinių koefi- cientų, normalizuotų ir minimizuotų (projekto mi- nusų), susijusių su alterna- tyvomis				0,2348	0,2020	0,1779	0,0594	0,0351	0,0592
Alternatyvos reikšmingu- mas				1,6754	1,7154	1,793	0,4481	0,6244	0,6588
Alternatyvos prioritetišku- mas				3	2	1	3	2	1
Alternatyvos naudingumo laipsnis %				93,44 %	95,67 %	100 %	68,01 %	94,77 %	100 %

*- simbolis „+“ (-)“ parodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė atitinka didesnę reikšmingumą naudotojui (suinteresuotoms grupėms)

IERN ir RN alternatyvų daugiakriterės analizės, apimančios 60 rodiklių, rezultatai (3.2 lentelė) pateikti C priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

Daugiabučių komplekso (I_c) IERN ir RN rodiklių bei tvarumo kriterijų žemėlapis suskirstytas į penkis pagrindinius sektorius, iš kurių kiekvienas apibrėžia specifinį analizuojamo projekto kriterijų rinkinį. Statybos techniniai-funkciniai ir ekonominiai kriterijai padalinti į po penkis smulkesnius sektorius, socialiniai – į keturis, aplinkosaugos – į šešis.

Emociniai kriterijai sudaro didžiausią dalį su keturiasdešimčia parametru, iš kurių devyniolika rodiklių apibūdina emocinius ir emocinius-afektinius parametrus, vienuolika – balso analizės duomenis, dešimt – veido išraiškų analizės rezultatus. Bendras kriterijų skaičius – 60. Kiekviena sekcija padalinta į 10 skalės vienetų, kurie atspindi emocinių, afektinių ir tvarumo įvertinimų intensyvumą. Pavyzdžiui, vidutinė praeivių (potencialių investuotojų ir naudotojų) laimės reikšmė daugiabučių projekte siekė 1,144 balo. Ši informacija skaitine forma pateikta 3.1 lentelėje, o grafiškai 3.2 pav. – violetinės spalvos pjūviu.

Kiekvienas spalvotas segmentas MAPS skiltyje atskleidžia vidutinę konkrečios emocijos ir emocinio poveikio reikšmę, kurią daugiabučių projektas sukelia potencialiems investuotojams ir naudotojams. Aukštesnes reikšmes atspindi didesnis spalvotų blokų skaičius vizualizacijoje. Grafinis duomenų atvaizdavimas vizualiai išryškino daugiabučių projekto parametrus, turinčius didžiausią poveikį sprendimų priėmimui: ekonominius aspektus (nuomos ir pardavimo kainas, turto likvidumą), emocinius parametrus (laimę, valentingumą), afektines reakcijas (netikėtumą), kurie daro reikšmingiausią įtaką potencialiems investuotojams.

Atvejo analizė Nr. 3: investicinių projektų nuomos IERN ir RN verčių nustatymas

Šioje atvejo analizės dalyje nagrinėjamo sporto klubo I_a metinė hedoninė nuomos vertė $x_{61\ cycle\ e}$ skaičiuojama priartėjimo būdu. Kaip matome iš kairės 3.2 lentelės pusės su integruotais emocijų ir afekto kriterijais, naudingiausias yra daugiabučių kompleksas $U_{3e} = 100\%$, antras pagal naudingumą – prekybos centras $U_{2e} = 95,67\%$, trečias – sporto klubas $U_{1e} = 93,44\%$. Iš apskaičiuotų lyginamųjų projektų naudingumo laipsnių matome, kad sporto klubo metinė nuomos vertė $x_{61} = 84,00\ \text{EUR}$ (3.1 lentelė) yra per maža, todėl šis projektas nėra vienodai konkurencingas rinkoje, palyginti su kitomis I_b ir I_c alternatyvomis, kompleksiskai įvertinus jų teigiamas ir neigiamas savybes. Problemą galima suformuluoti taip: kokia turi būti nagrinėjamo sporto klubo I_a metinė hedoninė nuomos vertė $x_{1j\ cycle\ e}$, kad šis projektas būtų vienodai konkurencingas rinkoje su lyginamomis alternatyvomis (prekybos centru (I_b) ir daugiabučių kompleksu (I_c)). Pirmajame priartėjimo cikle sporto klubo naudingumo laipsnis, integruojant emocinius rodiklius (3.3 lentelės kairė pusė), buvo $U_{1e} = 93,44\%$, prekybos centro $U_{2e} = 95,67\%$, daugiabučių komplekso $U_{3e} = 100\%$ (3.2 ir 3.3 lentelės). Apskaičiuoti investicinių projektų naudingumo laipsniai rodo, kad sporto klubo (I_a) metinės nuomos kaina – $84\ \text{EUR/m}^2$ – yra per maža, todėl šis projektas nėra vienodai konkurencingas

3.3 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	100	96,94%	95,71%	100%	$ -0,91\% > 0,00\%$	76,86%	94,85%	100%	$ -20,57\% > 0,00\%$
...
18	102	97,36%	95,72%	100%	$ -0,50\% > 0,00\%$	77,97%	94,86%	100%	$ -19,46\% > 0,00\%$
...
20	104,4	97,86%	95,72%	100%	$ 0,00\% = 0,00\%$	79,27%	94,88%	100%	$ -18,17\% > 0,00\%$
...
31	115	–	–	–	–	84,96%	94,92%	100%	$ -12,50\% > 0,00\%$
...
41	125	–	–	–	–	90,26%	94,97%	100%	$ -7,23\% > 0,00\%$
...
54	137,2	–	–	–	–	96,59%	95,03%	100%	$ -0,92\% > 0,00\%$
...
55	139	–	–	–	–	97,51%	95,04%	100%	$ -0,00\% = 0,00\%$

*Hedoninės nuomos vertės svyravimai $x_{61\text{ cycle } e}$ (EUR) sporto klubui (I_a)

c – nelygybė skirta nustatyti, ar sporto klubo patikslintos vertės $x_{61\text{ cycle } e}$ apskaičiavimas pagal vertinamą I_a yra pakankamai tikslus.

Analogiškus veiksmus pakartojame su dešinėje pusėje esančiais analizuojamų projektų naudingumo laipsniais, kurie buvo gauti iš skaičiavimus neįtraukiant emocinių reakcijų duomenų (3.3 lentelės dešinės pusės 7–10 stulpeliai). Problema išlieka ta pati: kokia turi būti nagrinėjamo sporto klubo I_a metinė hedoninė nuomos vertė $x_{1\text{ cycle } e}$, kad šis projektas būtų vienodai konkurencingas rinkoje su lyginamomis alternatyvomis (prekybos centru (I_b) ir daugiabučių kompleksu (I_c)). Pirmajame priartėjimo cikle sporto klubo naudingumo laipsnis buvo $U_{1e} = 68,01\%$, prekybos centro $U_{2e} = 94,77\%$, daugiabučių kompleksu $U_{3e} = 100\%$ (3.2 ir 3.3 lentelės dešinė pusė). Apskaičiuoti investicinių projektų naudingumo laipsniai rodo, kad sporto klubo (I_a) metinės nuomos kaina – 84 (EUR/m²) yra per maža. Todėl šis projektas nėra vienodai konkurencingas rinkoje, palyginti su lyginamaisiais projektais. Įvertinus visas teigiamas ir neigiamas savybes, 6 etapas taip pat patvirtina tą patį faktą: sporto klubo metinės nuomos apskaičiavimas 6-ojo aproksimacijos ciklo metu nebuvo gana tikslus (žr. 3.3 lentelės 10 stulpelį). 3.3 lentelėje parodyta, kad nelygybė (3.3 lentelės 10 stulpelis) buvo nepatenkinama per pirmuosius 54 ciklus.

Vertinamo projekto I_a nuomos vertės nustatymas pateikiamas galutiniame 55-ame aproksimacijos cikle – $U_{1\text{ cycle } 54} = 97,51\%$ ($U_{2\text{ cycle } 54} = 95,04\%$, $U_{3\text{ cycle } 54} = 100\%$). 54-ame aproksimacijos cikle lyginamojo projekto I_a naudingumo laipsnis

yra $U_1 = 96,59\%$. Analizuojamų projektų naudingumo laipsniai rodo, kad 55-ame aproksimacijos cikle įvertintas sporto klubas (I_a) yra 2,47% naudingesnis už prekybos centrą (I_b). Kiekviename cikle metinė nuomos kaina x_{61} buvo koreguojama (nuo $x_{61cycle0} = 84,00$ EUR/m² pagal dydį, kiekvieną kartą po 1 EUR/m², kol buvo patenkinta nelygybė (žr. 3.3 lentelės 10 stulpelį) $x_{61cycle20} = 104,40$ EUR/m²). Metinės nuomos vertė $x_{61cycle e}$ (atitinkamai 84, ..., 139) tikrinama dėl tikslumo. 3.3 lentelėje parodyta, kad metinės nuomos vertės x_{61} cikle e skaičiavimai tampa vis tikslesni su kiekvienu kitu analizuojamo sporto klubo I_a aproksimacijos ciklu.

Patikriname, ar pakankamai tiksliai apskaičiuota vertinamojo projekto I_a patikslinta vertė x_{61-p} pagal (3.1) nelygybę. Remiantis šia nelygybe (šiuo konkrečiu atveju) tariama, kad $s = 1\%$.

$$|k_1| < s. \quad (3.1)$$

3.4 lentelė. Vertinamo projekto I_a patikslintos vertės kitimas ir vartotojo suvokiamos rinkos vertės nustatymas

Table 3.4. Change in the revised value of the project I_a under assessment and determination of the perceived market value of the consumer

Priartėjimo ciklas	I_a projekto, integruojant emocinius rodiklius, patikslinta vertė x_{61-p} (EUR)	I_a projekto patikslintos vertės (x_{61-p}) integruojant emocinius rodiklius, apskaičiavimo tikslumas k_I (%)	Vertinamo projekto metinės nuomos integruojant emocinius rodiklius hedoninė rinkos vertė x_{61-R} (EUR)	I_a projekto patikslinta vertė x_{61-p} (EUR)	I_a projekto patikslintos vertės (x_{61-p}) apskaičiavimo tikslumas k_I (%)	Vertinamo projekto metinės nuomos hedoninė rinkos vertė x_{61-R} (EUR)
1	84	$ -4,40\% > 1,0$	$100 * (1 - 0,91 \div 100) = 9,09$ EUR	84	$ -29,38\% > 1,0$	$137,2 * (1 - 0,92 \div 100) = 135,94$ EUR
2	90	$ -3,07\% > 1,0$		90	$ -26,04\% > 1,0$	
3	95	$ -1,98\% > 1,0$		95	$ -23,29\% > 1,0$	
4	100	$ -0,91\% < 1,0$		100	$ -20,57\% > 1,0$	
5	–	–	–	102	$ -19,46\% > 1,0$	
6	–	–	–	104,4	$ -18,17\% > 1,0$	
7	–	–	–	115	$ -12,50\% > 1,0$	
8	–	–	–	125	$ -7,23\% > 1,0$	
9	–	–	–	137,2	$ -0,92\% < 1,0$	

Remiantis 3.1 nelygybe nustatyta, kad pirmajame cikle sporto klubo I_a metinės nuomos vertė apskaičiuota nepakankamai tiksliai:

$$|-4,40 \%| > 1 \%$$

Todėl taikant INVAR metodą, sporto klubo I_a hedoninės vertės x_{1j} skaičiavimų ciklas tęsiamas tol, kol bus patenkinta 3.1 nelygybė. Šių skaičiavimų ciklų rezultatai pateikti 3.4 lentelėje.

Kaip matome iš 3.4 lentelės, 3.1 nelygybė per pirmą tarpinį patikrinimo ciklą buvo netenkinama $|-4,40 \%| > 1 \%$. Todėl tris kartus patikslinta vertinamojo objekto vertė $x_{61} = x_{61-p}$ (tarpiniuose skaičiavimuose 84, ..., 100 EUR) buvo įrašoma į nekilnojamojo turto objektų daugiakriterės analizės sprendimų priėmimo matricą (3.1 ir 3.2 lentelės). Visi skaičiavimai pagal (B.1.1)–(B.2.5) formules (žr. B priedą) buvo kartojami tol, kol 4-ame cikle buvo patenkinta 2 nelygybė. Analogiškai metinės nuomos vertės skaičiavimas buvo tęsiamas atliekant aštuonis aproksimavimo ciklus, kur apskaičiuojama patikslinta sporto klubo (I_a) vertė ir atliekamas vartotojo suvokiamos rinkos vertės nustatymas. Po devynių vertės patikslinimo ciklų 2 nelygybė buvo patenkinta.

Kaip matome iš 3.3 lentelės, kiekviename tolesniame priartėjimo cikle vis tiksliau buvo apskaičiuojama vertinamo sporto klubo (I_a) metinė nuomos vertė. Ketvirtame tarpinio priartėjimo cikle sporto klubo naudingumas lyginamųjų projektų atžvilgiu buvo nustatytas $U_{1e} = 96,94 \%$, antrojo lyginamojo objekto – $U_{2e} = 95,71 \%$, o geriausio daugiabučių komplekso lyginamojo objekto naudingumas liko nepakitęs per visus priartėjimo ciklus $U_{3e} = 100 \%$. Apskaičiuoti objektų naudingumo laipsniai rodo, kad vertinamas sporto klubas (I_a) yra labiau naudingas 1,23 % už antrąjį lyginamąjį objektą – prekybos centrą (I_b) ir mažiau naudingas 3,06 % už trečiąjį lyginamąjį objektą – daugiabučių kompleksą (I_c).

Kriterijų sistema, adekvačiai apibūdinanti investicinį projektą ir kriterijų dydžius bei svorius, turi tiesioginę ir proporcingą įtaką sporto klubo hedoninei vertei. Be to, dėl hedoninės sporto klubo vertės projektas yra toks pat konkurencingas kaip ir lyginamosios alternatyvos.

Šie rezultatai rodo, kad emocijų ir emocijų afektinių rodiklių vertinimas gali netiesiogiai keisti investicinio projekto nuomos vertę.

Atvejo analizė Nr. 4: IERN laimės vertės optimizavimas

Šioje atvejo analizės dalyje, remdamiesi 1–5 ir 7 etapais, nustatysime, koks turi būti laimės balas $x_{211cycle e}$ (3.1 ir 3.5 lentelės), kad projektas I_a būtų vienodai konkurencingas rinkoje, palyginti su kitais lyginamaisiais projektais (I_b , I_c), įvertinant visus jų teigiamus ir neigiamus požymius. Problemą galėtume suformuluoti taip: koks turėtų būti optimizuotas vertinamo projekto (I_a) laimės balas $x_{211cycle e}$, kad jis būtų vienodai konkurencingas rinkoje, palyginti su kitomis (I_b ir I_c) alternatyvomis, atlikus kompleksinį jų teigiamų ir neigiamų savybių vertinimą. 3.5 lentelėje parodyta, kad nelygybė B.2.14 (B priedas) buvo nepatenkinama per pirmuosius 43 ciklus. Balas x_{211} buvo didinamas kiekviename cikle (nuo $x_{211cycle 0}$

= 0,2161) po 0,001, kol buvo patenkinta nelygybė ($x_{211\text{cycle } 44} = 0,2598$). Tada balai $x_{211\text{cycle } e}$ (atitinkamai 0,2161, ..., 0,2598) buvo sutikrinti dėl tikslumo (3.1 ir 3.5 lentelės). 3.5 lentelėje pateikti laimės balo $x_{211\text{cycle } e}$ skaičiavimai, kurie tampa vis tikslesni su kiekvienu kitu aproksimacijos ciklu analizuojamam sporto klubo I_a projektui.

3.5 lentelė. Koks turi būti laimės balas $x_{211\text{ cycle } e}$, kad sporto klubas (I_a) būtų vienodai konkurencingas rinkoje su kitais lyginamaisiais projektais (I_b ir I_c)

Table 3.5. What must be the happiness score $x_{211\text{ cycle } e}$ for the sports club (I_a) to be equally competitive in the market with other comparative projects (I_b and I_c)

Aproksimacijos ciklas	Rezultatas $x_{211\text{ cycle } e}$	Naudingumo laipsnis U_{1e}	Naudingumo laipsnis U_{2e}	Naudingumo laipsnis U_{3e}	c
1	2	3	4	5	6
0	0,2161	93,44%	95,67%	100 %	$ -4,40\% > 0,01\%$
...
10	0,2261	94,51%	95,69%	100 %	$ -3,34\% > 0,01\%$
...
30	0,2461	96,54%	95,71%	100 %	$ -1,32\% > 0,01\%$
...
35	0,2511	97,02 %	95,71 %	100 %	$ -0,84\% > 0,01\%$
...
40	0,2561	97,51 %	95,72 %	100 %	$ -0,35\% > 0,01\%$
...
44	0,2598	97,86 %	95,72 %	100 %	$ -0,00\% < 0,01\%$

c – nelygybė skirta nustatyti, ar sporto klubo patikslintos vertės $x_{211\text{ cycle } e}$ apskaičiavimas pagal vertinamą I_a yra pakankamai tikslus.

Atvejo analizė Nr. 5: IERN skaitmeninių rekomendacijų teikimas

Rekomendacijų, gautų taikant INVAR metodo 1–5, 9 ir 10 etapus (Kaklauskas, 2016) investiciniams projektams, rezultatai pateikti 3.6 lentelėje. Skaičiavimui naudojami pradiniai duomenys iš 3.1 lentelės (žr. C priedą, prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx). Rekomendacijos pateikiamos matricos forma (3.6 lentelė), naudojant B priedo (B.2.5) ir (B.2.6) (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx) formules 7 ir 8 etapuose. Kiekvienas 3.6 lentelėje pateiktas langas, apibūdinantis alternatyvą a_j , susideda iš trijų dalių: x_{ij} – i -tojo kriterijaus (X_i) reikšmė j -ojoje alternatyvoje; kiekybinė rekomendacija i_{ij} , rodanti galimą rodiklio x_{ij} reikšmės pagerėjimo procentą, kad ji taptų lygi geriausiai kriterijaus X_i ($x_{ij} = x_{i\text{max}}$) reikšmei; kiekybinė rekomendacija r_{ij} , rodanti galimą alternatyvos a_j naudingumo laipsnio U_j pagerėjimo procentą, pateikus $x_{ij} = x_{i\text{max}}$. Pavyzdžiui, jeigu būtų galima pagerinti

prekybos centro (I_b) laimės kriterijaus vertinimą $i_{212} = 72,47\%$ nuo pasiektos $x_{212} = 0,1253$ vertės iki geriausios I_a vertės ($x_{211} = 0,2161$), tai projekto I_b naudingumo laipsnis U_2 padidėtų $r_{212} = 15,99\%$.

Analogiškai, jeigu būtų galima pagerinti daugiabučių komplekso (I_c) kaimynystės patrauklumo kriterijaus vertinimą $i_{113} = 33,33\%$ nuo pasiektos $x_{113} = 0,6$ vertės iki geriausios I_b vertės ($x_{112} = 0,8$), tai projekto I_c naudingumo laipsnis U_3 padidėtų $r_{113} = 0,12\%$.

Kiekybinių rekomendacijų IERN investiciniams projektams rezultatai, apimantys 60 rodiklių, pateikti C priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/A_B_C_PRIEDAS.docx).

Šiame etape pateikti rekomendacijų skaičiavimai rodo, kiek reikia pagerinti kiekvieną rodiklį ir kokią naudą tai duos visam projektai.

3.6 lentelė. Kiekybinės rekomendacijos IERN investiciniams projektams I_a, I_b, I_c
Table 3.6. Quantitative recommendations for IERN investment projects I_a, I_b, I_c

Kriterijai, apibūdinantys alternatyvas	*	Mata-vimo vienetai	Kriterijaus svoris (svertinis koeficientas)	Palygintos alternatyvos Galimybė pagerinti analizuojamą kriterijų % Galimas alternatyvos hedoninės rinkos vertės padidėjimas %, veikiamas pirmiau pa-didėjusios kriterijaus vertės		
				Sporto klubas, I_a	Prekybos centras, I_b	Daugiabučių kompleksas, I_c
Turto kainos indeksas	+	balai	0,0195	105,3 (113,11%) (0,4255%)	112 (100,36%) (0,3775%)	224,4 0% 0%
Kaimynystės patrauklumas	+	balai	0,0179	0,65 (23,08%) (0,0797%)	0,8 0% 0%	0,6 (33,33%) (0,1151%)
Laimė	+	balai	1,144	0,2161 0% 0%	0,1253 (72,47%) (15,9917%)	0,1359 (59,01%) (13,0231%)
Liūdesys	-	balai	0,0121	0,1698 (32,21%) (0,0752%)	0,1151 0% 0%	0,1353 (14,93%) (0,0348%)

* – simbolis „+“ (–) rodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė atitinka didesnę (mažesnę) reikšmingumą naudotojui (suinteresuotoms grupėms)

Atvejo analizė Nr. 6: IERN ir RN reikšmių koregavimas investiciniam projektui, kad jis taptų geriausiu pasirinkimu

Šio skyriaus tikslas – optimizuoti IERN ir RN sporto klubo (I_a) vertes, kad jis taptų geriausiu pasirinkimu tarp nagrinėjamų pasirinkimų. Problemą galėtume suformuluoti taip: kokia turėtų būti $x_{61cycle}$ sporto klubo (I_a) vertė, kad šis projektas taptų geriausiu pasirinkimu tarp svarstomų (I_b ir I_c) alternatyvų. Skaičiuoti

3.7 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8
41	125				90,26 %	94,97 %	100 %
...
54	137,2				96,59 %	95,03 %	100 %
...
55	139				97,51 %	95,04 %	100 %
...
61	145				100 %	94,53 %	99,42 %

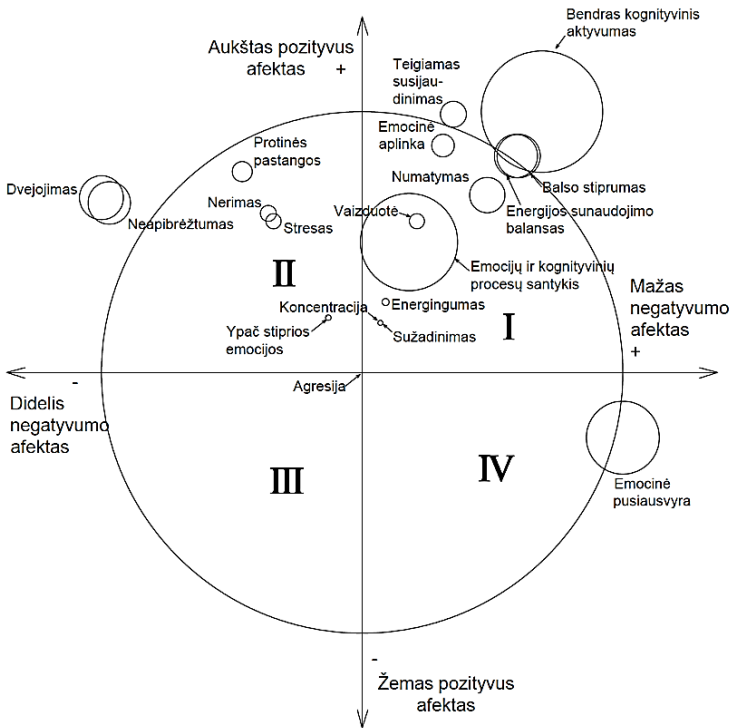
Analogiškus veiksmus pakartojame su lentelės dešinėje pusėje esančiomis RN vertėmis, kurios buvo gautos į skaičiavimus neįtraukiant emocinių reakcijų duomenų (3.7 lentelės dešinės pusės 6–8 stulpeliai). Problema išlieka ta pati: kokia turėtų būti $x_{61cycle e}$ sporto klubo (I_a) vertė, kad šis projektas taptų geriausias tarp svarstomų (I_b) ir (I_c) alternatyvų. 3.7 lentelės dešinės pusės 6–8 stulpeliuose parodyta, kad per 60 aproksimacijos ciklą nepavyko pasiekti $U_{1e} = 100 \%$. Todėl vertinamo projekto (I_a) nuomos vertė $x_{61cycle e}$ buvo įtraukta į daugiakriterės analizės sprendimų priėmimo matricą (3.1 lentelė) ir perskaiciuojama papildomą 61 kartą. Skaičiavimo procese kiekvienas aproksimacijos ciklas leido vis tiksliau nustatyti projekto (I_a) nuomos vertę $x_{6 cycle e}$. Visi COPRAS metodo 1–5 ir INVAR metodo 10 etapo skaičiavimai buvo sistemingai kartojami, kol 61-ajame cikle buvo pasiektas $U_{1e} = 100 \%$. Tyrimo rezultatai parodė, kad sporto klubo (I_a) projektas su RN vertėmis gali tapti efektyviausias tarp lyginamų alternatyvų. Šis rezultatas pasiekiamas, kai sporto klubo metinė nuomos vertė už 1 m^2 sudaro $x_{6 cycle e} = 145 \text{ EUR/m}^2$ per metus.

Gauti rezultatai rodo, kad emociniai veiksniai labai veikia analizuojamų investicinių projektų metinės kvadratinio metro nuomos kainos formavimąsi.

3.2. Balso emocijų vizualizavimas *Circumplex* afekto modelyje

Emocijų analizės sudėtingumas gali būti supaprastinamas taikant vizualinį modeliavimą. Dimensiniu vaizdavimu siekiama užfiksuoti konceptualius reiškinių bruožus ir suteikti metodologinį pagrindą panašumams matuoti (Schröder, 2004). Emocijų tyrimams sukurti dimensijų modeliai, skirti reprezentuoti sąmoningai prieinamus subjektyvius jausmus be konkrečios krypties specifikacijos. Šie modeliai deliai apima tokias dimensijas kaip malonumas–nemalonumas, įtampa–ramybė, depresija–pakylėjimas, šias emocijas gali sukelti tiek išoriniai, tiek vidiniai stimulai. Pavyzdžiui, liūdesio emociją sukelia specifinis muzikinis kūrinys (Russell & Barrett, 1999).

LVA technologija, grindžiama 151 biologiniu žymeniu balso parametrų analizėje, užtikrina objektyvų kalbėtojo emocijų būsenų vertinimą realiuoju laiku. Balso emocijų charakteristikų interpretacija remiasi *Circumplex* afekto modeliu. Šiame tyrime analizuojami trijų skirtingų nekilnojamojo turto segmentų pristatymų emociniai profiliai. Analizės tikslas – identifikuoti charakteringus emocinius šablonus, atskleidžiančius autentišką kalbėtojų požiūrį į pristatomus projektus, nepriklausomai nuo deklaruojamų verbalinių pozicijų.

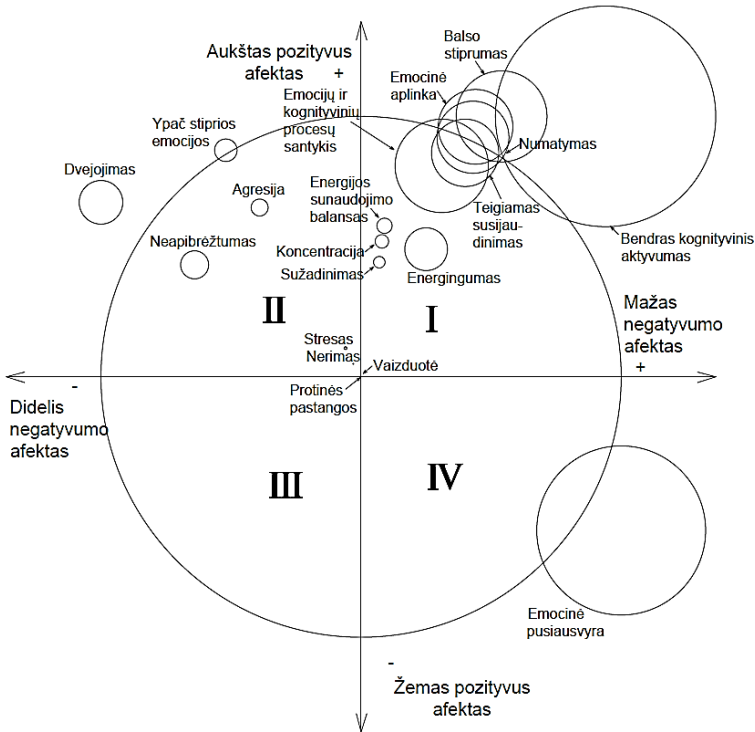


3.3 pav. Sporto klubo (I_a) projekto *Circumplex* afekto modelis (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.3 Sports club (I_a) project circumplex affect model (compiled by the author)

Analizuojami 19 emocijų ir afektinių (energingumas, agresija, stresas, neapibrėžtumas, teigiamas susijaudinimas, nerimas, koncentracija, laukimas / numatymas, dvejojimas, emocinė pusiausvyra, energijos suvartojimo balansas, protinės pastangos, vaizduotė, sužadninimas, bendras pažinimo aktyvumas, emocijų ir kognityvinių procesų santykis, ypač stiprios emocinės reakcijos, emocinė aplinka, balso stiprumas) LVA parametrų transformuojami į *Circumplex* koordinatių sistemą, kur X ašis reprezentuoja valentingą (emocijos teigiamumą / neigiamumą), o Y ašis – sužadninimo lygį (aktyvumo / pasyvumo intensyvumą). Koordinatės normalizuojamos $[-1, +1]$ intervale.

Koordinatių sistema formuoja keturis kvadrantus: I kvadrantas (+X, +Y) – teigiamas aukštas sužadzinimas; II kvadrantas (–X, +Y) – teigiamas žemas sužadzinimas; III kvadrantas (–X, –Y) – neigiamas žemas sužadzinimas; IV kvadrantas (+X, –Y) – neigiamas aukštas sužadzinimas. Apskritimų dydžiai atspindi emocinės reakcijos intensyvumo lygį.

Sporto klubo (I_a) emocinės charakteristikos formuojasi trijuose kvadrantuose (3.3 pav.), atskleidžiančiuose sudėtingą ir atsargų profesionalų požiūrį. I kvadrante (teigiamos emocijos ir aukštas sužadzinimas) koncentruojasi apie 57 % parametų, tačiau jų intensyvumas gerokai mažesnis nei prekybos centro (I_b).



3.4 pav. Prekybos centro projekto (I_b) Circumplex afekto modelis (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.4 Shopping centre project (I_b) circumplex affect model (compiled by the author)

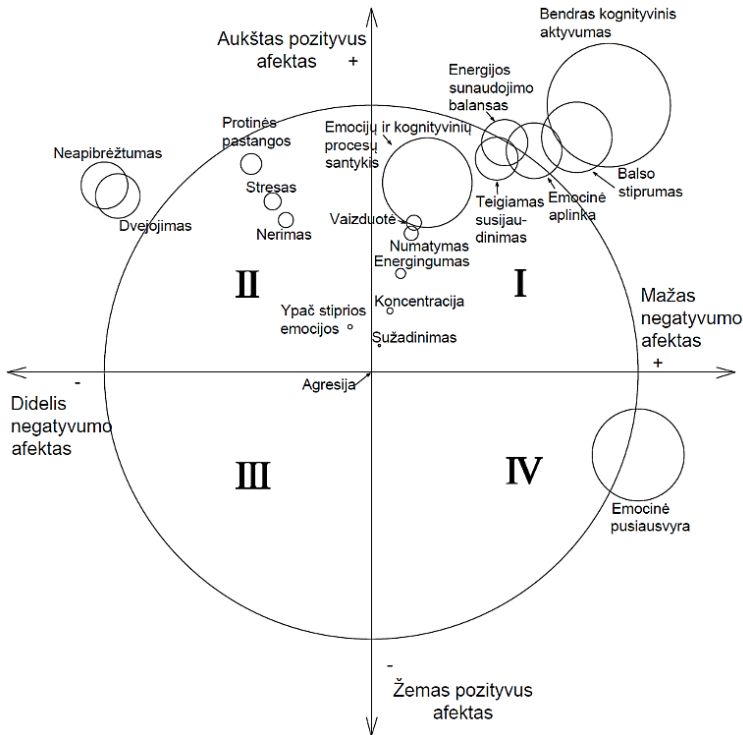
Teigiamas susijaudinimas rodo, kad kalbėtojas išlieka pozityviai nusiteikęs ir aktyviai išitraukęs, bet be perdėto entuziazmo. Formuoja optimalų psichologinį klimatą – pakankamai stimuliuojantį, kad sukeltų susidomėjimą ir pozityvų vertinimą, tačiau pakankamai saikingą, kad nesukeltų streso ar perkrovos. II kvadrante (teigiamos emocijos ir žemas sužadzinimas)

dvejojimas ir neapibrėžtumas dominuoja beveik viename taške, o tai rodo pozityvių ir probleminių aspektų pobūdį. Šių dviejų emocijų koncentracija yra optimalių tyrimų rezultatas projekto tobulinimo kontekste. Šis rodiklis atskleidžia brandų vertinimo procesą su aiškiu apibrėžtu tobulinimo keliu. IV kvadrante (neigiamos emocijos ir aukštas sužadzinimas) emocinės pusiausvyros intensyvumas mažiausias, palyginti su kitais lyginamais projektais, tai reiškia mažiausią stabilumo indikatorių ir mažesnę patikimumą ilgoje perspektyvoje. Šis profilis atskleidžia atsargaus optimistiško stratego emocinį kodą, kuris derina maksimalų vidinį stabilumą su kritiniu projekto iššūkių vertinimu. Kalbėtojas demonstruoja požiūrį, kur teigiamas nusiteikimas grindžiamas ne emocijomis, o kruopščiu planavimu ir realių galimybių įvertinimu.

Prekybos centro (I_b) charakteristikos dominuoja trijuose kvadrantuose (3.4 pav.). I kvadrante (teigiamos emocijos ir aukštas sužadzinimas), kur koncentruojasi net 58 % visų parametru, šis profilis atskleidžia dinamišką optimizmą – kalbėtojas demonstruoja išskirtinį entuziazmą ir energingumą kalbėdamas apie prekybos centro projektą. Aukščiausi parametrai – emocinė aplinka, balso stiprumas ir numatymas indikuoja ne tik stiprų pasitikėjimą, bet ir emocingai aktyvų investavimą į projekto sėkmę. II kvadrante (teigiamos emocijos ir žemas sužadzinimas) dominuoja išskirtinai didelis dvejojimas, kuris rodo projekto potencialą, tačiau ir esamų probleminių aspektų tobulinimo tikslingumą. IV kvadrante (neigiamos emocijos ir aukštas sužadzinimas) maksimali emocinė pusiausvyra indikuoja, kad projektas turi gerą pagrindą su aiškiais stiprinimo ir tobulinimo sritimis bei stabilumo indikatoriumi, suteikiančiu projektui patikimumo ilgalaikės perspektyvos atžvilgiu. Šis profilis atskleidžia optimistiškai nusiteikusio verslo lyderio emocinį kodą, kuris derina išskirtinį optimizmą su sistemingu planavimu ir sprendimų priėmimu. Kalbėtojas demonstruoja ne tik tikėjimą projekto potencialu, bet ir aktyvų pasiryžimą jį realizuoti.

Daugiabučių kompleksų (I_c) emocinės charakteristikos formuojasi trijuose kvadrantuose (3.5 pav.), atskleidžiančiuose sudėtingą profesionalų požiūrį. I kvadrante (teigiamos emocijos ir aukštas sužadzinimas) koncentruojasi apie 58 % visų parametru, kur dominuoja bendras kognityvinis aktyvumas, emocijų ir kognityvinių procesų santykis bei mažesnio intensyvumo – balso stiprumas, emocinė aplinka, energijos suvartojimo balansas – ir teigiamas susijaudinimas. Aukštas šių emocijų intensyvumas ir koncentracija atskleidžia optimalių emocinių ir racionalių elementų derinį, kuris maksimizuoja ir pradinį patrauklumą, ir ilgalaikį pasitenkinimą. II kvadrante (teigiamos emocijos ir žemas sužadzinimas) dominuoja neapibrėžtumas ir dvejojimas, kuris rodo teigiamą potencialą, kalbėtojas jaučiasi pozityviai kalbėdamas apie projektą, tačiau projektas galimai turi probleminių aspektų, keliančių dvejonį. Šis emocinis fonas atskleidžia kompetentingo specialisto pasitikėjimą, tačiau be perdėto entuziazmo ar nerealistinio optimizmo. IV kvadrante (neigiamos

emocijos ir aukštas sužadzinimas) koncentruojasi emocinės pusiausvyros parametras, kuris indikuoja profesionalų projekto kompleksiško suvokimą. Kalbėtojas aktyviai analizuoja potencialius iššūkius, objektyviai vertina sudėtingus aspektus ir neslepia egzistuojančių problemų. Ši trikvadrantinė charakteristika atskleidžia aukšto profesionalaus pasitikėjimo, kuriam būdingas kritinis realybės vertinimas, emocinį profilį. Kalbėtojas palaiko teigiamą, bet ne perdėtai optimistinį požiūrį, rodantį atsakingą santykį su projekto iššūkiais.



3.5 pav. Daugiabučių projekto (I_c) Circumplex afekto modelis (sudaryta autoriaus)

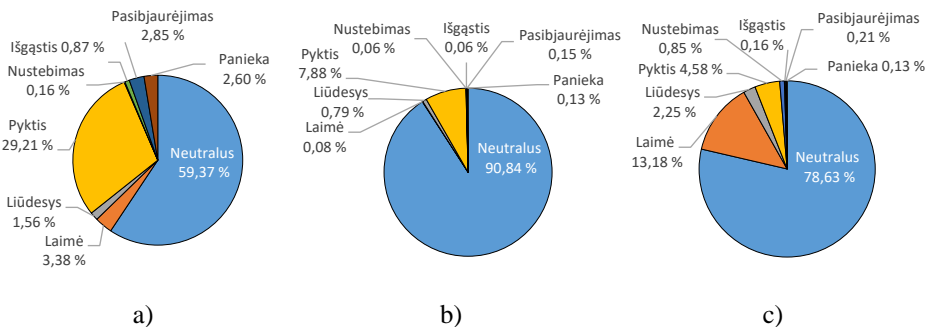
Fig. 3.5 Apartment complex project (I_c) circumplex affect model (compiled by the author)

Objektyvi trijų nekilnojamojo turto projektų emocijų analizė atskleidė aiškia patrauklumo hierarchiją: prekybos centras (I_b) demonstruoja išskirtinį optimizmą, daugiabučių kompleksas (I_c) rodo profesionalų realizmą, kuriam būdingas aukštas kompleksiško suvokimas, o sporto klubas (I_a) atskleidžia atsargų strateginį požiūrį. Circumplex metodologija pateikė objektyvią priemonę investiciniams sprendimams priimti, leidžiančią vertinti projektus ne tik pagal finansinius rodiklius, bet ir pagal tikrąsias kalbėtojų emocines reakcijas. Praktinė nauda – inves-

tuotojai gali teikti prioritetą projektams pagal emocijų stabilumo lygį, o kiekvienas segmentas gali taikyti diferencijuotas komunikacijos strategijas remiantis atskleistu emociniu profiliumi.

3.3. Veido išraiškų vizualizavimas Plutchiko afekto modelyje

Emocijų analizės sudėtingumas gali būti supaprastinamas atliekant ciklinį modeliavimą. Plutchik (1980b) teigia, kad erdvinis atvaizdavimas siekia identifikuoti evoliucinius afektų bruožus ir formuoja metodologinį pamatą fundamentaliems jausmams tirti. Emocijų analizei sukurtas aštuonių segmentų apskritiminės formos modelis, kuriame kiekviena biologiskai nulemta emocinė reakcija užima apibrėžtą poziciją. Šis Plutchiko afekto modelis apima pradines emocijas (džiaugsmą, melancholiją, įtūžį, išgąstį, pasibjaurėjimą, stebėjimąsi), papildomas kategorijas (niekinimą) ir ramybės būseną, kuriuos gali provokuoti tiek išorės, tiek vidaus impulsai. Pavyzdžiui, euforiją sukelia konkretus nekilnojamojo turto projekto pristatymas (Plutchik, 2001).



3.6 pav. Investicinių projektų emocinis vertinimas naudojant *FaceReader* (FR) programinę įrangą: a) sporto klubas (I_a), b) prekybos centras (I_b), c) daugiabučių kompleksas (I_c) (sudaryta autoriaus)

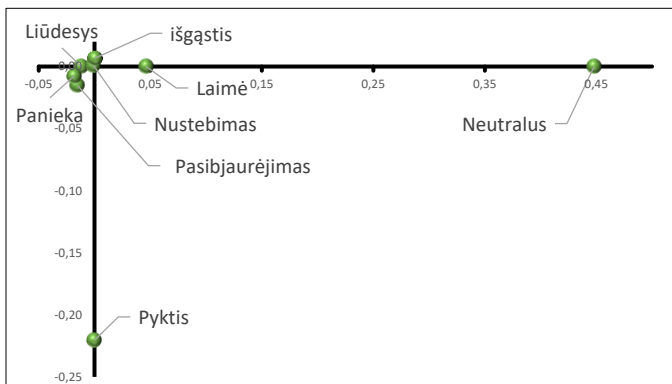
Fig. 3.6 Emotional assessment of investment projects using the *FaceReader* (FR) software: a) sports club (I_a), b) shopping centre (I_b), and c) apartment complex (I_c) (compiled by the author)

FaceReader technologija, paremta mašininio intelekto algoritmais ir daugiau nei 500 veido taškų analize, leidžia objektyviai įvertinti tiriamųjų emocines būsenas realiuoju laiku (Lewinski et al., 2014). Veido išraiškų interpretavimas grindžiamas Plutchiko emocijų modeliu. Šiame tyrime analizuoti investicinių projektų pristatymai, kurių metu fiksuoti tiriamųjų emociniai profiliai. Tyrimo tikslas – atskleisti autentiškas emocines reakcijas, atspindinčias tikrąjį tiriamųjų

požiūrį į pristatomą objektą, nepriklausomai nuo žodžiais išreikštos nuomonės (Skiendziel et al., 2019).

Analizuojamų septynių fundamentalių emocionalių komponentų (laimingas, liūdnas, piktas, išsigandęs, pasibjaurėjęs, nustebęs, niekinamas) *FaceReader* duomenys konvertuojami į Plutchiko apskritiminę koordinatių struktūrą, kur kiekvienas jausmas užima specialią kampinę vietą diagramoje: laimingas (0°), išsigandęs (90°), nustebęs (135°), liūdnas (180°), pasibjaurėjęs (225°), piktas (270°), niekinantis ($302,5^\circ$) (Plutchik, 1980b) (3.7, 3.8 ir 3.9 pav.). Toliau pateikiamos tyrimo išvados.

Sporto klubo (I_a) projekto emocijų analizės rezultatai atskleidžia reikšmingą emocinį disbalansą tiriamojo veido išraiškoje. Emocijų intensyvumo pasiskirstymo analizė rodo, kad neutralios emocijos sudaro dominuojančią dalį – 59,37 % viso emocinio spektro (žr. 3.6 pav., a, ir 3.7 pav.). Šis neutralumo dominavimas gali būti interpretuojamas kaip santūrus, racionalus tiriamojo požiūris į projekto veiklą, tačiau kartu gali signalizuoti ir emocijų slopinimo tendencijas. Aktyviai išreikštų emocijų spektre aiškiai dominuoja neigiamos emocijos, kurios bendrai sudaro 34,66 % viso intensyvumo.

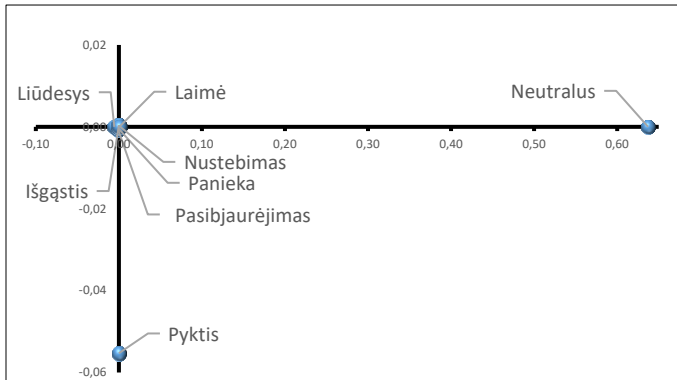


3.7 pav. Sporto klubo (I_a) projekto emocijų intensyvumo analizė pagal Plutchik modelį (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.7 Analysis of emotion intensity for the sports club (I_a) project according to Plutchik's model (compiled by the author)

Analizuojant neigiamas emocijas, ypač išsiskiria pykčio emocija, sudarnati 29,21 % viso emocinio spektro, bei pasibjaurėjimo emocijos – 2,85 %. Toks neigiamų emocijų koncentracijos lygis parodo tiriamojo nepasitenkinimą ir kritišką nusistatymą. Priešingai, teigiamų emocijų raiška yra itin ribota – laimės emocijos sudaro vos 3,38 % viso spektro, tai parodo minimalų pozityvų tiriamojo požiūrį į projekto pristatymą. Taip pat pažymėtina, kad išgąščio ir nustebimo

emocijos išreikštos minimaliai (1,03 %), tai gali reikšti emocinės reakcijos slopinimą arba adaptacijos procesus. Apibendrinus tyrimo duomenis matyti, kad sporto klubo projekto emocinė aplinka charakterizuojama kaip atsargi ir kritiška, kartu stokojama entuziazmo ir pozityvaus tiriamojo išitraukimo. Toks emocinis profilis formuoja projekto aplinką, kurioje dominuoja neutralus–neigiamas emocinis fonas, potencialiai ribojantis konstruktyvų dalyvavimą ir pozityvų projekto suvokimą.

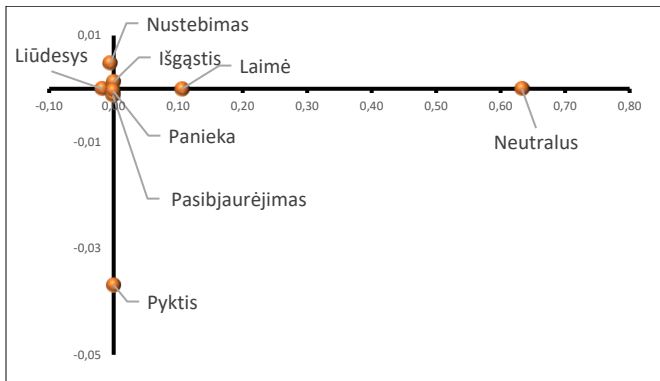


3.8 pav. Prekybos centro (I_b) projekto emocijų intensyvumo analizė pagal Plutchik modelį (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.8 Analysis of emotion intensity of the shopping centre (I_b) project according to Plutchik's model (compiled by the author)

Prekybos centro (I_b) projekto emocijų analizės rezultatai atskleidžia išskirtinai ryškų tiriamojo veido išraiškos emocinį disbalansą (3.6 pav., b, ir 3.8 pav.). Emocijų intensyvumo pasiskirstymo analizė rodo, kad dominuoja neutralios emocijos, net – 90,84 % visame emociniame spektre. Toks ypač aukštas neutralumo lygis parodo stiprią emocijų kontrolę arba apatišką tiriamojo nusistatymą dėl projekto pristatymo. Aktyviai reiškiamų emocijų segmente išlieka neigiamų emocijų dominavimas, nors bendras jų intensyvumas sumažėjo iki 8,16 %. Ypač išsiskiria pykčio emocija (7,88 %), o kitos neigiamos emocijos (pasibjaurėjimas, panieka, liūdesys) pasireiškia minimaliu intensyvumu. Tokia neigiamų emocijų koncentracija atskleidžia specifinius nepasitenkinimo šaltinius projekto kontekste. Ypatinę dėmesį reiktų atkreipti į drastišką teigiamų emocijų sumažėjimą. Laimės emocijos sudaro vos 0,08 % viso spektro, o tai rodo beveik visišką pozityvių emocijų nebuvimą. Taip pat minimaliai išreikštos išgąščio ir nustebimo emocijos (0,12 %). Tai gali reikšti emocinio jautrumo mažėjimą arba adaptacijos procesus. Tyrimo duomenų rezultatai atskleidžia prekybos centro projekto emocinę aplinką, kuri charakterizuojama ekstremaliu neutralumo lygiu su

epizodiškai pasireiškiančiais pykčio protrūkiais. Projektui būdingas beveik visiškai pozityvių emocijų ir emocinės įvairovės trūkumas. Toks emocinis profilis formuoja projekto atmosferą, kurioje vyrauja emocinis slopinimas arba apatiškumas, fundamentaliai ribojantis konstruktyvų dalyvių įsitraukimą ir objektyvų projekto vertinimą.



3.9 pav. Daugiabučių komplekso (I_c) emocijų intensyvumo analizė pagal Plutchik modelį (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.9 Analysis of emotion intensity of the apartment complex (I_c) according to Plutchik's model (compiled by the author)

Daugiabučių komplekso (I_c) projekto emocijų analizės rezultatai atskleidžia reikšmingą emocinės situacijos pagerėjimą, palyginti su I_a ir I_b projektais (3.6 pav., c, ir 3.9 pav.). Nors neutralių emocijų dominavimas išlieka aukštas (78,63 %), tačiau pažymėtinas teigiamų emocijų intensyvumo augimas. Laimės emocijos sudaro 13,18 % viso spektro, ir tai rodo pozityvų projekto suvokimo pokytį. Neigiamų emocijų intensyvumas, palyginti su I_b projektu, sumažėjo iki 4,92 %, iš kurių pykčio emocijos sudaro 4,58 %, o liūdesio – 2,25 % bendro intensyvumo. Nustebimo emocijos taip pat padidėjo iki 0,85 %. Tai gali reikšti didėjančią emocinį reagavimą ir aktyvesnį projektui skiriamą dėmesį. Bendras emocinis poveiklis charakterizuoja projekto aplinką, kurioje išlieka aukštas neutralumo lygis, tačiau formuojasi reikšmingos teigiamos emocijos, o neigiamų emocijų intensyvumas sumažėja. Tokia emocinė dinamika rodo pozityvų projekto suvokimą ir didėjančią konstruktyvų dalyvių įsitraukimą.

Lyginamoji trijų objektų (sporto klubo (I_a), prekybos centro (I_b) ir daugiabučių komplekso (I_c)) emocijų analizė atskleidžia aiškių emocinės dinamikos spektrą skirtingose projekto aplinkose. Sporto klubo projekto analizė parodė emocijų slopinimą neutraliausiai bei minimaliais teigiamų emocijų pro-

trūkiais. Prekybos centro projektas atskleidė tarpinę emocinę būseną, charakterizuojamą aukštu neutralumo lygiu ir mažėjančiu neigiamų emocijų intensyvumu. Daugiabučių komplekso projektas rodo konstruktyvesnės emocinės pusiausvyros pokyčius, kai formuojasi reikšmingos teigiamos emocijos (13,18 %), išlaikant vidutinį neutralumo lygį ir mažėjantį neigiamų emocijų intensyvumą.

3.4. Analizuojamo projekto pristatymo emocinės analizės tyrimas naudojant balso emocijų analizės technologiją

Emocijų analizės rezultatai, pristatant nekilnojamojo turto projektus, atskleidė svarbius komunikacijos aspektus, kurie gali daryti poveikį investicinių sprendimų formavimui ir visuomenės nuomonei. Pranešėjo emocinės reakcijos ir būsenos atskleidžia ne tik subjektyvų projektų suvokimą, bet ir potencialius probleminius aspektus, kuriuos sąmoningai ar nesąmoningai siekiama paslėpti ar sušvelninti. Moksliniai tyrimai patvirtina, kad emocijos labai veikia investicinių sprendimų formavimą. Irfan et al. (2023) nustatė, kad investuotojai yra emociškai paveikti priimant finansinių investicijų sprendimus, o tradicinės finansų paradigmos emocijas dažnai ignoruoja. Tai ypač aktualu nekilnojamojo turto sektoriuje, kur sprendimai pirkti ar parduoti nuosavybę retai grindžiami vien finansiniais skaičiavimais – emocijos čia yra labai svarbios (Irfan et al., 2023).

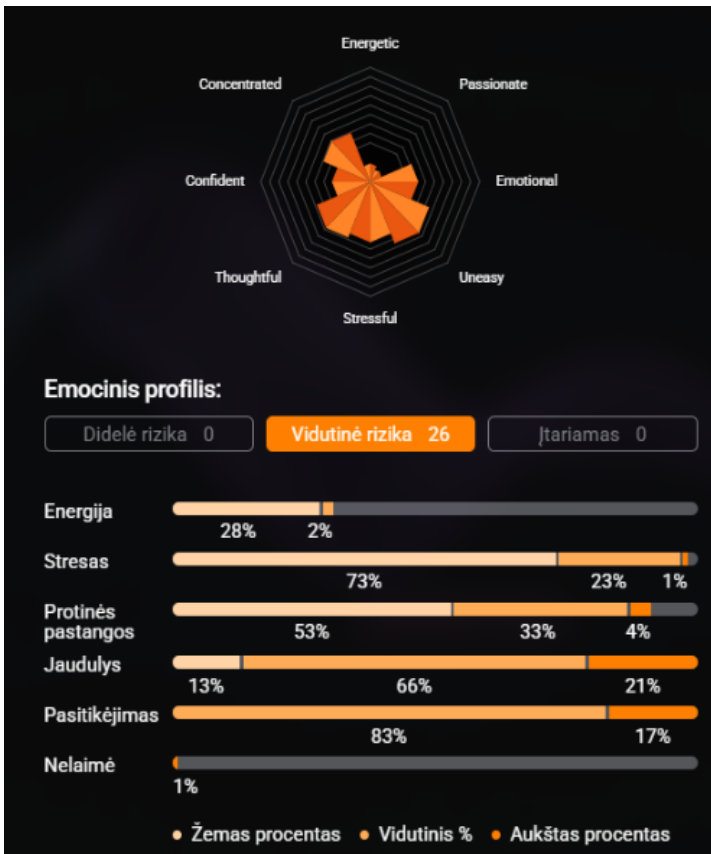
Siekiant parodyti LVA technologijos taikymo galimybes, šiame skyriuje kaip reprezentatyvus pavyzdys pasirinktas daugiabučių komplekso (I_c) projektas – aukščiausią naudingumo koeficientą (100 %) pasiekusi alternatyva. Tyrimo tikslas – išanalizuoti kalbėtojo emocines reakcijas ir būsenas projekto pristatymo metu bei identifikuoti emocijų intensyvumą, trukmę ir galimas jų kilimo priežastis. Emocinės analizės tyrimas atskleidė, kokie projekto aspektai sukelia didžiausią stresą, nerimą ar pasitikėjimą, o tai leidžia objektyviai įvertinti projekto pristatymo kokybę ir autentiškumą.

Empirinis tyrimas atliktas naudojant *Emotional Logic* programinę įrangą, kuria analizuotas 5 minučių 21 sekundės trukmės lietuvių kalba įrašytas daugiabučių komplekso pristatymas. Tyrime naudota LVA technologija, leidžianti realiuoju laiku identifikuoti aštuonis pagrindinius emocinius parametrus: energiją, sužadavimo lygį, emocionalumą, nerimą, stresą, susimąstymą, pasitikėjimą ir susikauptimą. Toliau pateikiama balso emocijų analizė daugiabučių kompleksui.

Emocijų analizė atskleidė keturis dominuojančius aspektus: kalbėtojo emocinėje būsenoje – nerimą (*Uneasy*), stresą (*Stressful*), pasitikėjimą (*Confident*), kalbėtojo emocinėje reakcijoje – susimąstymą (*Thoughtful*). Šis emocinis profilis formuoja nevienareikšmį vaizdą – profesionalus pasitikėjimas derinamas su paslėptais nerimo ir streso elementais.

Analizės metu nustatytos kalbėtojo emocinės būsenos ir reakcijos pristatant skirtingus daugiabučių projekto aspektus, tokius kaip vieta, istorinis kontekstas, infrastruktūra, gyvenimo sąlygos ir investicinis potencialas. Tyrimas atskleidė, kaip objektyvūs emociniai rodikliai atspindi pristatomą turinį, leidžiant identifikuoti kalbėtojo autentišką požiūrį į projektą.

Emocinio profilio suvestinėje (3.10 pav.) identifikuojamas santūrus emocinis fonas: 0 % didelės rizikos, 26 % vidutinės rizikos ir 0 % įtartinų segmentų. Nors šie rodikliai rodo kontroliuojamą pranešėjo emocinę įtampą, vidutinės rizikos segmentas (nustatantis emocinės reakcijos autentiškumo lygį) indikuoja apie nuolatinę emocinę įtampą, tipiškai patiriamą viešojo kalbėjimo metu.



3.10 pav. Kalbėtojo emocijų spektro analizė taikant LVA technologiją
Fig. 3.10 Analysis of the speaker's emotion spectrum using the LVA technology

Energijos analizė (3.10 pav.) atskleidžia charakteringą nekilnojamojo turto pristatymo ypatybę – žemą bendrą energijos aktyvumą (28 % žemas energijos

lygis, tik 2 % aukštas energijos lygis) su vidutinio lygio stresu (73 % vidutinis, 23 % aukštas). Šis energijos profilis pasižymi informatyviu pristatymo stiliumi, vengiančiu perdėto emocinio poveikio ir spaudimo. Sužadinimo rodikliai rodo subalansuotą pasiskirstymą. Kalbėtojas išlaiko profesionalų entuziazmą – 21 %, tačiau vengia perteklinio emocinio demonstravimo – 66 %, tai gali būti interpretuojama kaip atsargus požiūris į projekto perspektyvas. Pasitikėjimo savimi rodiklis 83 % aukštas, rodo, kad kalbėtojas demonstruoja aukštą savęs vertinimo lygį, kas yra tipiškas profesionaliems pristatymų vedėjams. Distreso lygis – tik 1 %, tai rodo minimalų psichologinį diskomfortą.

ChO	00:17	vilniaus upės senojo vilniaus	[Stressed: 5] [Confident: 3]
ChO	00:19	istorinio centro	[Confident: 4]
ChO	00:20	įtraukti į unesco paveldo	[Confident: 5] [Reticent: 3]

3.11 pav. Emocijų kaitos laiko ašis (00:17–00:20)
Fig. 3.11. Time axis of emotion change (00:17–00:20)

Nagrinėjant emocijų kaitą laiko ašyje (3.11 pav.), emocijų dinamikos analizė atskleidžia aiškias nerimo charakteristikas per pirmąsias 20 sek. (žr. 3.11 pav.). Šis emocinis atsakas siejamas su analizuojamo projekto lokalizacija Vilniaus miesto senamiestyje, kur kyla esminiai klausimai dėl istorinio paveldo išsaugojimo, UNESCO apsaugos zonos reikalavimų laikymosi, harmonijos tarp istorinių autentiškų ir šiuolaikinių sprendimų užtikrinimo. Nerimas charakterizuojamas STRESS žymėjimais ir nerimo indikatoriais: [Stressed:5], [Confident:5], [Reticent:3]. Reikšmingiausi emociniai momentai užfiksuoti infrastruktūros ir paslaugų aptarimo metu.

ChO	01:18	km spindulį nuo namų	HIGH STRESS [Stressed: 6] [Stress Point: 6] [Disbelief: 75]
ChO	01:20	randasi įvairios ugdymo	STRESS [Stressed: 4] [Uneasy Peak: 6]
ChO	01:22	įstaigos	CONFUSION [Agitated: 3] [High Risk: 95]

3.12 pav. Emocijų kaitos laiko ašis (01:18–01:22)
Fig. 3.12. Time axis of emotion change (01:18–01:22)

Analizė atskleidė du ypač intensyvius emocinio streso pikus: pirmasis kritinis momentas (01:18) – frazė „km spinduliu nuo namų“ artikuliacija sukėlė HIGH STRESS reakciją su streso indikatoriais [*Stressed:6*], [*Stress Point:6*], [*Disbelief:75*]. Nepasitikėjimo (DISBELIEF) koeficientas 75 rodo aukštą vidinių abejonių lygį dėl pateikiamos infrastruktūros tikrumo arba galimos klausytojų reakcijos į atstumo duomenis (3.12 pav.). Antrasis kritinis momentas (01:22) – žodžio „įstaigos“ tarimas sukėlė sumaišties (CONFUSION) būseną su [*Agitated:3*] intensyvumo rodikliu ir ypač aukštu [*High Risk:95*] rodikliu (3.12 pav.). Šis 95 % rizikos lygis indikuoja maksimalų emocinį diskomfortą kalbant apie švietimo įstaigas, tai gali atskleisti šios srities problemišumą.

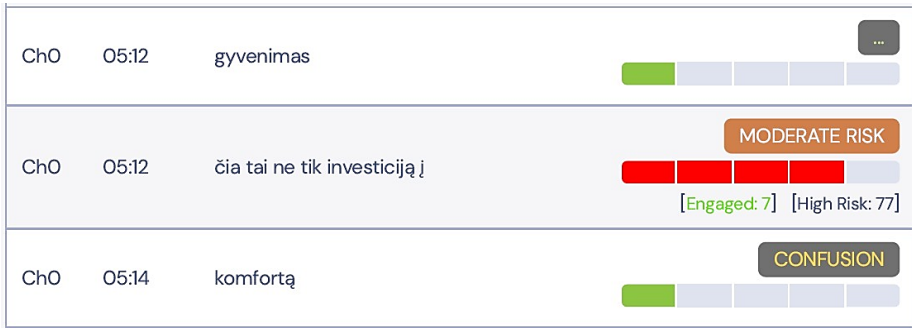
Investicinio potencialo segmento analizė (04:43–05:21) atskleidžia sudėtingą emocinį spektrą. Nors frazė „investiciniu požiūriu“ (04:43) sukėlė nerimo (UNEASY) reakciją, pasiekusią diskomforto piką [*Uneasy Peak: 9*], vėlesnis „turto kainų augimo potencialo“ (05:09–05:10) aptarimas sužadino entuziazmą (EXCITEMENT), nors diskomforto pikas [*Uneasy Peak: 9*] (3.13 pav.) išliko stabilus.



3.13 pav. Emocijų kaitos laiko ašis (04:40–05:10)
Fig. 3.13. Time axis of emotion change (04:40–05:10)

Šis paradoksalus derinys – sinchroniškas entuziazmas ir nerimas – atskleidžia kalbėtojo vidinį konfliktą dėl investicinių prognozių patikimumo. Tai patvirtina ir reakcija į frazę „čia tai ne tik investicija į komfortą“ (05:12): užfiksuotas

MODERATE RISK lygis su aukštais įsitraukimo [*Engaged: 7*], bei rizikos [*High Risk: 77*] rodikliais (3.14 pav.) signalizuoja apie stiprią emocinę įtampą, tiesiogiai susijusią su finansiniais aspektais.



3.14 pav. Emocijų kaitos laiko ašis (05:12–05:14)
Fig. 3.14 Time axis of emotion change (05:12–05:14)

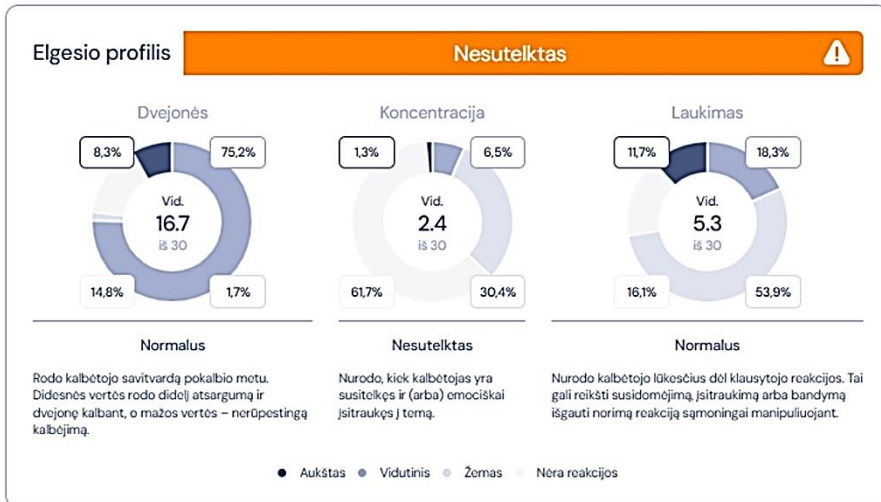
Streso profilio duomenys (3.15 pav.) atskleidžia vidinį nesuderinamumą: bendrasis streso lygio rodiklis (*Normal stress levels*) neatspindi lokalių nuokrypių, kuriuos fiksuoja *CL Stress Score* [*Abnormal:2*]. Tokia duomenų konfigūracija indikuoja specifinių stresorių sukeltą diskomfortą. Tai leidžia daryti prielaidą, kad kalbėtojas geba išlaikyti išorinę kontrolę, nors vidinė Sistema jau reaguoja į specifinius neigiamus stimulus.



3.15 pav. Streso profilio analizė
Fig. 3.15 Stress profile analysis

Įtampos proporcijų segmentų analizė (3.15 pav.) (43 žemo intensyvumo / 52 aukšto intensyvumo) atskleidžia dominuojantį aukštos įtampos modelį, tai indikuoja nuolatinio emocinio streso pobūdį visą pokalbio trukmę. Kritinio streso epizodai, užimantys du segmentus (0,8 % bendros trukmės), koreliuoja su infrastruktūros prieinamumo ir ekonominių veiksnių aptarimo momentais.

Elgesio profilis klasifikuojamas kaip *Unfocused* su charakteringais rodikliais: dvejojimas (*Hesitation*) 16,7/30, koncentracija (*Concentration*) 2,4/30, lūkestis (*Anticipation*) 5,3/30. Šie duomenys atskleidžia, kad kalbėtojas išlaikė savikontrolę, tačiau nepademonstravo intensyvių emocijų investavimui į pristatomą investicinį projektą (3.16 pav.). Žemas koncentracijos rodiklis (2,4/30) indikuoja „atstumo“ išlaikymą nuo projekto, tai gali būti interpretuojama kaip profesionalus objektyvumas arba kaip užslėptos abejonės dėl projekto perspektyvų.

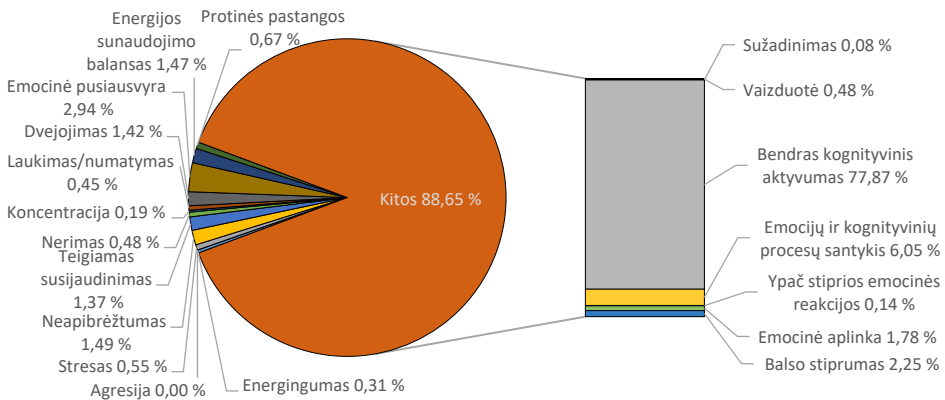


3.16 pav. Elgesio profilio analizė
Fig. 3.16 Analysis of the behaviour profile

Analizuojant temines sritis, pastebima, kad kalbėdamas apie istorinį kontekstą ir kultūrinį paveldą, kalbėtojas demonstravo santykinai žemą streso lygį ir tik su periodiniais STRESS žymėjimais. Tai rodo, kad nors istorija suvokiama kaip projekto stiprybė, ji kartu siejama su tam tikrais reguliaciniais ar praktiniais iššūkiais. Priešingai, didžiausias emocinis diskomfortas užfiksuotas aptariant praktinius gyvenimo aspektus: transportą, švietimą ir sveikatos priežiūrą. Šių temų nagrinėjimas sistemiskai generavo STRESS, CONFUSION ir HIGH STRESS reakcijas, o tai patvirtina rinkos tyrimų išvagas, jog nekilnojamojo turto investuotojai itin jautriai reaguoja į praktinį neapibrėžtumą ir rinkos kintamumą.

Technologinių sprendimų srityje kalbėtojas atskleidė itin kintančias emocijas: jei frazė „naujausios technologijos“ sukėlė STRESS, tai „maksimalų patogų“ – CONFUSION ir EXCITEMENT derinį. Toks emocinis svyravimas sukuria neapibrėžtumą dėl technologinių sistemų efektyvumo ar jų patikimumo.

Emocinės analizės rezultatai atskleidžia daugiasluoksnį kalbėtojo santykį su pristatomu daugiabučių kompleksu (3.17 pav.). Dominuojantis emocinis profilis – kontroliuojamas nerimas, derinamas su profesiniu pasitikėjimu – indikuoja apie projekto vertinimą, kuriame identifikuojami tiek stiprieji, tiek probleminiai aspektai. Didžiausi emociniai iššūkiai susiję su praktiniais gyvenimo aspektais: transporto infrastruktūros prieinamumu, švietimo įstaigų tinkamumu ir investiciniu potencialu. Šie aspektai sistemiškai kėlė streso pikus ir neapibrėžtumo reakcijas, o tai rodo potencialias projekto spragas arba neišspręstas sukurtos aplinkos problemas.



3.17 pav. Kalbėtojo emocijų analizės išsklotinė vertinant daugiabučių kompleksą (I_c) (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.17 Speaker's emotion analysis statement in the layout of the apartment complex (I_c) (compiled by the author)

Istorinis ir kultūrinis kontekstas suvokiamas kaip projekto stiprybė, sukeldamas minimalų emocinį diskomfortą. Priešingai, technologiniai sprendimai kelia dvejonių, o ekonominiai aspektai formuoja dvilypę reakciją – entuziazmą, lydimą vidinio nerimo. Ši emocinė konfigūracija atskleidžia autentišką, objektyvų pristatymo stilių, nors išvengta agresyvaus komercinio spaudimo, duomenys atskleidžia užslėptas kalbėtojo abejones dėl tam tikrų projekto dalių perspektyvumo.

3.5. Vidinės psichologinės pusiausvyros analizė nekilnojamojo turto investiciniuose projektuose: balso emocijų analizės technologijos taikymas

Tradiciniai nekilnojamojo turto investicijų vertinimo metodai dažnai remiasi objektyviaisiais parametrais ir racionalių sprendimų priėmimu, tačiau praktikoje investuotojai susiduria su intuicijos ir analitinių duomenų neatitiktimi. Toliau šiame skyriuje pristatomas tyrimas, naudojant LVA (Emotion logic, 2023) technologiją vidinės psichologinės pusiausvyros (konsonancijos) ir prieštaravimo (disonancijos) fenomenui identifikuoti nekilnojamojo turto projektų vertinimo procese.

Disonancija atsiranda, kai profesionalus projekto pranešėjas sąmoningai stengiasi palaikyti pozityvų komunikacijos toną, tačiau neverbaliniu lygmeniu reiškia galias abejones apie projekto perspektyvas. LVA technologija leidžia objektyviai išmatuoti šiuos vidinius prieštaravimus, analizuojant balso parametrų pokyčius ir emocines reakcijas realiuoju laiku.

Tyrimo analizuojami trys skirtingo tipo investavimo objektai: sporto klubas (I_a), prekybos centras (I_b) ir daugiabučių kompleksas (I_c). Pristatant kiekvieną projektą vertinamas emocijų pasikartojimo dažnis (P_d), vidutinė emocijos vertė (V_{ev}) ir bendras svoris visame komunikacijos procese (B_s). Tyrimo tikslas – objektyviai nustatyti kalbėtojo tikrąsias nuostatas kiekvieno projekto atžvilgiu, identifikuojant atvejus, kai pozityvus verbalinis pristatymas prieštarauja intuityviam projekto suvokimui. Emocinė analizė atskleidžia, ar profesionalus vertintojas tikrai tiki pristatomu projektu, ar patiria paslėptų abejonių, kurios gali signalizuoti apie realias, bet sąmoningai minimizuojamas rizikas. Šis vertinimas padėtų investuotojams priimti objektyvesnius sprendimus, atskleidžiant informaciją, kuri tradiciniuose vertinimo procesuose gali būti nuslėpta ar sąmoningai koreguojama.

Emocijų kategorijų klasifikavimas

LVA technologija, pagrįsta matematiniais metodais, automatiškai analizuoja ir klasifikuoja balso signalų pokyčius ir neįprastus šablonus pagal skirtingas emocines būsenas: stresą, sujaudinimą, sumaištį ir kitas emocijas. Šiam tyrimui naudojamas LVA technologijos dirbtinio intelekto sprendimas *FeelGPT-General Market Research*, kuris specializuojamas rinkos tyrimų srityje. Ši technologija geba analizuoti kalbėtojo emocijas, kalbos ypatumus ir verbalinius ženklus, identifikuojant probleminius aspektus, pagrindinius susidomėjimo objektus ir elgesio modelius.

FeelGPT-General Market Research technologija matuoja daugiau nei 30 skirtingų emocijų parametrų, kuriuos *FeelGPT* klasifikuoja į keturis

pagrindinius tipus: teigiamas emocijas (įsitraukęs, sužadintas, sujaudintas, entuziastingas, sužadavimo viršūnė, ryžtingas), neigiamas emocijas (paniškas, apimtas streso, sunerimęs, abejojantis, agresyvus), neutralias emocijas (uždaras, neutralus, diskomfortiškas) ir rizikos vertinimo kategorijas (aukšta rizika, vidutinė rizika, diskomforto pikas, įtampos momentas, dėmesio momentas). Sistemose naudojamos balų skalės nuo 0 iki 30, išskyrus rizikos rodiklius, kurie kritinėse situacijose gali siekti iki 95–100 balų (3.8 lentelė).

3.8 lentelė. Emocinių kategorijų klasifikavimas

Table 3.8. Classification of emotional categories

Emocijos	Apibrėžimas	Ribos	Psichologinė reikšmė
Teigiamos emocijos (pozityvios afektinės būsenos)			
Įsitraukęs (<i>Engaged</i>)	Įsipareigojimo ir aktyvaus dalyvavimo būseną, atspindinti gilų mąstymo įsitraukimą	*0–30	Aukštas motyvacijos ir dėmesio lygis
Sužadintas (<i>Arousal</i>)	Fiziologinė ir psichologinė sužadavimo būseną, didinanti susidomėjimą ir energijos lygį	*0–30	Bendras sužadavimo ir energijos lygis
Sujaudintas (<i>Excited</i>)	Intensyvus teigiamas emocinis susijaudinimas su lūkesčio elementais	*0–30	Entuziazmas ir pozityvus lūkestis
Entuziastingas (<i>Passionate</i>)	Intensyvi emocinė būseną su stipriu motyvacijos komponentu	*0–30	Entuziastinga motyvacija ir stiprus prisirišimas
Sužadavimo viršūnė (<i>Arousal Peak</i>)	Maksimalaus sužadavimo taškas sistemoje	Aukščiausias aptinkamas sužadavimo lygis	Kulminacinė sužadavimo būseną
Ryžtingas (<i>Assertive</i>)	Savęs patvirtinimo ir pasitikėjimo demonstracija	*0–30	Savęs patvirtinimo ir pasitikėjimo demonstracija
Neigiamos emocijos (negatyvios afektinės būsenos)			
Paniškas (<i>Frantic</i>)	Chaotiška psichomotorinio sujudimo būseną, susijusi su neorganizuota emocine reakcija	*0–30	Intensyvus nerimas ir kontrolės praradimas
Sunerimęs (<i>Agitated</i>)	Psichomotorinė sujudimo būseną, vidinio nerimo išraiška per fizinį nerimastingumą	*0–30	Vidinis konfliktas ir neramumas
Apimtas streso (<i>Stressed</i>)	Viena iš pagrindinių LVA kategorijų, matuojanti įvairius streso lygius – emocinį, globalų ir situacinį stresą	*0–30	Psichologinis ir fiziologinis spaudimas
Abegojantis (<i>Doubtful</i>)	Psichologinis ir fiziologinis spaudimas	*0–30	Pažintinio proceso neaiškumas ir svyravimas
Agresyvus (<i>Aggressive</i>)	Konfrontacinė elgsenos tendencija, gali būti siejama su gynybiniais mechanizmais	*0–30	Priešiškumas ir galimas informacijos slėpimas

3.8 lentelės pabaiga

Emocijos	Apibrėžimas	Ribos	Psichologinė reikšmė
Neutralios emocijos (afektinio stabilumo būsenos)			
Uždaras (<i>Reticent</i>)	Emocinės kontrolės ir atsargumo būseną	*0–30	Sąmoningas emocijų kontrolės mechanizmas
Neutralus (<i>Neutral</i>)	Neutrali emocinė būseną nepriklausoma nuo kitų žmonių	*0–30	Emocinis stabilumas ir balansas
Diskomfortas (<i>Uneasy</i>)	Matuoja nerimastingumo lygį	*0–30	Diskomforto jausmas ir vidinis nerimas
Rizikos vertinimo kategorijos (disonancijos vertinimo procesai)			
Vidutinė rizika (<i>Medium Risk</i>)	Vidutinio lygio rizikos vertinimas	Vidutinis rizikos lygis sistemoje	Pradinis išpėjamas signalas
Aukšta rizika (<i>High Risk</i>)	Vidutinis rizikos lygis	Aukštas rizikos lygis sistemoje	Stiprus išpėjamas signalas
Diskomforto pikas (<i>Uneasy Peak</i>)	Maksimalaus nerimastingumo taškas	Aukščiausias nerimastingumo lygis	Kulminacinė nerimo būseną
Įtampos momentas (<i>Stress Point</i>)	Kritinis streso taškas, kur streso lygis pasiekia kritinę ribą	Kritinis streso lygis sistemoje	Psichologinis lūžio momentas
Dėmesio momentas (<i>Focus Point</i>)	Dėmesio koncentracijos taškas, susijęs su <i>Concentration</i> ir <i>Mental Effort</i> kategorijomis	*0–30	Optimali pažintinio proceso koncentracija

* – objektyvių emocijų vertinimo skalė, kai jos lyginamos su visuomenės emocinėmis būsenomis, pateikiant kiekybinį asmens emocinės būsenos vaizdą (Emlo.Cloud/Documentation, 2025).

Toliau analizuojami sporto klubo, prekybos centro ir daugiabučių komplekso projektų pristatymų emociniai aspektai bei jų poveikis investiciniam sprendimui.

Sporto klubo (I_a) projektas: pristatymo trukmė 4 min. 30 sek., užfiksuoti 242 emociniai signalai, sudarytos 189 transkripto eilutės.

Sporto klubo (I_a) projekto LVA analizė atskleidžia disonancijos (prieštaravimo) fenomeną: kalbėtojas sąmoningai stengiasi palaikyti pozityvų pristatymo toną, tačiau neverbaliniu lygmeniu reiškia galias abejones projekto perspektyvoms. Aukščiausi rizikos rodikliai (*High Risk 95*) koncentruojasi keturiose kritinėse srityse: teritorijos charakteristikų vertinimo, pastato fizinės būklės problematikos, demografinės situacijos ir plėtros perspektyvų apribojimų.

Analizė atskleidžia aiškų vietos vertinimo prieštaravimą: maksimalus įsitraukimo lygis (*Engaged 10*) vertinant geografinę poziciją „tarp Geležinio Vilko ir Goštauto“ koreliuoja su bendru įsitraukimo (*Engaged*) kategorijos dominavimu $B_s = 34,30\%$ (3.9 lentelė), tačiau šis pozityvus įsitraukimas, lydintas aukščiausių rizikos rodiklių (*High Risk*), patvirtina vidutinės emocijos vertės ekstremumą $V_{ev} = 76,71$ (3.9 lentelė). Tai rodo gilų vidinį konfliktą tarp objektyvių vietos pranašumų ir subjektyvių abejonių dėl projekto fizinės realizacijos galimybių. Įsitraukimo (*Engaged*) kategorijos dominavimas indikuoja, kad pozityvus vertinimas yra selektyvus ir turi geografinės vietos pranašumų, tačiau nekompensoja fundamentalių infrastruktūros problemų. Analogiškas maksimalus įsitraukimas nustatytas vertinant vietos patrauklumą, „nors vieta atrodo patraukli“, ir prekybos infrastruktūros strateginę poziciją.

3.9 lentelė. Detali emocijų analizė sporto klubo (I_a) projektui

Table 3.9. Detailed analysis of emotions for the sports club (I_a) project

Emocijos	Pasi-kartojimo dažnis, P_d	Vidutinė emocijos vertė, V_{ev}	Bendras svoris, % B_s
Teigiamos			
Įsitraukęs (<i>Engaged</i>)	83	6,16	34,30
Sužadintas (<i>Arousal</i>)	31	2,58	12,81
Neigiamos			
Paniškas (<i>Frantic</i>)	1	3,00	0,41
Sunerimęs (<i>Agitated</i>)	1	5,00	0,41
Apimtas streso (<i>Stressed</i>)	13	4,23	5,37
Abejojantis (<i>Doubtful</i>)	10	1,20	4,13
Neutralios			
Uždaras (<i>Reticent</i>)	21	3,43	8,68
Neutralus (<i>Neutral</i>)	45	1,00	18,60
Rizikos vertinimo			
Vidutinė rizika (<i>Medium Risk</i>)	1	5,00	0,41
Aukšta rizika (<i>High Risk</i>)	7	76,71	2,89
Diskomforto pikas (<i>Uneasy Peak</i>)	28	7,11	11,57
Įtampos momentas (<i>Stress Point</i>)	1	6,00	0,41

Pastato fizinės būklės problematika identifikuojama kaip didžiausias streso šaltinis. Fragmento, „kuris atrodo neestetiskai“, analizė atskleidžia įsitraukimo ir diskomforto (*Engaged 3, Uneasy Peak 5*) ryšį su bendru diskomforto (*Uneasy Peak*) kategorijos rodikliu, kur $P_d = 28$ pasikartojimo atvejai, o $B_s = 11,57\%$ ben-

dras svoris (3.9 lentelė). Aukštas rizikos vertinimo rodiklis (*High Risk 95*) indikuoja fundamentalias objekto estetinio patrauklumo ir investicinio potencialo problemas. Demografinių duomenų pristatymo reakciją (*Arousal 3, High Risk 95*) perteikia bendras sužadavimo (*Arousal*) kategorijos žemas lygis $V_{ev} = 2,58$ (3.9 lentelė) ir aukštos rizikos (*High Risk*) kategorijos kritinis lygis, atsižvelgiant į kalbėtojo susirūpinimą dėl nepakankamos klientų bazės. Žemas sužadavimo lygis kartu su maksimaliu rizikos rodikliu rodo, kad demografiniai aspektai formuoja pagrindinį aukštos rizikos (*High Risk*) kategorijos komponentą ir yra nepalankūs projekto perspektyvoms. Plėtos galimybių tematika generuoja aukščiausius streso rodiklius: „tankios vietovės užstatymo struktūra“ kontekste maksimalus rizikos lygis (*High Risk 95*) indikuoja fundamentalias modernizacijos ir ekspansijos kliūtis, ribojančias ilgalaikį investicinį potencialą.

Charakteringa saugumo infrastruktūros paminėjimo reakcija: „taip pat yra Naujamiesčio policijos nuovada“ (*Arousal 2, High Risk 77*) patvirtina bendrą žemą sužadavimo (*Arousal*) kategorijos lygį ir aukštos rizikos (*High Risk*) intensyvumą. Žemas sužadavimo lygis kartu su aukštu rizikos rodikliu rodo, kad saugumo aspektai gali kelti ir papildomų susirūpinimų, o ne vien teikti komforto jausmą.

LVA analizė išryškina unikalų technologijos pranašumą atskleidžiant paslėptas rizikas, kurios tradiciniuose investicinio vertinimo procesuose gali būti nuslėptos ar minimizuotos. Neverbalinės komunikacijos analizė atskleidžia intuityviuoju lygmeniu identifikuojamas problemas, kurios gali daryti lemiamą poveikį investicinio projekto sėkmei. Tyrimas rodo, kaip profesinė patirtis leidžia kalbėtojui neverbaliniu lygmeniu identifikuoti projekto problemas, tačiau komunikacijos tikslai reikalauja pozityvaus informacijos perdavimo. Šis intuityvumas ir racionalumo konfliktas atskleidžiamas disonancijos kontekste, kai sąmoningas pozityvus vertinimas neleidžia geriau suvokti problematikos. Emocinis profilis rodo, kad kalbėtojas intuityviai supranta projekto problemas, tačiau sąmoningai bando jas neutralizuoti profesionaliu pristatymu. Neutralumo (*Neutral*) ir uždarumo (*Reticent*) bendras kategorijų $B_s = 27,28\%$ (3.9 lentelė) rodiklis rodo, kad kalbėtojas turi pakankamai emocinio stabilumo profesionaliam komunikacijos palaikymui, tačiau tai nepaveikia fundamentalių projekto problemų suvokimo. Kalbėtojas, nors ir profesionaliai pristato projekto informaciją, sąmoningas pateikimas prieštarauja intuityvioms nuojautoms, dėl to patiriamas vidinis stresas ir abejonės.

Aukštos rizikos kategorija rodo išskirtinumą: nors jos bendras svoris sudaro tik $B_s = 2,89\%$ (3.9 lentelė), vidutinė emocijos vertė siekia $V_{ev} = 76,71$. Tai rodo, kad rizikos koncentruojasi specifinėse srityse, kurios yra ypač svarbios ilgalaikiam investicinio projekto pelningumui užtikrinti: pastato fizinė būklė identifikuojama kaip didžiausias streso šaltinis; modernizacijos galimybės atskleidžia ateities perspektyvų trūkumą; demografinė situacija rodo klientų bazės ribotumą.

Remiantis LVA analizės rezultatais, rekomenduojama atlikti išsamų objekto fizinės būklės ir renovacijos poreikių vertinimą, išanalizuoti urbanistikos apribojimus ir plėtros galimybes, atlikti detalų demografinį ir konkurencinės aplinkos tyrimą, įvertinti alternatyvius vietos komercinės plėtros scenarijus. Sporto klubo (I_a) investicinis projektas kelia fundamentalių abejonių net ir jo pranešėjui. Įsitraukimo (*Engaged*) kategorijos dominavimas $B_s = 34,30\%$ (3.9 lentelė) nekompensuoja aukštos rizikos (*High Risk*) kategorijos ekstremumo $V_{ev} = 76,71$, tai sudaro didelę tikimybę nenumatytais problemoms iškilti realizuojant projektą.

Prekybos centro (I_b) projektas: pristatymo trukmė 4 min. 23 sek., užfiksuoti 809 emociniai signalai, sudarytos 195 transkripto eilutės.

Prekybos centro (I_b) LVA analizė atskleidžia unikalų vietos vertinimo paradoksą, kai strategiškai išskirtinė pozicija kartu generuoja maksimalų emocinį įsitraukimą ir kritinį rizikos suvokimą. Geografinės pozicijos kompleksinė interpretacija pabrėžia „šalia centrinės miesto dalies“ maksimalų įsitraukimą (*Engaged 10*), atitinkantį bendrą tendenciją su aukštu įsitraukimo (*Engaged*) kategorijos intensyvumu $V_{ev} = 9,21$ (3.10 lentelė) ir dominuojančiu bendru svoriu $B_s = 23,11\%$, tačiau kartu atkreipia dėmesį į kritinį rizikos lygį (*High Risk 95*) ir aukštą įtampos būseną (*Agitated 6*), o tai patvirtina ekstremalią (*High Risk*) kategorijos vertę $V_{ev} = 93,36$. Seniūnijos kontekste fragmento „susikerta su Stulginskio gatve“ aukščiausias įtampos lygis (*Agitated 7*) ir intensyvus entuziazmas (*Excited 7*) koreliuoja su bendrais nerimo (*Agitated*) $V_{ev} = 3,54$ ir susijaudinimo (*Excited*) (dominuojantis pasiskirstymas $B_s = 23,61\%$) (3.10 lentelė) kategorijų rodikliais.

Emocinė koncentracijos analizė atskleidžia maksimalų dėmesio momentą (*Focus Point 10*) dviejose kritinėse srityse: vertinant klientų pakankamumą (*Assertive 2, Engaged 10, Excited 3, Focus Point 10, High Risk 95*) ir suvokiant istorinę vertę „istorinį“ (*Aggressive 3, Engaged 10, Excited 6, Focus Point 10, High Risk 95*). Ši išraiška koreliuoja su bendru aukštu dėmesio (*Focus Point*) kategorijos intensyvumu $V_{ev} = 7$, nors bendras svoris yra selektyvus $B_s = 0,74\%$ (3.10 lentelė). Abiejose situacijose galima matyti maksimalų dėmesio koncentracijos lygį kartu su kritiniais rizikos rodikliais pastebint, kad šie aspektai yra lemiami priimant investicinį sprendimą.

Entuziazmo ir susižavėjimo kulminacija „1978“ (*Fascination Peak 5*) kontekste koreliuoja su bendru susijaudinimo (*Excited*) kategorijos dominavimu $B_s = 23,61\%$ (3.10 lentelė) ir vidutinio intensyvumo lygiu $V_{ev} = 4,82$. Tai sisteminį istorinių aspektų vertinimą pabrėžia kaip vieną pagrindinių pozityvaus vertinimo komponentų. Investuotojų tematikos streso analizėje fragmento „ieškantys“ aukščiausias susierzinimo lygis (*Agitated 11*) viršija bendrą nerimo (*Agitated*) kategorijos vidutinę vertę $V_{ev} = 3,54$. Tai rodo, kad investuotojų tema yra vienas pagrindinių įtampos generatorių. Vidutinės rizikos (*Medium Risk 7*)

rodiklis koreliuoja su bendra vidutinės rizikos (*Medium Risk*) kategorijos verte $V_{ev} = 6,33$.

Kultūrinio paveldo UNESCO statuso vertinimo agresyvumo reakcija (*Aggressive 5*) viršija bendrą agresyvumo (*Aggressive*) kategorijos vidutinę vertę $V_{ev} = 2,57$ (3.10 lentelė). Tai rodo, kad kultūrinio paveldo aspektai yra specifinis agresyvumo šaltinis. Kartu maksimalus įsitraukimas (*Engaged 10*) atitinka bendrą aukštą įsitraukimo (*Engaged*) kategorijos intensyvumą. Ši prieštara (dichotomija) atskleidžia fundamentalų konfliktą tarp kultūrinio paveldo kaip pridėtinės vertės šaltinio ir potencialių projektavimo bei modernizavimo apribojimų.

3.10 lentelė. Detali emocijų analizė prekybos centro (I_b) projektui

Table 3.10. Detailed analysis of emotions for the shopping centre (I_b) project

Emocijos	Pasi-kartojimo dažnis, P_d	Vidutinė emocijos vertė, V_{ev}	Bendras svoris, % B_s
Teigiamos			
Įsitraukęs (<i>Engaged</i>)	187	9,21	23,11
Sužadintas (<i>Arousal</i>)	92	3,07	11,37
Sujaudintas (<i>Excited</i>)	191	4,82	23,61
Entuziastingas (<i>Passionate</i>)	1	2,00	0,12
Sužadavimo viršūnė (<i>Arousal Peak</i>)	1	5,00	0,12
Ryžtingas (<i>Assertive</i>)	89	3,57	11,00
Neigiamos			
Paniškas (<i>Frantic</i>)	1	1,00	0,12
Sunerimęs (<i>Agitated</i>)	46	3,54	5,69
Agresyvus (<i>Aggressive</i>)	92	2,57	11,37
Abejojantis (<i>Doubtful</i>)	4	1,25	0,49
Neutralios			
Uždaras (<i>Reticent</i>)	18	2,72	2,22
Rizikos vertinimo			
Vidutinė rizika (<i>Medium Risk</i>)	3	6,33	0,37
Aukšta rizika (<i>High Risk</i>)	77	93,36	9,52
Diskomforto pikas (<i>Uneasy Peak</i>)	1	7,00	0,12
Dėmesio momentas (<i>Focus Point</i>)	6	7,00	0,74

Analizė atskleidžia aukštos kvalifikacijos specialisto emocijų profilį, kuris demonstruoja sistemiską maksimalų įsitraukimą (*Engaged 10* visuose pagrindinių aspektų vertinimuose), diferencijuotą rizikos suvokimą (*High Risk 95* strateginėse srityse, *Medium Risk 7* operacinėse srityse) ir kontroliuojamą

agresyvumą (*Aggressive 2–5* balų diapazone), rodantį ne priešišumą, bet intensyvų profesionalų susitelkimą. Kalbėtojas demonstruoja aukštą emocinio intelekto lygį, gebėdamas išlaikyti maksimalų įsitraukimą, nepaisant aukštų rizikos rodiklių diferencijuoti streso šaltinius (kritinė ir vidutinė rizika) ir integruoti prieštarigus aspektus (entuziazmas + realizmas). Skirtingai nuo tipinių disonancijos atvejų, šioje analizėje fiksuojamas brandus profesionalus požiūris, kai prieštaringos emocijos pripažįstamos ir integruojamos, rizikos suvokimas neblokuoja pozityvaus vertinimo, o išlaikomas balansas tarp entuziazmo ir realizmo.

Strateginių pranašumų ir rizikų matrica atskleidžia aukšto potencialo sritis: vietos unikalumą su maksimaliu įsitraukimu visuose geografinės pozicijos aspektuose, istorinę vertę su entuziastingai (*Passionate*) generuojama pridėtine verte ir strateginę poziciją su nuosekliai aukštais susijaudinimo (*Excited*) rodikliais. Nustatytos dvi kritinių rizikų koncentracijos. Pirmoji – vietos iššūkiai, kurios geografiniai aspektai generuoja klientų bazės neapibrėžtumą, pasireiškiantį aukštos rizikos rodikliu (*High Risk 95*) ir žemu dėmesio koncentracijos lygiu (*Focus Point 10*). Antroji – kultūrinio paveldo apribojimai, kurių konteksto vertinimas sukėlė agresyvumo reakcijas su kritišku rizikos rodikliu (*High Risk 95*). LVA duomenys patvirtina aukštą kalbėtojo profesionalios kompetencijos lygį per sistemiską maksimalų įsitraukimą (*Engaged 10*), diferencijuotą rizikos vertinimą (*High Risk* ir *Medium Risk*) ir emocinio balanso išlaikymą streso situacijose.

Prioritetinės analizės sritys apima detalų vietos iššūkių vertinimą, atsižvelgiant į kritinių rizikos rodiklių koncentraciją geografinės pozicijos aspektuose, klientų bazės tyrimus, atsižvelgiant į *Focus Point* maksimumą ir *High Risk* kombinaciją, bei kultūrinio paveldo apribojimų analizę, atsižvelgiant į ambivalentiškas reakcijas UNESCO kontekste.

Prekybos centro investicinis projektas rodo aukšto potencialo ir aukštos rizikos kombinaciją, valdomą profesionalaus, emociškai brandaus specialisto. LVA analizė atskleidžia, kad projektas turi realios investicinės sėkmės potencialą, tačiau reikalauja išsamių specifinių sprendimų vietos klausimu, klientų bazės ir kultūrinio paveldo srityse. Emocinis profilis rodo atsargiai optimistišką, bet realistišką vertinimą aukštu profesionalumo lygiu, o tai pabrėžia patikimą investicinio sprendimo pagrindą su sąlyga, kad bus sprendžiami identifikuoti rizikos aspektai.

Daugiabučių komplekso (Ic) projektas: pristatymo trukmė 5 min. 21 sek., užfiksuotas 271 emocinis signalas, sudaryta 231 transkripto eilutė.

Analizė atskleidžia fundamentalų kalbėtojo prieštaravimą vertinant vietą. Pristatymo pradžioje kalbėtojas patiria maksimalų sužadimą kalbėdamas apie

vieta „Vilniaus širdyje“ kartu jausdamas nerimą, rodantį vidinį konfliktą tarp entuziazmo vietos prestižui ir realių aspektų. Šis maksimalus išitraukimas (*Engaged 10*) kartu su nerimu (*Uneasy 6*) koreliuoja su bendru susijaudinimo (*Engaged*) kategorijos vidutinišku svorio pasiskirstymu $B_s = 9,59\%$ ir diskomforto (*Uneasy*) kategorijos koncentracija $B_s = 5,90\%$ (3.11 lentelė). Kontrasto situacija atsiskleidžia „prie Vilnelės kanalo“ fragmento analizėje, kur kalbėtojas patiria maksimalų streso lygį (*High Risk 95*). Tai indikuoja, kad kalbėtojas supranta vietos prestižą, tačiau žino apie konkrečias, bet neatskleistas geografines problemas – galbūt potvynių riziką, drėgmės problemas ar aplinkos taršos aspektus. Žemas susijaudinimo lygis (*Arousal 3*) rodo bandymus kontroliuoti emocijas. Tai patvirtina rizikos (*High Risk*) kategorijos išskirtinumą $V_{ev} = 91,73$ (3.11 lentelė).

3.11 lentelė. Detali emocijų analizė daugiabučių komplekso (I_c) projektui

Table 3.11. Detailed analysis of emotions for an apartment complex (I_c) project

Emocijos	Pasi-kartojimo dažnis, P_d	Vidutinė emocijos vertė, V_{ev}	Bendras svoris, % B_s
Teigiamos			
Susijaudinęs (<i>Engaged</i>)	26	5,12	9,59
Sužadintas (<i>Arousal</i>)	11	2,82	4,06
Neigiamos			
Sunerimęs (<i>Agitated</i>)	22	2,95	8,12
Stresas (<i>Stressed</i>)	21	4,05	7,75
Abejojantis (<i>Doubtful</i>)	4	1,25	1,48
Neutralios			
Uždaras (<i>Reticent</i>)	29	3,38	10,70
Neutralus (<i>Neutral</i>)	124	1,00	45,76
Diskomfortas (<i>Uneasy</i>)	16	7,75	5,90
Rizikos vertinimo			
Dėmesio momentas (<i>Focus Point</i>)	3	5,33	1,11
Aukšta rizika (<i>High Risk</i>)	11	91,73	4,06
Diskomforto pikas (<i>Uneasy Peak</i>)	16	7,75	5,90
Įtampos momentas (<i>Stress Point</i>)	1	6,00	0,37

Sisteminis aukštas rizikos lygis infrastruktūros kontekstuose „yra įvairios ugdymo įstaigos“ su aukštais streso rodikliais (*Stressed 4*, *Uneasy Peak 6*, *High Risk 95*) koreliuoja su bendru streso (*Stressed*) kategorijos svoriu $B_s = 7,75\%$ ir aukštu diskomforto (*Uneasy Peak*) pasikartojimo dažniu $P_d = 16$ (3.11 lentelė). „Kilometro spinduliu nuo namų“ (*Stress Point 6*) kartu su maksimaliais rizikos rodik-

liais atitinka bendrą streso (*Stress Point*) kategorijos minimumą $B_s = 0,37\%$. Tai rodo išskirtinį šio fragmento streso lygį ir gilų kalbėtojo skepticizmą dėl realaus paslaugų prieinamumo.

Nerimo pikai kalbant apie investicinį potencialą (*Uneasy Peak 10*) ir investicinį požiūrį (*Uneasy Peak 9*) viršija bendrą diskomforto (*Uneasy Peak*) kategorijos vidutinę vertę $V_{ev} = 7,75$ (3.11 lentelė). Parodoma, kad investicijos tema yra viena pagrindinių nerimastingumo priežasčių atskleidžiant galias abejones dėl projekto ekonominio pagrįstumo. Tai kontrastuoja su entuziazmu dėl technologinių sprendimų, apibūdinant energinį naudingumą, tai rodo profesionalų objekto vertinimą.

Maksimalus rizikos lygis, užfiksuotas kalbant apie gyventojų skaičių „žmonių“ (*High Risk 95*) kartu su žemu sužadavimo rodikliu (*Arousal 3*) koreliuoja su bendru rizikos (*High Risk*) kategorijos maksimumu $V_{ev} = 91,73$ ir sužadavimo (*Arousal*) kategorijos minimumu $B_s = 4,06\%$ (3.11 lentelė). Šie rodikliai signalizuoja apie galimas demografines problemas ar nepalankias gyventojų skaičiaus prognozes projekto kontekste. Nerimo piko lygis pasiekiamas kalbant apie „išskirtines galimybes poilsiui ir atsipalaidavimui“, kur žemas įtampos lygis (*Agitated 1*) kontrastuoja su bendru nerimo (*Agitated*) kategorijos svoriu $B_s = 8,12\%$ (3.11 lentelė), o maksimalus nerimo pikas (*Uneasy Peak 10*) viršija bendrą kategorijos vidutinę vertę, galinčią nusakyti nerealistišką ir perdėtą teiginį. Paradoksali situacija nustatyta kalbėtojui bandant perteikti poetišką vietovės grožį „ši vieta alsuoja“, kurio metu patiriamas maksimalus stresas (*High Risk 95*). Tai patvirtina aukštos rizikos (*High Risk*) selektyvumą ir kritinį lygį, gali indikuoti dirbtinumą ir neįtikėtinus teiginius apie vietą.

Neutralios (*Neutral*) kategorijos absoliutusias dominavimas $B_s = 45,76\%$ kartu su atsargumo (*Reticent*) bendru svoriu $B_s = 10,70\%$ (3.11 lentelė) patvirtina pamatuotą kalbėtojo sistemingą emocinio saviregulavimo strategiją. Bendras neutralių kategorijų svoris $B_s = 56,46\%$ indikuoja, kad daugiau nei pusė komunikacijos yra emociškai kontroliuojama, o tai rodo klasikinę psichologinę konfliktą – kalbėtojas privalo pozityviai pristatyti projektą, tačiau profesinė kompetencija ir sąžinė atskleidžia problemiškus aspektus neverbaliniu komunikacijos lygmeniu.

Susijaudinimo (*Engaged*) kategorijos žemas bendras svoris $B_s = 9,59\%$ kartu su vidutine verte $V_{ev} = 5,12$ (3.11 lentelė) – gerokai žemesne nei ankstesnių projektų – rodo ribotą entuziazmą ir profesionalų atsargumą. Sužadavimo (*Arousal*) kategorijos minimalumas $B_s = 4,06\%$ patvirtina prislopintą emocinį atsaką projekto aspektams. Žemas bendras teigiamų susijaudinimo emocijų ir sužadavimo svoris ($Engaged B_s = 9,59\% + Arousal B_s = 4,06\% = 13,65\%$) (3.11 lentelė), palyginti su neutralumu $B_s = 45,76\%$, kiekybiškai patvirtina autentiškumo trūkumą pozityviai vertinant projektą. Tai rodo, kad pozityvūs aspektai yra labiau sąmoningi nei spontaniški.

Aukštos rizikos (*High Risk*) kategorijos maksimumas $V_{ev} = 91,73$ kartu su selektyviu pasiskirstymu $B_s = 4,06\%$ (3.11 lentelė) rodo dichotomišką rizikos suvokimą: specifinės sritys generuoja beveik maksimalų stresą. Abejonių (*Doubtful*) kategorijos minimumas $B_s = 1,48\%$ rodo, kad abejonės nėra sisteminės, bet sutelktos į specifines sritis: į vietos problematiką, infrastruktūros realumą, investicinį pagrįstumą ir demografinius iššūkius. Pristatant projektą, tikras entuziazmas pasireiškia tik keliuose srityse, kalbant apie aplinkos draugiškumą, daugiabučių koncepciją ir energinį efektyvumą. Tai rodo, kad kalbėtojas tikrai tiki technologiniais ir conceptualiais projekto aspektais, tačiau aukšti pabrėžimo rodikliai kartu su maksimaliais rizikos lygiais rodo sąmoningo kompensavimo mechanizmą.

Teigiamų emocijų minimumas $B_s = 13,65\%$ kartu su dominuojančiu neutralumu $B_s = 45,76\%$ (3.11 lentelė) indikuoja žemą kalbėtojo tikėjimo projektu lygį. Palyginti su ankstesniais projektais, šis rodiklis signalizuoja apie fundamentalius projekto trūkumus. Aukštos rizikos (*High Risk*) kategorijos ekstremumas $V_{ev} = 91,73$ (3.11 lentelė) rodo, kad kritinės rizikos koncentruojasi į vietos problematiką (Vilnelės kanalo aplinka), infrastruktūros realumą (ugdymo įstaigos, paslaugų prieinamumas), investicinį pagrįstumą (ekonominio pelningumo abejonės) ir demografinius iššūkius (gyventojų skaičiaus ir struktūros problemos). Absoliutus *Neutral* kategorijos dominavimas $B_s = 45,76\%$ (3.11 lentelė) indikuoja, kad kalbėtojas daugiau kontroliuoja komunikaciją nei natūraliai reaguoja į projekto aspektus. Tai gali signalizuoti apie profesionalaus įsipareigojimo ir realios nuomonės konfliktą. Skirtingai nuo ankstesnių projektų, šis investicinis objektas demonstruoja žemą autentiškumo lygį ir aukštą kontroliuojamos komunikacijos pasiskirstymą.

Bendros tyrimo išvados

Prekybos centro investicinis projektas atskleidžia absoliučią lyderystę visų emocinio vertinimo parametru srityje. Lyginant su sporto klubu, prekybos centras rodo kur kas aukštesnį teigiamų emocijų lygį – (I_a) 47,11 % prieš (I_b) 69,34 %, tai sudaro 22,23 procentinio punkto skirtumą tikėjimo projektu. Dar svarbesnis yra rizikos valdymo pranašumas – prekybos centras generuoja 4,54 % mažesnę rizikos vertinimą – (I_b) 10,75 % prieš (I_a) 15,29 %, tai rodo problemų sprendimo suvokimą. Komunikacijos kokybės aspektu prekybos centro komunikacija (I_b) 2,22 % kontrastuoja su sporto klubo pristatymu (I_a) 27,27 %, tai rodo 25,05 procentinio punkto skirtumą neutralumo naudai (3.12 lentelė).

3.12 lentelė. Investicinių projektų emocinio profilio palyginimas**Table 3.12.** Comparison of the emotional profile of investment projects

Investicinis projektas	Teigiamos, %	Neigiamos, %	Neutralios, %	Rizikos vertinimo, %
Sporto klubas (I_a)	47,11	10,33	27,27	15,29
Prekybos centras (I_b)	69,34	17,68	2,22	10,75
Daugiabučių kompleksas (I_c)	13,65	17,34	62,36	11,44

Palyginus prekybos centro ir daugiabučių komplekso projektus, atsiskleidžia didelis investicinės vertės skirtumas. Teigiamų emocijų skirtumas siekia 55,69 procentinio punkto – (I_b) 69,34 % prieš (I_c) 13,65 %. Tai rodo beveik penkis kartus aukštesnį kalbėtojo tikėjimo prekybos centro projektu lygį. Komunikacijos neutralumo aspektu skirtumas dar ryškesnis – 60,14 procentinio punkto (I_b) 2,22 % prieš (I_c) 62,36 %), tai atskleidžia esminį kontrastą tarp nuoširdaus pristatymo ir dirbtinai kontroliuojamos komunikacijos. Daugiabučių kompleksas yra problemišiausias projektas tarp visų trijų analizuotų objektų. Palyginti su sporto klubu, jis rodo keturis kartus žemesnį teigiamų emocijų lygį – (I_c) 13,65 % prieš (I_a) 47,11 %. Ekstremali komunikacijos kontrolė (I_b) 62,36 % (3.12 lentelė) atskleidžia sistemingą problemų slėpimą. Tai klasikinis „profesinės pareigos sindromas“ – kalbėtojas pristato projektą iš įsipareigojimo, o ne dėl tikro tikėjimo projektu.

Sporto klubo projektas užima tarpinę poziciją su aiškiai apibrėžiamais pranašumais ir trūkumais. Palyginti su daugiabučių kompleksu, sporto klubas rodo gerokai aukštesnį teigiamų emocijų lygį (I_a) 47,11 % prieš (I_c) 13,65 %, tai sudaro 33,46 procentinio punkto skirtumą ir rodo didesnę kalbėtojo pasitikėjimą projektu. Komunikacijos kokybės srityje sporto klubas taip pat pranašesnis – 35,09 procentinio punkto mažesnis dirbtinis kontrolės lygis – (I_a) 27,27 % prieš (I_c) 62,36 % rodo geresnę kalbėtojo pozicijos patikimumą. Tačiau sporto klubas rodo aukščiausią rizikos lygį (I_a) 15,29 % (3.12 lentelė) tarp visų projektų. Nors kalbėtojas supranta geografinės vietos pranašumus, profesinė patirtis atskleidžia rimtas problemas: pastato būklę, demografinę situaciją ir plėtros ribojimus. Teigiamos emocijos nekompensuoja aukšto streso lygio, tai patvirtina neišspręstų problemų egzistavimą.

Analizė atskleidžia tris skirtingus rizikos valdymo modelius. Prekybos centras demonstruoja žemiausią riziką, kai problemos suvokiamos kaip sprendžiamos ir kalbėtojas nuoširdžiai tiki projektu. Sporto klubas priskiriamas vidutinės rizikos

kategorijai – matomas potencialas, bet kartu ir rimti iššūkiai, kai teigiamos emocijos nekompensuoja streso lygio. Daugiabučių kompleksas rodo aukščiausią riziką dėl sistemingo problemų slėpimo, nes kalbėtojas iš esmės netiki tuo, ką sako.

Investicinės rekomendacijos formuoja aiškų prioritetų spektrą. Prekybos centrui rekomenduojama investuoti be papildomų apribojimų, nes visi emociniai rodikliai indikuoja aukštą sėkmės tikimybę. Sporto klubui patariama investuoti tik atlikus išsamius papildomus tyrimus – potencialas egzistuoja, bet reikalauja fundamentalių problemų sprendimo. Rekomenduojama vengti investicijų į daugiabučių kompleksą, nes kritinis patikimumo trūkumas rodo neatskleistas ir potencialiai nevaldomas problemas.

Galutinis rizikos palyginimas atskleidžia, kad prekybos centras pasižymi baziniu rizikos lygiu, sporto klubas – 1,4 karto aukštesniu rizikos lygiu, o daugiabučių komplekso rizika sunkiai nustatoma įprastiniais metodais dėl užfiksuoto sistemingo neutralių emocinių reakcijų dominavimo. Projektų rizikos skiriasi ne tik kiekybiškai, bet ir kokybiškai – nuo kontroliuojamų ir sprendžiamų problemų iki paslėptų ir galimai nevaldomų rizikų, tai formuoja aiškią investicinių prioritetų hierarchiją.

Gauti rezultatai rodo, kad emociniai veiksniai gali reikšmingai paveikti analizuojamų investicinių projektų metinės kvadratinio metro nuomos kainos formavimąsi.

3.6. Emocijų ir aplinkos veiksnių sąveika kuriant emocinį balansą

Emocinė gerovė ir gyvenimo kokybė yra neatsiejamai susijusios su žmogaus nuotaikos būseną. Moksliniais tyrimais atskleista, kad net ir racionalumo reikalaujančiose srityse, pavyzdžiui, nekilnojamojo turto investavimo, žmonių sprendimus labai veikia emociniai veiksniai (Rath et al., 2014). Emocinė pusiausvyra priklauso nuo sudėtingos vidinių ir išorinių veiksnių sąveikos, kurios reikšmė vis plačiau pripažįstama šiuolaikiniuose tyrimuose. Šiame skyriuje analizuojama žmogaus vidinių būsenų – emocijų (laimė, liūdesys), fiziologinių reakcijų (stresas, energija, susijaudinimas) ir pažintinių procesų (koncentracija, dvejonės, pažinimas, mąstymas, pusiausvyra, sužadinimas, valentingumas, nuojauta) koreliacija su įvairiais aplinkos veiksniais. Tyrinėjama jutiminių (muzika, filmai, apšvietimas, garsai), informacinių (naujienos) ir fizinių aplinkos parametrų (drėgmė, temperatūra, deguonis, oro slėgis, tarša, rasos taškas) įtaka psichologiniam fonui. Tyrimo tikslas – nustatyti optimalias aplinkos sąlygas, kurios skatintų emocinę pusiausvyrą ir psichofiziologinę harmoniją, taip sukuriant mokslinį pagrindą gerovę didinančioms gyvenamosioms, darbo ir poilsio erdvėms projektuoti.

Muzika

Šiuolaikiniais psichoakustiniais tyrimais atskleistas kompleksinis muzikos ir aplinkos garsų poveikis žmogaus psichologinei būsenai. Kaip teigia Chanda ir Levitin (2013), muzika veikia tiek neurofiziologinius mechanizmus (autonominę nervų sistemą, smegenų aktyvaciją), tiek psichologinius procesus (emocijas, dėmesį, atmintį). Alvarsson et al. (2010) ir Thoma et al. (2013) atlikti tyrimai atskleidė, kad muzikos ir aplinkos garsų kombinacijos sukuria reiškinį, viršijantį atskirų stimulų sumą. Šį efektą patvirtino Zhang et al. (2017) atlikti eksperimentai, kurie parodė, kad kompozicijos, kuriose muzikos elementai harmoningai integruojami su gamtos garsais (vandens, lietaus), sukuria gilesnę atsipalaidavimo jausmą nei bet kuris elementas atskirai. Nilsson (2009) nustatė, kad skirtingi muzikos elementai (tempas, tonacija, tembras, harmonija, ritmas) specifiskai moduliuoja centrinės nervų sistemos veiklą. Lėto tempo (60–80 dūžių per minutę) muzika, atitinkanti natūralų atsipalaidavusio žmogaus širdies ritmą, skatina parasimpatinės nervų sistemos aktyvumą ir mažina stresą – būtent todėl gamtos garsai, klasikinės muzikos kūriniai, meditacinė muzika, baladės ir kitos lėtos kompozicijos dažnai naudojamos terapiniams ir relaksaciniams tikslams. Greitesnio tempo muzika siejama su didesniu sužadimu ir sumažėjusiais parasimpatinės sistemos veiklos rodikliais (Dillman Carpentier & Potter, 2007). Foninė muzika padidina koncentraciją ir stimuliuoja dopamino išsiskyrimą, daro teigiamą poveikį pažinimui, apimančiam atmintį, dėmesį ir mokymąsi, pabrėžiant jos potencialą kaip pažintinio stiprinimo priemonę. Naujausioje muzikos poveikio studentų psichinei sveikatai analizėje Wang et al. (2022) aptarė studentų sentimentų ugdymą, suteikiant jiems kilnų dvasinį pasaulį, platesnę mąstymą, vaizdo atmintį, kūrybiškumą ir vaizduotę. Stewart et al. (2019) tyrimo pagrindu konstatavo neatitiktį tarp jaunų žmonių muzikos klausymo ketinimų ir faktiškai patiriamų rezultatų. Autoriai teigia, kad šį atotrūkį lemia skirtingi savimonės lygiai ir įžvalgos apie nuotaikos reguliavimo procesus klausantis muzikos.

Muzikos ir emocijų sąsajos analizė atskleidžia, kad psichologinei gerovei reikšmingas ne tik muzikos pasirinkimas, bet ir sąmoningumas bei tikslingumas. Efektyviam emocijiniam reguliavimui būtina muzika, kuri atitinka individualius poreikius ir tikslingai naudojama psichologinei gerovei palaikyti.

Filmai

Nors literatūros analizė atskleidė ribotą tyrimų kiekį apie filmų poveikį analizuojamoms emocijinėms būsenoms, išnagrinėti rezultatai rodo, kad emociingų filmų ištraukos gali sukelti reikšmingus subjektyvius ir fiziologinius pokyčius žmogaus organizme (Frazier et al., 2004; Gross, 1998; Palomba et al., 2000). Teigiamos emocijos, kylančios žiūrint tam tikro pobūdžio filmus, mažina kortizolio – streso hormono – lygį organizme. Be to, išitraukimas į malonią veiklą, tokią kaip filmų žiūrėjimas, veikia kaip dėmesio nukreipimo strategija, leidžianti

laikinais atsiriboti nuo stresorių ir skatinanti emocinį atsigavimą. Skirtingų filmų žanrų poveikis streso mažinimui yra nevienodas. Zwiky et al. (2024) tyrime nustatė, kad filmai, kaip audiovizualinių stimulų šaltinis, atskleidžia žmones įvairioms emocijoms ir gali sukelti skirtingo lygio sužadimą. Autoriai teigia, kad priklausomai nuo žanro filmai skirtingai paveiks tiek valentingumo, tiek sužadimo dimensijas. Ulrich et al. (1991) tyrimais atskleidė, kad gamtos vaizdai labai sumažina fiziologinius streso rodiklius. Šiuos rezultatus patvirtino ir Van Den Berg et al. (2015), nustatė, kad dokumentiniai gamtos filmai padeda sumažinti kraujo spaudimą ir kortizolio koncentraciją kraujyje. Komedijos taip pat teigiamai veikia streso mažinimą. Miller ir Fry (2009) eksperimentas įrodė, kad juokas, kylantis žiūrint komedijas, stimuliuoja endorfinų išsiskyrimą ir kartu mažina kortizolio lygį. Algoe ir Haidt (2009) nustatė, kad filmai, vaizduojantys moralines dorybes ir dvasinių vertybių triumfą, sukelia pakilumo emociją, kuri mažina ne tik momentinį stresą, bet ir padeda formuoti ilgalaikį psichologinį atsparumą stresą keliantiems veiksniams. Nummenmaa (2021) tyrime atskleidė neurobiologinius ir psichologinius siaubo filmų aspektus, parodydamas, kaip filmai gali manipuliuoti smegenų „realybės patikros“ sistemomis ir emocijų reguliavimu. Filmų vizualinės charakteristikos – tempas ir stilius – yra pritaikytos ilgalaikiam žiūrovų dėmesiui palaikyti kadro trukme, judesio ir šviesumo manipuliacijomis (Cutting, 2016).

Tyrimo rezultatai atskleidžia, kad filmų poveikis psichologinei gerovei priklauso nuo sąmoningo pasirinkimo ir reflektivaus peržiūrėjimo proceso. Optimaliai gerovei reikalingi įvairūs filmų tipai, kurie skatina emocinę brandą, formuoja teigiamas vertybes ir padeda apdoroti gyvenimo iššūkius per simbolinę patirtį.

Naujienos

Empiriniais tyrimais įrodyta naujienų pobūdžio ir vartojimo įpročių reikšmė streso lygiui. Gyldensted (2015) empiriniais tyrimų rezultatais pagrindė pozityvių, į sprendimus orientuotų naujienų, mažinančių streso hormonų išsiskyrimą, poveikį, palyginti su tradicinėmis negatyviomis naujienomis. Šiuos rezultatus papildė *Constructive Institute* tyrimai (Haagerup, 2017), kurie atskleidė, kad naujienos, pateikiančios ne tik problemas, bet ir potencialius jų sprendimus, sukelia kur kas mažesnę psichologinę įtampą. Holman et al. (2014), tirdami žiniasklaidos poveikį po Bostono maratono sprogdinimų, nustatė tiesioginį ryšį tarp naujienų vartojimo intensyvumo ir streso lygio. Tyrimo duomenys pagrindė, kad asmenų, ribojančių naujienas apie traumines situacijas, išgyvenimų ir streso rodikliai buvo gerokai žemesni. Mark (2023), tyrinėdama naujienų poveikį dėmesio sutelkimui, nustatė, kad dauguma žmonių šiandien negali sutelkti dėmesio į vieną ekraną ilgiau nei 47 sekundes, palyginti su 2,5 minutės prieš 20 metų. Skaitmeninių medijų vartojimo augimas, ypač tarp vaikų, kelia visuomenės klausimą apie

jo poveikį pažinimui, psichinei sveikatai ir akademiniais pasiekimams. Antraščių formavimo ir pateikimo būdas taip pat gali paveikti auditorijos reakcijas. Kaip teigia Feng (2024), neigiamos antraštės sulaukia mažiau paspaudimų nei teigiamos. Kartais neigiamos antraštės gali pritraukti dėmesį sensacingais pranešimais, tačiau jų poveikis yra prastesnis nei teigiamų.

Psichologinei gerovei palaikyti naujienas reikia vertinti sąmoningai: būtina nuolat vengti informacijos srauto, suteikti prioritetą patikimiems ir objektyviems šaltiniams. Tai formuoja subalansuotą pasaulėžiūrą ir skatina konstruktyvų mąstymą.

Aplinkos apšvietimas ir garsas

Šviesa daro lemiamą poveikį reguliuojant cirkadinius ritmus, kontroliuojant kūno temperatūrą, melatonino gamybą, miego kokybę, aktyvumo ir poilsio ciklus, budrumą, nuotaiką ir darbingumą. Moksliniais tyrimais pagrįsta, kad šviesa moduluoja ne tik vizualines, bet ir nevizualines funkcijas, ypač biologinio laikrodžio veiklą, kuri sinchronizuoja apytikslių 24 valandų (cirkadinių) budrumo ir miego ciklą. Dienos šviesa, kaip teigia Figueiro ir Rea (2016), yra idealus šviesos šaltinis cirkadinei sistemai, nes ji pasiekama tinkamu laiku, jos kiekis ir spektras yra idealus cirkadinei sistemai suvaldyti, o kiekviena papildoma valanda, praleista lauke dieną, anot Burns et al. (2021), siejama su didesne laime. Užstatytoje aplinkoje galima imituoti dienos šviesą elektriniais šviesos šaltiniais. Dick et al. (2024) tyrinėjo suasmeninamo darbo vietos apšvietimo poveikį pažinimui ir fiziologiniam stresui atliekant kognityvinius testus. Tyrimo metu pastebėdami tam tikrą teigiamą suasmeninamo apšvietimo poveikį kognityvinei veiklai, Ibrahim et al. (2025) pabrėžė apšvietimo poveikį studentų emocijoms ir rezultatams. Lewy et al. (1980) tyrimas atskleidė, kad didesnio intensyvumo šviesa slopina melatonino sekreciją, todėl dieną padeda palaikyti optimalų budrumą ir netiesiogiai mažina stresą. Vėlesniais Borisuit et al. (2015) tyrimais įrodyta, kad mėlynos spektro dalies prisodrinta polichromatinė balta šviesa dieną reikšmingai padidina budrumą, kognityvinį efektyvumą ir sumažina mieguistumą.

Aplinkos drėgmė, aplinkos temperatūra, absoliutusis oro slėgis, rasos taškas

Natūralūs aplinkos garsai naudojant mobiliąją programėlę turi atkuriamąjį poveikį protiniam nuovargiui, psichologinei gerovei ir pažintiniams gebėjimams, atlikęs tyrimus teigia Luo et al. (2021). Aletta et al. (2021), eliminuodami triukšmo aspektą, aplinkos garsus įvardija kaip pagrindinį žmogaus pusiausvyros komponentą, suteikiantį prasmę ir kontekstinę informaciją.

Apšvietimas ir aplinkos garsai tiesiogiai veikia žmonių psichologinę gerovę, reguliuodami cirkadinių ritmą ir streso lygį. Sveikai aplinkai reikalingas natūralus šviesos ir tamsos ciklas, rami akustinė erdvė su natūraliais garsais, vengiant per didelio triukšmo dieną ir dirbtinio apšvietimo naktį.

Empiriniai tyrimai patvirtina kompleksinę sąveiką tarp aplinkos drėgmės, temperatūros ir rasos taško, kuri daro reikšmingą įtaką žmogaus fiziologiniam stresui ir pažintinėms funkcijoms. Sterling ir Arundel (1985) fundamentiniais tyrimais nustatė, kad 40–60 % santykinis oro drėgnumas sudaro optimalias sąlygas žmogaus psichofiziologinei gerovei, tą vėliau patvirtino ir Arundel et al. (1986) atlikti tyrimai. Naujausios Baniassadi et al. (2025) studijos rezultatai parodė aiškia koreliaciją tarp namų aplinkos temperatūros ir vyresnio amžiaus žmonių pažintinio proceso funkcionavimo. Nustatyta, kad optimaliame 20–24 °C intervale tiriamiesiems pasireiškė minimalūs dėmesio išlaikymo sunkumai ir žemiausi fiziologinio streso rodikliai. Lan et al. (2010) nustatė 4 °C temperatūros nuokrypį nuo 20–24 °C intervalo iki 16 °C arba 28 °C, kuris statistiškai reikšmingai padidina fiziologinio streso rodiklius. Remiantis šiais duomenimis, optimalus 7–12 °C diapazono rasos taškas koreliuoja su rekomenduojamu 40–60 % santykiniu oro drėgnumu esant 20–24 °C patalpos temperatūrai. Šis rasos taško intervalas užtikrina fiziologinio streso minimizavimą ir pagerina pažintinių funkcijų palaikymą. Schory et al. (2003), atlikęs retrospektyvinius tyrimus, iškėlė hipotezę, kad barometrinis slėgis gali pakeisti polinkį į impulsyvų elgesį, keisdamas smegenų kraujotaką ir neurotransmiterių gamybą, o tai gali formuoti emocinį nestabilumą, nuotaikų svyravimus bei streso jautrumą.

Oro tarša

Oro taršos poveikis tiesiogiai siejamas su neigiamais fiziologinės sveikatos padariniais. Išsamūs moksliniai tyrimai (Chen et al., 2012; Li et al., 2017; Mehta et al., 2015; Power et al., 2015) atskleidė reikšmingas koreliacijas tarp oro teršalų – kietųjų dalelių (PM_{2,5} ir PM₁₀), azoto dioksido (NO₂) bei ozono (O₃) koncentracijos ir fiziologinio streso rodiklių. Tyrimų duomenimis, teršalų, ypač kietųjų dalelių (PM_{2,5}), koncentracijos padidėjimas aplinkoje sukelia proporcingą streso hormonų (kortizolio, katecholaminų) kiekio padidėjimą žmogaus organizme, tai ilgainiui gali sutrikdyti psichofiziologinę pusiausvyrą. Tyrinėdami oro taršos poveikį (Sakhvidi et al., 2022; Zhang et al., 2018) mokslininkai nustatė, kad užterštas oras gali slopinti pažintinius gebėjimus žmonėms senstant. Kiti tyrėjai (Abed Al Ahad, 2024; Lin et al., 2019) teigia, kad didesnės koncentracijos PM_{2,5}, PM₁₀ ir NO₂ buvo susijusios su žemesniais paauglių laimės lygiais, o oro tarša reikšmingai sumažino gyvenimo pasitenkinimo lygį. Oro taršos sukelta achromatinė aplinka yra ryškus oro taršos bruožas, veikiantis žmonių sužadinimo poreikius ir elgesio šablonus (Zhang et al., 2024).

Deguonis atlieka svarbų vaidmenį palaikant fiziologinę pusiausvyrą ir valdant atsaką į stresą žmogaus organizme. Optimalus deguonies lygis, kurio koncentracija aplinkos ore yra apie 21 %, užtikrina geriausią organizmo funkcionavimą ir fiziologines būsenas. Tiek nepakankamas (hipoksija), tiek per didelis (hiperoksija) deguonies kiekis gali sutrikdyti ląstelių homeostazę ir

prisidėti prie su stresu siejamų patologijų. Atliktų tyrimų analizės (Jagannathan et al., 2016; Kim et al., 2015; Scholey et al., 2020) atskleidžia, kad 92 % deguonies skyrimas pagerino intelekto ir raidos sutrikimų turinčių žmonių gebėjimą atlikti užduotis ir 100 % sumažino klaidų atliekant mąstymo proceso testus. Pakankamas deguonies tiekimas, net trumpalaikis, gali padidinti energijos lygį.

Atsižvelgiant į atliktą analizę, užstatytos aplinkos investicinių projektų patrauklumas ir ilgalaikė vertė priklauso nuo kompleksinės aplinkos veiksnių sąveikos, tiesiogiai veikiančios naudotojų pasitenkinimą ir atitinkamai projekto komercinę sėkmę. Akustinės aplinkos aspektu investiciniai projektai turi integruoti natūralius aplinkos garsus ir muzikos sprendimus (60–80 dūžių per minutę kompozicijos), kurie skatina naudotojų gerovę ir ilgina buvimo erdvėse laiką, tiesiogiai veikdami komercinį patrauklumą. Projektuojant vizualinę aplinką optimalų investicinį patrauklumą užtikrina pozityvių vaizdų integravimas – gamtos elementai, harmoningas dizainas ir moralinio turinio sprendimai, formuojantys teigiamą naudotojų patirtį ir didinantys objekto patrauklumą. Valdant informacinę aplinką investiciniams projektams reikalingas pozityvios informacijos srautų formavimas, sąmoningas neigiamos informacijos minimizavimas viešose erdvėse, o tai formuoja palankų objekto įvaizdį. Fizinės aplinkos parametrai tiesiogiai veikia investicijų grąžą: 40–60 % santykinė oro drėgmė, 20–24 °C temperatūra, optimalus barometrinis slėgis užtikrina naudotojų komfortą, ilgina buvimo objektuose laiką ir didina komercinį patrauklumą. Apšvietimo sprendimai investiciniuose projektuose turi integruoti natūralų dienos šviesos ciklą, aukšto intensyvumo apšvietimą dieną. Tai formuoja teigiamą naudotojų patirtį ir didina objekto konkurencingumą rinkoje. Oro kokybės valdymas – kietųjų dalelių (PM_{2,5}, PM₁₀) kontrolė, optimalios deguonies koncentracijos palaikymas – tiesiogiai veikia objekto prestižą ir ilgalaikę vartotojo suvokiamą rinkos vertę.

Svarbu pažymėti, kad visi šie parametrai veikia sistemiškai formuojant investicinį patrauklumą – optimalus vieno veiksnio reguliavimas nekompensuoja kitų parametrų nuokrypių nuo normos, todėl maksimaliai investicinei vertei pasiekti reikalingas visapusiškas aplinkos optimizavimas, užtikrinantis holistinę naudotojų patirtį ir ilgalaikį projekto konkurencingumą.

3.7. Trečiojo skyriaus išvados

1. Pasiūlytas originalus nekilnojamojo turto investicijų vertinimo metodas, integruojantis pastato techninius-charakteristinius, ekonominius, socialinius, aplinkosauginius, emocinius ir afektinius rodiklius, užtikrins objektyvesnį nekilnojamojo turto rinkos ir hedoninių verčių nustatymą investiciniams sprendimams priimti.

2. Sudaryta užstatytos aplinkos investicinių projektų daugiakriterė analizė atskleidė, kad, taikant INVERT metodą, galima atlikti šiuos veiksmus:
 - a) Apskaičiuoti investicinių objektų naudingumo laipsnį. Atlikta IERN ir RN alternatyvų lyginamoji atvejo analizė atskleidė, kad I_c alternatyva pasižymi didžiausiu naudingumo laipsniu (100 %) abiejuose vertinimo scenarijuose. Integruojant emocinius kriterijus (IERN), alternatyvų naudingumo laipsnių skirtumas tarp geriausios ir blogiausios alternatyvos sumažėjo nuo 31,99 % (RN) iki 6,56 % (IERN). Tai rodo, kad emocinių duomenų integravimas leidžia objektyviau įvertinti investavimo alternatyvas.
 - b) Nustatyti investicinių objektų IERN ir RN vertes. Atlikta atvejo analizė atskleidė esminius skirtumus tarp vertinimo su emociniais rodikliais (IERN) ir be jų (RN), nustatant sporto klubo (I_a) konkurencingą nuomos kainą, palyginti su prekybos centru (I_b) ir daugiabučių kompleksu (I_c). Pradinė metinė nuomos kaina – 84,00 EUR/m² – abiem atvejais buvo nepakankama. Integruojant emocinius rodiklius, konkurencinga nuomos kaina pasiekta po 20 aproksimacijos ciklų (104,40 EUR/m²), o vertinant be emocinių rodiklių – po 55 ciklų (139,00 EUR/m²). Lyginant abu metodus nustatytas 24,9 % kainos skirtumas. Tai patvirtina, kad emocinių kriterijų integravimas leidžia tiksliau nustatyti objektų hedoninę rinkos vertę.
 - c) Sudaryti skaitmenines IERN rekomendacijas. Siekiant pagerinti investicinių objektų konkurencingumą rinkoje, palyginti su kitais lyginamaisiais objektais, atlikta atvejo analizė parodė, kad, pagerinus daugiabučių komplekso (I_c) kaimynystės patrauklumo kriterijų 33,33 %, objekto naudingumo laipsnis padidėjo 0,12 %.
 - d) Optimizuoti pasirinktą IERN rodiklio reikšmę. Atliekant atvejo analizę išspręstas uždavinys optimizuojant sporto klubo (I_a) laimės balą ir siekiant, jog šio investicinio objekto naudingumo laipsnis taptų lygus prekybos centro (I_b) ir daugiabučių komplekso (I_c) naudingumo laipsniui. Nustatyta, kad, padidinus I_a objekto laimės balo dydį 20,22 %, laimės balas tampa lygus I_b ir I_c alternatyvoms.
3. Atliktas balso emocinių reakcijų vizualizavimas *Circumplex* afekto modelyje leido investicinius projektus vertinti pagal tikrąsias emocines reakcijas. Atliktas veido išraiškų vizualizavimas Plutchiko afekto modelio lyginamojoje analizėje atskleidė aiškų emocinės dinamikos spektrą. Sporto klubo projekto analizė parodė emocijų slopinimą mažiausiu neutralumo (59,37 %) lygiu, dominuojančiomis neigiamomis emocijomis (34,66 %) ir minimaliais teigiamų emocijų (3,38 %) protrūkiais. Prekybos centro projektas atskleidė tarpinę emocinę būseną, charakterizuojamą

aukštu neutralumo lygiu (90,84 %), mažėjančiu neigiamų emocijų (8,16 %) intensyvumu ir ypač sumažėjusiu teigiamų emocijų (0,08 %) lygiu. Daugiabučių komplekso projektas patvirtina emocijas transformuojantis – įgaunant konstruktyvesnę pusiausvyrą, kai formuojasi svarbi teigiamų emocijų komponentė (13,18 %) išlaikant vidutinį neutralumo lygį (78,63 %) ir mažėjant neigiamų emocijų intensyvumui (4,92 %).

4

Statybos sektoriaus ir jo aplinkos modelių analizė makrolygmeniu

Moksliniai tyrimai patvirtina, kad statybos sektorius yra neatsiejamai susijęs su makroekonominė aplinka ir veikia kaip ekonominis indikatorius. Investicinei aplinkai suvokti būtina analizuoti makroekonominis veiksniai – BVP, palūkanų normos, infliaciją, nes jie tiesiogiai formuoja investicinių sprendimų kontekstą.

Šiame skyriuje analizuojama 40 pasaulio valstybių statybos sektoriaus ir makroekonominių veiksnių sąveika. Atrinkta reprezentatyvi šalių imtis apima skirtingus geografinius regionus: Europą, Aziją, Pietų Ameriką, Afriką, Artimuosius Rytus – ekonominio išsivystymo lygius (išsivysčiusios ekonomikos, besivystančio, pereinamojo laikotarpio) ir kultūrinius kontekstus pagal Hofstede kultūrinės dimensijas. Metodologiniu požiūriu taikoma sisteminė PESEC (Hurtado, 2022) (politinių, ekonominių, socialinių, aplinkosaugos ir kultūrinių) veiksnių analizė, apimanti 25 statybos indikatorius ir 44 makroekonominis rodiklius.

4.1. Kompleksinė makroekonominių veiksnių ir statybos sektoriaus rodiklių įtaka bendrajam vidaus produktui: empirinių tyrimų analizė

Šiuolaikinėje ekonomikoje vis daugiau dėmesio užima kompleksinė socialinių, ekonominių ir aplinkosauginių rodiklių sąveika, kuri formuoja tiek makroekonominius procesus, tiek individualių rinkų dinamiką. Ekonominių rodiklių sisteminė analizė tampa esmine priemone siekiant suprasti sudėtingus ryšius tarp įvairių ekonomikos sektorių ir formuoti efektyvias politikos priemones, orientuotas į tvarų vystymąsi. Analizuojami rodikliai empirinių tyrimų analizėje apima skirtingus, bet tarpusavyje susijusius ekonominius rodiklius – nuo aplinkosaugos aspektų iki nekilnojamojo turto rinkų dinamikos ir gyvenimo kokybės indeksų.

Cemento pramonė išlieka vienas reikšmingiausių CO₂ emisijos šaltinių pasaulyje, todėl jos poveikio aplinkai mažinimas tampa vis svarbesniu tvarumo iššūkiu, ypač Europos Sąjungos kontekste. Bekun et al. (2023) atliko išsamų ekonometrinių tyrimą, kuriame analizavo cemento pramonės poveikį aplinkos kokybei bei CO₂ emisijų mažinimo galimybes ekonominiais ir energiniais veiksniais, remdamiesi visų 27 Europos Sąjungos valstybių narių duomenimis, apimančiais 1990–2016 m. laikotarpį. Tyrime taikomi du pažangūs ekonometriniai metodai: išplėstinės vidurkių grupės (*Augmented Mean Group, AMG*) metodas ir momentų metodo kvantilinė regresija (*Method of Moments Quantile Regression MMQR*). Jie leido tyrinėti kompleksines sąsajas tarp pasirinktų kintamųjų. Taikant MMQR metodą, buvo galima įvertinti kintamųjų poveikį skirtinguose pasiskirstymo kvantiliuose, o tai suteikė geresnę supratimą apie jų įtaką nei taikant tradicinius regresinės analizės metodus.

Bekun et al. (2023) tyrime buvo nustatytos dvikryptės Grangerio priežastinės sąsajos tarp CO₂ emisijų ir prekybos atvirumo, gamtinių išteklių nuomos bei BVP vienam gyventojui, tai patvirtina modelio patikimumą ir rezultatų stabilumą. Šie tyrimai suteikia svarbų empirinį pagrindą aplinkosaugos politikai formuoti, orientuojantis į emisijų mažinimą cemento gamybos sektoriuje.

Ekonominio augimo ir nekilnojamojo turto sektoriaus sąveika jau ilgą laiką išlieka viena svarbiausių regioninės ekonomikos tyrimų temų. Shen (2021) atliko empirinį tyrimą, kuriame analizavo ryšį tarp investicijų į nekilnojamojo turto plėtrą ir ekonomikos augimo, pasitelkdamas išsamią ekonometrines metodologijas, pritaikytą 17-ai Hubėjaus provincijos miestų duomenims, apimantiems 2002–2018 m. laikotarpį. Tyrimo metodologija rėmėsi stacionarumo bei kointegracijos testais ir skydinių duomenų regresijos modeliu, tai leido įvertinti ilgalaikius ryšius tarp analizuojamų kintamųjų. Gauti rezultatai atskleidė statistiškai reikšmingą teigiamą NT plėtros investicijų poveikį ekonomikos augimui: nustatyta, kad 1 % NT investicijų padidėjimas Hubėjaus provincijos sostinėje Vuhane sukelia apie 0,78 % miesto BVP augimą, o tai viršija infrastruktūros ar inovacijų investicijų

poveikį. Modelio statistinį patikimumą patvirtina itin aukštas determinavimo koeficientas ($R^2 > 0,99$), rodantis, kad beveik visą BVP variaciją galima paaiškinti analizuojamais kintamaisiais, o bendrojo F testo reikšmingumas ($p < 0,001$) liudija apie modelio tinkamumą tiriamiems duomenims. Šio tyrimo rezultatai atskleidžia svarbią nekilnojamojo turto sektoriaus reikšmę regioninei ekonomikos plėtrai ir suteikia empirinę pagrindą diferencijuotoms regioninės plėtros strategijoms.

Lo et al. (2022) atliko išsamų tyrimą, siekdami identifikuoti ir įvertinti ilgalaikius ryšius tarp nekilnojamojo turto rinkos kainų dinamikos ir įvairių makroekonominių rodiklių, taikydami pažangų Johanseno kointegracijos ir Grangerio priežastingumo analizės metodologinį kompleksą. Šis tyrimas išryškino kompleksinę nekilnojamojo turto rinkos prigimtį ir jos glaudų ryšį su platesne ekonomine sistema. Pagrindinis tyrimo tikslas – ištirti ilgalaikius ir priežastinius ryšius tarp būsto kainos ir nuomos santykio bei įvairių makroekonominių rodiklių Honkongo gyvenamųjų būstų rinkoje identifikuojant, kaip skirtingi būsto segmentai, atsižvelgiant į jų savininkų ir investuotojų struktūrą, reaguoja į makroekonominius pokyčius. Tyrimo rezultatai atskleidė statistiškai reikšmingą ilgalaikį ryšį tarp P/R rodiklio ir pagrindinių makroekonominių indikatorių, ypač BVP ir statybų sektoriaus pridėtinės vertės. Johanseno kointegracijos testai patvirtino, kad P/R rodiklis ir realus BVP augimas yra kointegruoti (judančiojo vidurkio testas 32,57, $p < 0,001$). Šie tyrimai pabrėžia makroekonominių veiksnių svarbą nekilnojamojo turto rinkos dinamikai ir suteikia vertingą empirinę pagrindą tiek investuotojams, tiek politikos formuotojams.

Cunha et al. (2024) atliktas tyrimas labai prisideda prie nekilnojamojo turto rinkų tyrimų, koncentruodamasis į Portugalijos būsto rinką – vieną sparčiausiai augančių Europoje pastarąjį dešimtmetį. Pagrindinis tyrimo tikslas – įvertinti būsto kainų dinamiką ir elastingumo koeficientus Portugalijos didmiesčiuose, siekiant paaiškinti neįprastai spartų nekilnojamojo turto kainų augimą, kuris buvo vienas didžiausių Europoje ir pasaulyje. Empiriniai rezultatai atskleidė, kad Portugalijos būsto rinkoje kainų augimo elastingumas BVP atžvilgiu pasirodė esąs santykinai nedidelis – apytiksliai 0,112. Tai reiškia, kad 1 % BVP padidėjimas lemia tik apie 0,11 % būsto kainų augimą. Ypač svarbus tyrimo atradimas buvo vadinamojo „momentum“ efekto reikšmingumas – tyrimo metu nustatyta, kad būsto kainų dinamikoje didžiausią įtaką darė praeities kainų pokyčių tąša, kurios elastingumo koeficientas siekė apie 0,76. Šis tyrimas akcentuoja būtinybę peržiūrėti tradicinius būsto rinkos modelius, įtraukiant į juos elgsenos elementus, tokius kaip lūkesčių formavimasis ir inercijos veiksnys. Tai turi reikšmingų implikacijų tiek akademiniam supratimui apie būsto rinkų veikimą, tiek praktinei būsto politikos formavimo veiklai.

Kuang ir Liu (2015) atliktas tyrimas reikšmingai prisideda prie nekilnojamojo turto rinkų ir makroekonominių veiksnių sąveikos analizės, pateikdami išsamią būsto kainų dinamikos ir jos makroekonominių determinantų analizę, koncentruodamiesi į didžiųjų Kinijos miestų atvejį. Tyrimo tikslas – ištirti ryšį tarp būsto kainų ir infliacijos Kinijos 35-uose pagrindiniuose miestuose nuo 1996 iki 2010 metų. Metodologiniu požiūriu autoriai taikė pažangią ekonometrinę priemonę – dinaminį modelį su apibendrintu momentų metodu (GMM) estimatoriumi, kuris leidžia kontroliuoti potencialią endogeniškumo problemą ir laiko efektus. Tyrimo rezultatai atskleidžia statistiškai reikšmingą teigiamą BVP indekso poveikį būsto kainoms, koeficientui siekiant 0,58 ($z \approx 2,95$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad 1 % BVP augimas lemia apytiksliai 0,58 % būsto kainų augimą Kinijos miestuose. Be to, tyrimas atskleidė, kad pinigų pasiūla daro didesnę poveikį infliacijai nei būsto kainos ar ekonomikos augimas, pabrėžiant monetarinės politikos svarbą kontroliuojant infliaciją. Šie tyrimai turi praktinę reikšmę centrinio banko politikai ir akcentuoja būtinybę atidžiau stebėti nekilnojamojo turto rinkos pokyčius, formuojant makroekonominę politiką ir vertinant infliacijos rizikas.

Muhammad ir Sabo (2018) atliktas tyrimas labai prisideda prie gyvenimo kokybės veiksnių tyrimų, autoriai pateikia sisteminę gyvenimo kokybės veiksnių analizę Afrikos šalių kontekste. Pagrindinis tyrimo tikslas – empiriškai ištirti gyvenimo kokybės veiksnius pasirinktose Afrikos šalyse ir nustatyti, ar literatūroje apie išsivysčiusias šalis identifikuotos prielaidos galioja ir besivystančioms šalims. Tyrimo rezultatai atskleidė keletą svarbių išvalgų. Visų pirma nustatytas reikšmingas teigiamas materialinės gerovės (BVP vienam gyventojui), pradinio išsilavinimo ir vandens prieinamumo poveikis gyvenimo kokybei. Modelio statistinis patikimumas yra išskirtinai aukštas, determinavimo koeficientui (R^2) siekiant apytiksliai 0,99. Muhammad ir Sabo (2018) tyrimas empiriškai įrodo, kad gyvenimo kokybės gerinimą Afrikoje galima pasiekti kompleksiskai: didinant ekonominį pajėgumą (BVP vienam gyventojui), investuojant į švietimo infrastruktūrą, gerinant geriamojo vandens prieinamumą ir stiprinant sveikatos apsaugos sistemas. Šios išvalgos suteikia empirinį pagrindą holistinėms vystymosi politikos priemonėms, kurios galėtų efektyviai prisidėti prie gyvenimo kokybės gerinimo besivystančiose šalyse.

Mulligan (2009) atliktas tyrimas labai prisideda prie užstatytos aplinkos ekonomikos tyrimų, autorius pateikia išsamią gyvenimo sąnaudų formavimosi analizę pasaulio didmiesčiuose, taikydamas kompleksinę metodologiją ir platų spektrą veiksnių. Pagrindinis tyrimo tikslas – išanalizuoti veiksnius, lemiančius gyvenimo sąnaudų skirtumus didžiausiuose pasaulio miestuose, remiantis *Mercer Human Resource Consulting* surinktais duomenimis. Metodologiniu požiūriu Mulligan (2009) taikė tiesinės regresijos modelius, kuriuose priklausomuoju kintamuoju pasirinktas didžiųjų miestų nominalusis gyvenimo sąnaudų indeksas.

Empirinės analizės rezultatai atskleidė, kad gyvenimo sąnaudų indeksas didėja augant miesto populiacijai ir jam įgyjant pasaulio miesto statusą. Įtraukus nacionalinės ekonominės plėtros veiksnius (bendrąjį BVP, BVP vienam gyventojui), modelio paaiškinama variacija buvo vidutinio lygio (adj. $R^2 \approx 0,578$), o paklaidos standartas siekė apie 11,23. Tyrimo rezultatai taip pat pabrėžia kompleksinę gyvenimo sąnaudų dinamiką, kurioje nacionalinis ekonominis išsivystymas veikia netiesiogiai per urbanistinius ir geografinius veiksnius. Šis atradimas ypač svarbus teoriniam supratimui apie tarptautinių miestų sistemų funkcionavimą ir jų ekonomines hierarchijas, kuriose derinasi tiek globalizacijos, tiek lokals aplinkybės.

Apžvelgti moksliniai tyrimai atskleidžia kompleksinę ekonominių, socialinių ir aplinkosaugos veiksnių sąveiką šiuolaikinėje ekonomikoje. Nuo CO₂ emisijų mažinimo cemento pramonėje iki nekilnojamojo turto rinkų dinamikos ir gyvenimo kokybės veiksnių – visose šiose srityse pastebimas aiškus tarpdisciplininis požiūris, integruojantis įvairius metodologinius sprendimus ir analitines priemones. Svarbi bendroji tendencija, išryškėjanti daugelyje tyrimų, yra ekonominių rodiklių, ypač BVP ir kitų makroekonominių indikatorių, daugialypis poveikis skirtingiems sektoriams. Tačiau svarbiu atradimu tampa ir tai, kad šis poveikis dažnai yra netiesioginis ir priklauso nuo konkrečių vietinių sąlygų, tai pagrindžia būtinybę formuoti diferencijuotas politikos priemones, pritaikytas specifiniam kontekstui.

4.2. Makroekonominio lygmens rodiklių sistemos sudarymas statybos sektoriui ir jo aplinkai vertinti

Atlikdami daugiapakopį šalies efektų modeliavimo tyrimą Bryan ir Jenkins (2016) pastebėjo, kad šiuolaikiniuose socialiniuose moksluose plačiai naudojami tarptautiniai duomenų rinkiniai, tokie kaip „Eurobarometras“, Europos socialinis tyrimas (ESS), Europos Sąjungos pajamų ir gyvenimo sąlygų statistika (EU-SILC) ir Europos vertybių tyrimas (EVS). Šių duomenų rinkinių struktūra rodo, kad respondentų skaičius kiekvienoje šalyje yra didelis (dažnai tūkstančiais), tačiau analizuojamų šalių skaičius yra ribotas – paprastai apie 30, o dėl trūkstamų duomenų ar specifinio tyrimo objekto šis skaičius dažnai sumažėja iki 20 ar net mažiau.

Tarptautiniai duomenų rinkiniai socialinių mokslų tyrėjams suteikia vertingą galimybę kiekybiškai įvertinti, kiek stebimus rezultatų skirtumus lemia šalims būdingi veiksniai: demografinė struktūra, darbo rinkų ypatumai ar institucijų, tokių kaip mokesčių ir socialinės apsaugos sistemos, specifika. Toks analitinis požiūris leidžia atskirti „šalies efektus“ nuo „individualių efektų“ bei identifikuoti jų tarpusavio sąveiką (vadinamuosius „tarpžemyninius efektus“).

Tokia duomenų struktūra, kai stebimas didelis individų skaičius, bet ribotas šalių skaičius, kelia metodologinių iššūkių tyrėjams, siekiantiems patikimai

įvertinti šalies lygio efektus, išvengiant išvadų, pagrįstų statistiškai nepatikimais parametru įverčiais (Bryan & Jenkins, 2016).

4.1 lentelė. Statybos sektoriaus kompleksinės makroduomenų matricos fragmentas, reprezentuojantis 40 valstybių pagal 25 rodiklius

Table 4.1. Fragment of the complex macro data matrix for the construction sector, representing 40 countries according to 25 indicators

Indikatorius	Nuomos pajamų apmokestinimo tarifai 1500 USD arba €	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12 000 USD arba €	Anglies dvideginio emisijos iš žmogaus veiklos (cemento pramonė)
Indikatoriaus svoris	1	1	1	1
Matavimo vienetas	Grynosios nuomos pajamos per mėnesį, %	Grynosios nuomos pajamos per mėnesį, %	Grynosios nuomos pajamos per mėnesį, %	MtCO ₂
Pliusas (+) arba minusas (-) rodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė atitinka didesnį reikšmingumą pagal šalį.	-	-	-	-
Duomenys už metus	2024	2023	2023	2023
40	1	2	3	4
Austrija	5,76	21,50	23,07	1,8316
Belgija	26,82	10,19	13,90	2,456
Bulgarija	10,00	10,00	10,00	1,0689
Čilė	35,00	35,00	35,00	0,9763
Kolumbija	39,00	26,25	26,25	6,0465
Kroatija	12,00	10,00	10,00	1,2029
Kipras	0,00	20,95	27,98	0,8796
Čekijos Respublika	15,00	15,00	18,72	1,847
Danija	42,11	52,07	52,07	1,0735
Estija	20,00	20,00	20,00	0,020121

Šiame tyrime, atsižvelgiant į prieinamų duomenų kiekį, buvo analizuojama 40 pasaulio valstybių pagal 25 statybos sektoriaus makroekonominis indikatorius (4.1 lentelė.) ir 44 makroekonominis, socialinius ir aplinkosauginius indikatorius (4.2 lentelė). Jų duomenys surinkti iš įvairių tarptautinių statistinių duomenų šaltinių: *Global Property Guide* – analizuoja NT rinkas apimančius duomenis apie būsto kainas, nuomos grąžą ir mokesčius; *Knoema* – pateikia plataus spektro statistinius ekonomikos, demografijos, klimato, sveikatos apsaugos duomenis; *Numbeo* – pateikia naudotojų generuotus duomenis apie gyvenimo sąlygas miestuose ir šalyse: gyvenimo kainą, saugumą, sveikatos priežiūrą ir taršą; *World Bank's Data Catalog* ir *World Bank Group* teminio rinkinio *Prosperity* – pateikia pasaulio duomenų rinkinius: ekonominius, socialinius, vystymosi ir aplinkosaugos rodiklius, taip pat duomenų rinkinius, analizuojančius šalies pažangą ekonominės gerovės srityje: pajamas, darbo našumą ir nelygybę; *Global Footprint Network* – matuoja ekologinį pėdsaką ir biologinius išteklius, apimančius perteklių, išteklių vartojimą, CO₂ emisiją pasauliniu lygiu; *The Global Economy* – pateikia daugiau nei 200 šalių makroekonominis rodiklius; *Our World in Data* – publikuoja vizualiai pateiktus globalius duomenis apie ilgalaikes

pasaulines tendencijas: sveikatą, aplinką, švietimą, klimato kaitą; pasaulinio lygio anglies dioksido tyrimo projektas *Global Carbon Atlas* pateikia duomenis apie anglies dvideginio emisijas ir srautus, CO₂ šaltinius, paskirstymą, istorines emisijas. Tarptautinė organizacija *International Labour Organization* nagrinėja darbo rinkos tendencijas ir socialinę apsaugą, užimtumą, darbo teises, darbo sąlygas; *World Economic Forum* vertina globalinius iššūkius ir skatina viešojo bei privataus sektoriaus bendradarbiavimą, konkurencingumą, inovacijas, lyderystę ir tvarumą. Informacinis šaltinis *Wisevoter* pateikia vizualiai apdorotą informaciją apie pasaulio šalis ir jų politiką, demografiją, rinkimų duomenis ir valstybės rodiklius.

4.2 lentelė. Makroduomenų – ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių indikatorių matricos fragmentas, reprezentuojantis 40 valstybių pagal 44 kompleksinius rodiklius
Table 4.2. Macro data fragment of a matrix of economic, social, and environmental indicators representing 40 countries according to 44 complex indicators

Indikatorius	Bendrasis vidaus produktas vienam gyventojui, perkamosios galios paritetu	Tiesioginės užsienio investicijos, grynosios iplaukos (proc. nuo BVP)	Vyriausybės išiskolinimo ir BVP santykis	Darbo produktyvumas
Indikatoriaus svoris	1	1	1	1
Matavimo vienetas	USD	%	%	BVP už dirbtą valandą (2021 m. pastovių tarptautinių JAV dolerių kainomis, PPP) 2025 m.
Pliusas (+) arba minusas (-) rodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė atitinka didesnę (mažesnę) reikšmingumą pagal šalį.	+	+	-	+
Duomenys už metus	2023	2023	2023	2024
40	1	2	3	4
Austrija	73134,7854	0,571627955	77,80	90100
Belgija	72070,75906	-0,430551199	105,20	91600
Bulgarija	38904,91855	3,962897186	23,10	36200
Čilė	33234,97984	6,478592102	39,41	34200
Kolumbija	21448,09257	4,716592169	60,30	18900
Kroatija	46777,50108	3,95990588	63,00	58100
Kipras	60144,59375	-26,38874863	77,30	38300
Čekijos Respublika	55875,12749	2,396610104	43,96	56900
Danija	77236,81741	1,124285847	29,30	97000
Estija	49500,65362	12,95869166	19,60	52400

Analizei pasitelktas valstybių imties dydis smarkiai viršija įprastuose tarptautiniuose duomenų rinkiniuose naudojamą šalių skaičių, o tai sudaro metodologines prielaidas statistiškai patikimesnių šalies lygio efektų įverčiams gauti.

Statybos sektoriaus ir jo aplinkos kompleksinės makroduomenų matricos rezultatai (S1 lentelė) bei makroduomenų – ekonominių, socialinių ir aplinkosaugos rodiklių – kompleksinės matricos rezultatai pateikti D priede (S2 lentelė) (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/D_PRIEDAS.xlsx).

4.3. Statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresiniai modeliai

Tyrimo metu remiantis 4.1 ir 4.2 lentelių, kurios išsamia pateiktos D priede (S1 ir S2 lentelės) informacija, buvo sukurti 7 integruoti statybos ir jos aplinkos regresiniai modeliai, kurių tinkamumas įvertintas apskaičiuojant determinacijos koeficientą (R^2). Šis statistinis rodiklis rodo, kaip priklausomasis kintamasis paaiškinamas nepriklausomaisiais kintamaisiais regresijos modelyje. Jis kiekybiškai įvertina viso priklausomojo kintamojo kitimo dalį, kurią paaiškina nepriklausomieji kintamieji. R^2 reikšmė teoriškai svyruoja nuo 0 iki 1, čia:

- $R^2 \approx 1$ rodo, kad modelis paaiškina beveik visą priklausomojo kintamojo pokytį;
- $R^2 \approx 0$ rodo, kad modelis nepaaiškina priklausomojo kintamojo pokyčių;
- R^2 taip pat gali turėti ir neigiamas vertes, kai modelis veikia blogiau nei paprastas vidutinis modelis.

Determinacijos koeficientas (R^2) atlieka tris pagrindines funkcijas vertinant modelį:

1. Kiekybiškai apibrėžia modelio paaiškinamąją galia – kuo didesnė R^2 vertė, tuo tiksliau modelis prognozuoja priklausomojo kintamojo reikšmes.
2. Leidžia objektyviai palyginti skirtingus modelius tarpusavyje.
3. Gali būti naudojamas nepriklausomųjų kintamųjų reikšmingumui modelyje įvertinti. Jei R^2 reikšmė yra artima 1, tai rodo, kad nepriklausomieji kintamieji turi tvirtą ryšį su priklausomuoju kintamuoju. Kita vertus, jei R kvadrato reikšmė artima 0, tai rodo, kad nepriklausomieji kintamieji turi mažai arba visai neturi ryšio su priklausomuoju kintamuoju (EITCA, 2023).

Kitų skaičiuojamų koeficientų vertės:

- Nestandartizuotas regresijos koeficientas (coef) rodo priklausomojo kintamojo pokyčius, kai nepriklausomasis kintamasis kinta vienu vienetu.
- p reikšmė ($P > |t|$) rodo koeficiento statistinį reikšmingumą – tikimybę, kad stebimas ryšys tarp nepriklausomojo ir priklausomojo kintamųjų atsirado atsitiktinai. Jeigu p reikšmė $< 0,05$, koeficientas laikomas statistškai reikšmingu. Tai padeda nustatyti, kurie nepriklausomieji kintamieji turi neatsitiktinį ryšį su priklausomuoju kintamuoju.

- Standartizuotas beta koeficientas (Beta (Std. Coef)) parodo, kiek standartinių nuokrypių pasikeis priklausomasis kintamasis, kai nepriklausomasis kintamasis pasikeis vienu standartiniu nuokrypiu. Leidžia palyginti skirtingų matavimo vienetų nepriklausomųjų kintamųjų santykio poveikio stiprumą. Kuo beta didesnis, tuo didesnė įtaka.
- Vidutinės reikšmės elastingumas (Elast. @ Mean) rodo, kiek procentų pasikeis priklausomasis kintamasis, kai nepriklausomasis kintamasis pasikeis 1 %, skaičiuojant pagal vidutines kintamųjų reikšmes. Tai rodo kintamųjų jautrumą, kai svarbu suprasti santykio pokyčio įtaką (EITCA, 2023).

4.3 lentelė. Septynių regresinių modelių, integruojančių statybos sektoriaus ir jį supančios aplinkos veiksnius, analizės fragmentas

Table 4.3. Fragment of the analysis of seven regressive models that integrate factors in the construction sector and its surrounding environment

		1 narys	2 narys	3 narys	4 narys
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 1500 USD arba €					
Kintamasis (Variable)	Koeficientas (coef)	Tiesioginės užsienio investicijos, grynosios įplaukos (% nuo BVP)	Infliacija: vartotojų kainų indekso pokytis (%)	Einamosios sąskaitos balansas (% nuo BVP)	Pasaulio socialinio mobilumo indeksas
coef	26,75760639	2,400690	3,189593	2,360994	4,768027
P> t	0,846120	0,048555	0,040548	0,036774	0,031989
Beta (Std. Coef)		2,638360	2,718013	1,311196	5,961648
Elast. @ Mean		-0,027113	0,066278	0,002224	-0,095499
Geriausios šalys investuoti į nekilnojamąjį turtą – 5 metų kainų pokytis					
Kintamasis (Variable)	Koeficientas (coef)	BVP vienam gyventojui, (PPP)	Tiesioginės užsienio investicijos, grįnosios įplaukos (% nuo BVP)	Vyriausybės skola ir BVP santykis	Einamosios sąskaitos balansas (% nuo BVP)
coef	-1074,103766	-0,014030	-7,655928	-6,181578	-5,192106
P> t	0,054999	0,012333	0,023254	0,017303	0,035660
Beta (Std. Coef)		-2,240215	-0,450384	-1,427949	-0,154349
Elast. @ Mean		-0,317635	-0,018398	-0,674798	-0,121960
Kvadratinio metro kaina					
Kintamasis (Variable)	Koeficientas (coef)	Mokslinių tyrimų ir plėtros išlaidos (% nuo BVP)	Gyvenimo trukmė (metais)	Žmogaus raidos indeksas (HDI)	Pirminės energijos suvartojimas lyginant su BVP
coef	-20653,069532	-1891,971063	1519,826508	-68036,148034	-9892,824658
P> t	0,252921	0,048923	0,032137	0,024323	0,014957
Beta (Std. Coef)		-0,593389	1,997054	-1,439403	-0,781406
Elast. @ Mean		0,737657	6,938729	4,894949	-0,771797

Sudarytų 7 integruotų statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresinių modelių determinacijos koeficiento (R^2) reikšmės yra itin aukštos ir svyruoja nuo 0,990 iki 0,999, indikuoja stiprų priklausomųjų kintamųjų ryšį su analizuojamais nepriklausomaisiais parametrais. Detalios koeficientų analizės fragmentas pateiktos 4.3 lentelės fragmente.

Integruotų statybos sektoriaus veiksnų regresinių modelių analizės rezultatai pateikti D priede (S3 lentelė) (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/D_PRIEDAS.xlsx).

4.4. Statybos sektoriaus ir jo aplinkos koreliacinė analizė

Koreliacinė analizė yra statistinis metodas, kiekybiškai įvertinantis ryšio tarp dviejų kintamųjų stiprumą ir kryptį. Koeficiento reikšmės svyruoja nuo -1 iki $+1$. Teigiamas koeficientas rodo tiesioginę priklausomybę, neigiamas – atvirkštinę. Preliminarus Pearsono koreliacijos koeficiento vertinimas: koreliacijos nėra -0 ; labai silpna $[-0,20; 0,00]$ arba $(0,00; 0,20]$; silpna $[-0,40; -0,20]$ arba $(0,20; 0,40]$; vidutinė $[-0,70; -0,40]$ arba $(0,40; 0,70]$; stipri $[-0,90; -0,70]$ arba $(0,70; 0,90]$; labai stipri $[-1,00; -0,90]$ arba $(0,90; 1,00]$; tiesinis sąryšis -1 arba 1 . Koreliacijos reikšmingumas vertinamas pagal p reikšmę, kai $p < 0,05$ (Gėgžna, 2020).

Šiame tyrime statybos sektoriaus ir jo aplinkos rodiklių koreliacijos statistinis reikšmingumas taip pat vertinamas pagal p , kai $p < 0,05$, kriterijų. Koreliacija (r) laikoma statistiškai reikšminga (Sig. p), kai p reikšmė yra maža. 4.4 lentelėje pateikiami statybos sektoriaus ir jo aplinkos makroduomenų techninių-funkcinių, ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių indikatorių tarpusavio korelaciųjų fragmentai.

Makroduomenų bei statybos sektoriaus ir jo aplinkos, ekonominių, socialinių ir aplinkosaugos rodiklių kompleksinės koreliacijos rezultatai (S4–S6 lentelės) pateikti D priede (prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/D_PRIEDAS.xlsx).

4.4 lentelė. Makroduomenų, apimančių 69 statybos sektoriaus ir jį supančios aplinkos rodiklius, tarpusavio koreliacijos fragmentas

Table 4.4. Fragment of macro data covering 69 indicators of the construction sector and its surrounding environment

a) Reikšmingos koreliacijos (r)

0,262	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	1		
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	0,99	1	
Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)	-0,06	-0,02	1
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – bendras nuomos pelningumas (% per metus)	-0,24	-0,22	0,04
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – kainos ir nuomos santykis	0,32	0,31	-0,08
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – 5 metų kainų pokytis	0,10	0,11	0,14
Kvadratinio metro kainos	0,38	0,35	-0,13
Nekilnojamojo turto sandorių mokesčiai pasaulyje	0,12	0,16	0,08
Turto mokesčiai – pajamų mokestis nuo nuomos	0,45	0,47	-0,18
Turto mokesčiai – abipusės sandorio išlaidos	0,12	0,16	0,08
Turto mokesčiai – pirkimo išlaidos	0,10	0,15	0,15
Turto mokesčiai – pardavimo išlaidos	-0,02	-0,02	-0,16
Turto mokesčiai – pelno mokestis	0,20	0,20	0,43
Vidutinė 1 kambario būsto pirkimo kaina	0,44	0,40	-0,19

4.4 lentelės pabaiga

b) Statistinio reikšmingumo dydžiai (p)

0,306	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €			
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	6,90		
Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)	0,70	0,89	
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – bendras nuomos pelningumas (% per metus)	0,13	0,16	0,82
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – kainos ir nuomos santykis	0,04	0,05	0,63
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – 5 metų kainų pokytis	0,54	0,50	0,39
Kvadratinio metro kainos	0,02	0,03	0,44
Nekilnojamojo turto sandorių mokesčiai pasaulyje	0,48	0,31	0,64
Turto mokesčiai – pajamų mokestis nuo nuomos	0,00	0,00	0,27
Turto mokesčiai – abipusės sandorio išlaidos	0,48	0,31	0,64
Turto mokesčiai – pirkimo išlaidos	0,56	0,36	0,37
Turto mokesčiai – pardavimo išlaidos	0,89	0,88	0,32
Turto mokesčiai – pelno mokestis	0,22	0,21	0,01
Vidutinė 1 kambario būsto pirkimo kaina	0,00	0,01	0,24

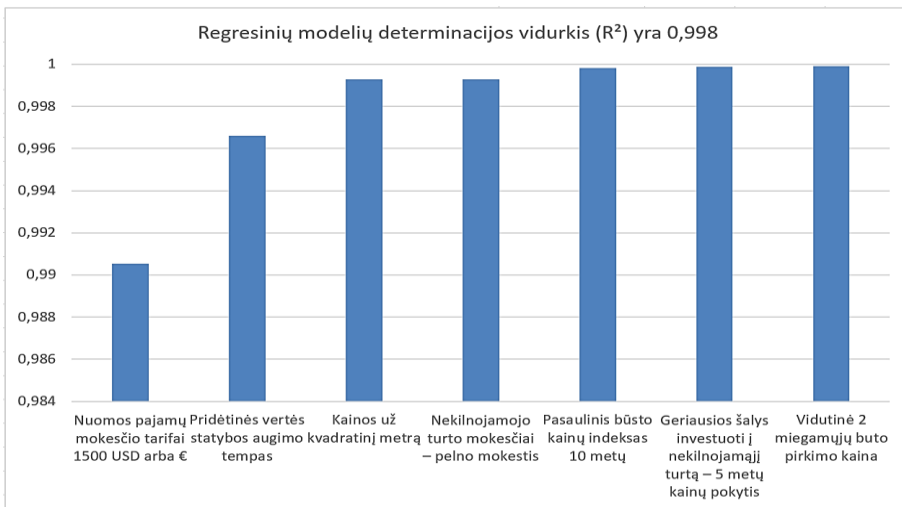
c) Statistiškai reikšingos koreliacijos ($Sig. p$)

0,514	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 6000 USD arba €	1		
Nuomos pajamų mokesčio tarifai 12000 USD arba €	0,99	1	
Anglies srautai iš žmogaus veiklos (cemento gamyba)	-0,06	-0,02	1
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – bendras nuomos pelningumas (% per metus)	-0,24	-0,22	0,04
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – kainos ir nuomos santykis	0,32	0,31	-0,08
Geriausios šalys investicijoms į nekilnojamąjį turtą – 5 metų kainų pokytis	0,10	0,11	0,14
Kvadratinio metro kainos	0,38	0,35	-0,13
Nekilnojamojo turto sandorių mokesčiai pasaulyje	0,12	0,16	0,08
Turto mokesčiai – pajamų mokestis nuo nuomos	0,45	0,47	-0,18
Turto mokesčiai – abipusės sandorio išlaidos	0,12	0,16	0,08
Turto mokesčiai – pirkimo išlaidos	0,10	0,15	0,15
Turto mokesčiai – pardavimo išlaidos	-0,02	-0,02	-0,16
Turto mokesčiai – pelno mokestis	0,20	0,20	0,43
Vidutinė 1 kambario būsto pirkimo kaina	0,44	0,40	-0,19

Atlikta statybos makroduomenų koreliacinė analizė, apimanti 40 pasaulio valstybių, atskleidė vidutinį tarpusavio koreliacijos ryšį tarp 69 analizuojamų indikatorių ($r = 0,262$). Tyrimo rezultatai parodė vidutinį statistinio reikšmingumo dydį $p = 0,306$ ir vidutinę statistiškai reikšmingą koreliaciją $Sig. P = 0,514$ (4.4 lentelės fragmentas).

Šios reikšmės rodo, kad modeliai pateikia tikslias prognozes ir tinkamai atitinka duomenis. D priede pateikti 4.4 lentelėje analizuojamų fragmentų originalūs septyni integruotų statybos sektoriaus ir jo aplinkos veiksnių regresijos modeliai. Originalių modelių statistiškai reikšmingų kintamųjų ($p < 0,05$) reikšmės pateiktos 4.4 lentelės c fragmente. Visi nuo konteksto nepriklausomieji modelio kintamieji, turintys statistiškai nereikšmingą poveikį priklausomajam kintamajam, buvo pašalinti ir sukurti modifikuoti modeliai.

4.3 lentelės fragmente (D priedo S3 lentelė, prieiga internetu: http://158.129.192.51/static/D_PRIEDAS.xlsx) pateikti R^2 (determinacijos koeficiento) rodikliai septyniems nekilnojamojo turto investicijų vertinimo kintamiesiems. Analizės rezultatai atskleidžia aukštą modelių duomenų tinkamumą (4.1 pav.) – šeši iš septynių kintamųjų rodo išskirtinai aukštus R^2 rodiklius ($>0,996$). Geriausią modelio tinkamumo laipsnį rodo „Geriausių šalių investuoti į nekilnojamąjį turtą – 5 metų kainų pokyčio“ kintamasis ($R^2 = 0,9999$), siekiantis beveik tobulą duomenų aprašymo tikslumą. Taip pat aukšti determinacijos koeficientai nustatyti „Vidutinės 2 kambarių būsto pirkimo kainos“ – $R^2 = 0,9992$, „Globalaus būsto kainų indekso 10 metų“ – $R^2 = 0,9998$ ir „Kvadratinio metro kainų“ – $R^2 = 0,9993$ kintamiesiems. Žemiausią, tačiau vis dar aukštą R^2 reikšmę (0,9907) demonstruoja „Nuomos pajamų mokesčių tarifų“ kintamasis, o tai rodo šiek tiek didesnę duomenų sklaidą šiame parametre. Visi modeliai patvirtina stiprų tiesinį ryšį tarp nepriklausomųjų ir priklausomųjų kintamųjų nekilnojamojo turto investicijų vertinimo kontekste.



4.1 pav. R^2 rodiklių pasiskirstymas nekilnojamojo turto kintamųjų modeliuose
Fig. 4.1 Distribution of R-squared indicators in real estate variable models

4.5. Ketvirtojo skyriaus išvados

1. Atlikti skaičiavimai atskleidė sąsajas tarp makroekonominių veiksnių (BVP, infliacijos, palūkanų normų, užimtumo lygio) ir statybos sektoriaus rodiklių (statybos apimtys, būsto kainos, investicijos į infrastruktūrą). Tyrimai patvirtina, kad BVP augimas stimuliuoja statybos sektoriaus plėtrą, tačiau šis poveikis yra netiesioginis ir priklauso nuo vietos sąlygų: šalies

išsivystymo lygio, reguliacinės aplinkos, finansavimo prieinamumo ir demografinių veiksnių. Statybos sektoriaus rodikliai taip pat veikia kaip BVP augimo prognozės indikatorius, ypač būsto rinkos dinamika ir naujų statybų leidimai.

2. Tyrimo metu buvo sudaryta ir analizuota statybos sektoriaus ir jo makroaplinkos rodiklių sistema, kuri apima 25 statybos sektoriaus indikatorius (būsto kainos, statybos apimtys, investicijos į infrastruktūrą, NT rinkos dinamika) ir 44 bendrus makroekonominis, socialinius ir aplinkosauginius (BVP, infliacija, užimtumas, CO₂ emisijos, ekologinis pėdsakas, socialinė gerovė) rodiklius. 40 pasaulio valstybių analizė atskleidė, kad statybos sektoriaus dinamika priklauso ne tik nuo tradicinių makroekonominių veiksnių (BVP, palūkanų normos), bet ir nuo šalies lygio kontekstinių veiksnių – demografijos, institucijų specifikos, reguliacinės aplinkos ir aplinkosauginių veiksnių.
3. Sudaryti 7 integruoti statybos sektoriaus ir jo aplinkos regresiniai modeliai, kurių determinacijos koeficiento R^2 reikšmės yra itin aukštos ir svyruoja nuo 0,990 iki 0,999, indikuodamos stiprų priklausomųjų kintamųjų ryšį su analizuojamais nepriklausomaisiais parametrais.
4. Atlikta statybos sektoriaus ir jo aplinkos makroduomenų koreliacinė analizė, apimanti 40 pasaulio valstybių ir jų 69 indikatorius, atskleidė įvairaus stiprumo ryšius: vidutinė reikšmingos koreliacijos reikšmė tarp visų kintamųjų yra 0,51 ($p < 0,05$). Stipriausi statistiškai reikšmingi ryšiai nustatyti tarp atliekų perdirbimo ir CO₂ išmetimo (statyba) ($r = 0,98$, $p < 0,05$), darbo našumo ir BVP vienam gyventojui ($r = 0,97$, $p < 0,05$).

Bendrosios išvados

1. Užstatytos aplinkos vertinimo metodai remiasi objektyviais kiekybiniais ir kokybiniais kriterijais, tačiau nepakankamai integruoja subjektyvius emocinius ir afektinius aspektus, lemiančius investicinių sprendimų kokybę ir objektų rinkos sėkmę. Nekilnojamojo turto investicijos vertinamos mikro-, mezo- ir makrolygmenimis, tačiau emociniai ir afektiniai kriterijai šiais lygmenimis analizuojami retai.
2. Pasiūlytas daugiakriteris neuromarketingo INVERT metodas užstatytos aplinkos investiciniams projektams vertinti apima tradicinius (pastato techninius-funkcinius, ekonominius, socialinius, aplinkosauginius) aspektus ir inovatyvius emocinius ir afektinių būsenų rodiklius, tokius kaip laimė, liūdesys, susidomėjimas, susijaudinimas, vaizduotė, koncentracija ar valentingumas, bei jų tarpusavio priklausomybę. Pasiūlytas originalus nekilnojamojo turto investicijų vertinimo metodas, integruojantis pastato techninius-charakteristinius, ekonominius, socialinius, aplinkosaugos, emocinius ir afektinius rodiklius, užtikrins objektyvesnę nekilnojamojo turto vartotojo suvokiamą rinkos ir hedoninių verčių nustatymą investiciniams sprendimams priimti. Taip pasiūlytas metodas teikia skaitmenines rekomendacijas ir optimizuoja pasirinkto rodiklio reikšmę. Pritaikyti daugiakriteriai metodai investiciniams projektams užstatytoje aplinkoje vertinti. Bendro projekto efektyvumo rodikliui apskaičiuoti adaptuotas COPRAS

- daugiakriterio proporcingo įvertinimo metodas, integruojantis atskirų kriterijų reikšmes ir jų svarbos koeficientus INVERT metodikos kontekste. Objektų naudingumo ir hedoninės rinkos vertei nustatyti adaptuotas INVAR daugiakriteris metodas. INVAR metodas leido nustatyti konkurencingą objekto vartotojo suvokiamą rinkos vertę, palyginti su analogiškais objektais. Alternatyvų prioritetiškumas ir vartotojo suvokiama rinkos vertė skaičiuojami remiantis kriterijų sistema, jų reikšmėmis ir reikšmingumais.
3. Sukurta investicinio nekilnojamojo turto vertinimo sprendimų palaikymo sistema INTESA. Sistema sudaryta iš 7 sistemingai struktūrintų kiekybinių ir kokybinių duomenų sluoksnių, leidžiančių išplėsti tradicinio nekilnojamojo turto vertinimo galimybes. Sistema apima tiek tradicinius nekilnojamojo turto vertinimo, tiek emocinius ir afektinius kriterijus.
 4. Nekilnojamojo turto daugiakriterė analizė buvo vizualiai pademonstruota *Circumplex* afekto modelyje (valentingumo ir susijaudinimo dimensijos) ir Plutchiko emocijų klasifikavimo sistemoje (Plutchiko emocijų ratas, bazinės emocijos), užtikrinant sistemingą emocijų reakcijų identifikavimą, klasifikavimą ir kiekybinį vertinimą, atskleidžiant emocijų reakcijų intensyvumą, valentingumą ir kompleksiskumą. Tai leidžia objektyviai įvertinti pirmines emocines ir afektines reakcijas į užstatytos aplinkos stimulus ir prognozuoti jų įtaką ilgalaikiams investiciniams sprendimams.
 5. Sukurta kompleksinė rodiklių sistema, apimanti 25 statybos sektoriaus ir 44 makroekonominis, socialinius bei aplinkosauginius indikatorius. Remiantis 40 valstybių duomenimis, sudaryti 7 integruoti regresiniai modeliai su itin aukštais determinacijos koeficientais ($R^2 = 0,990\text{--}0,999$) ir atlikta koreliacinė analizė: vidutinė reikšmingos koreliacijos reikšmė tarp visų kintamųjų yra 0,51, ($p < 0,05$). Empirinė analizė atskleidė, kad BVP augimas stimuliuoja statybos sektoriaus plėtrą, tačiau šis poveikis yra netiesioginis ir priklauso nuo vietinių sąlygų: šalies išsivystymo lygio, reguliacinės aplinkos, finansavimo prieinamumo, demografijos, institucijų specifikos ir aplinkosaugos reikalavimų.
 6. Sukurtas INVERT metodas ir INTESA sistema praktiškai pritaikyti Europos Sąjungos mokslinių tyrimų ir inovacijų programų projektuose, apimant 94 šalis, 879 milijonus duomenų taškų ir 788 pasaulinius modelius. Metodologija empiriškai patikrinta vertinant tris investicinius projektus – sporto klubą, prekybos centrą ir daugiabučių kompleksą, integruojant MAPS, LVA ir *FaceReader* technologijas su FESA kriterijais. Rezultatai patvirtino, kad emocijų kriterijų integravimas leidžia tiksliau nustatyti objektų hedoninę rinkos vertę ir objektyviau įvertinti jų konkurencingumą rinkoje.

Literatūra ir šaltiniai

Abed Al Ahad, M. (2024). Air pollution reduces the individuals' life satisfaction through health impairment. *Applied Research in Quality of Life*, 19(3), 1049–1073. <https://doi.org/10.1007/s11482-024-10273-5>

Aguilar, F. J. (1967). *Scanning the Business Environment*. MacMillan Co.

Albeyboni, B., & Raswol, L. (2025). The impact of historic built environment on residents' emotional experiences: Duhok as a case study. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16(1), 162–171. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00098-0>

Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>

Aletta, F., De Coensel, B., & Lindborg, P. (2021). Editorial: Human Perception of Environmental Sounds. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 714591. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.714591>

Algoe, S. B., & Haidt, J. (2009). Witnessing excellence in action: the 'other-praising' emotions of elevation, gratitude, and admiration. *The Journal of Positive Psychology*, 4(2), 105–127. <https://doi.org/10.1080/17439760802650519>

Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (2016). Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study

- of Green and Conventional Office Environments. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 805–812. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510037>
- Alnaser, A. A., Maxi, M., & Elmousalami, H. (2024). AI-Powered Digital Twins and Internet of Things for Smart Cities and Sustainable Building Environment. *Applied Sciences*, 14(24), Article 12056. <https://doi.org/10.3390/app142412056>
- Alonso, L., & Jacoby, S. (2023). The impact of housing design and quality on wellbeing: lived experiences of the home during COVID-19 in London. *Cities & Health*, 7(4), 615–627. <https://doi.org/10.1080/23748834.2022.2103391>
- Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3), 1036–1046. <https://doi.org/10.3390/ijerph7031036>
- Ambady, N., & Rosenthal, R. (1992). Thin slices of expressive behavior as predictors of interpersonal consequences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 111(2), 256–274. <https://psycnet.apa.org/journals/bul/111/2/256.html?uid=1992-19793-001>
- An, X., & Pivo, G. (2020). Green Buildings in Commercial Mortgage-Backed Securities: The Effects of LEED and Energy Star Certification on Default Risk and Loan Terms. *Real Estate Economics*, 48(1), 7–42. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.12228>
- Andrade, E. B., & Ariely, D. (2009). The enduring impact of transient emotions on decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 109(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2009.02.003>
- Arun, P. K., & Nidhi, M. (2023). The arcane of PropTech implication in real estate: A balancing act of privacy and transparency. *Jus Corpus Law Journal*, 4. <https://www.juscorpus.com/wp-content/uploads/2024/08/76.-Parvathy-K-Arun-.pdf>
- Arundel, A. V., Sterling, E. M., Biggin, J. H., & Sterling, T. D. (1986). Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environmental Health Perspectives*, 65, 351–361. <https://doi.org/10.1289/ehp.8665351>
- Assylbayev, A., Derbisheva, E., Niiazalieva, K., Suranaev, T., & Husainova, E. (2024). Sustainable housing construction and population growth in the EAEU: A comparative approach. *E3S Web of Conferences*, 535, Article 02004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453502004>
- Baniassadi, A., Yu, W., Trivison, T., Day, R., Lipsitz, L., & Manor, B. (2025). Home ambient temperature and self-reported attention in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 80(4). <https://doi.org/10.1093/gerona/glae286>
- Baobeid, A., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2021). Walkability and its relationships with health, sustainability, and livability: Elements of physical environment and evaluation frameworks. *Frontiers in Built Environment*, 7, Article 721218. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.721218>
- Batty, M. (2010). The pulse of the city. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 575–577. <https://doi.org/10.1068/b3704ed>

Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481–518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>

Bechara, A. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295–307. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275(5304), 1293–1295. <https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>

Bekun, F. V., Alola, A. A., Gyamfi, B. A., Kwakwa, P. A., & Uzuner, G. (2023). Econometrics analysis on cement production and environmental quality in European Union countries. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(4), 4265–4280. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04302-9>

Berardi, U. (2012). Sustainability assessment in the construction sector: Rating systems and rated buildings. *Sustainable Development*, 20(6), 411–424. <https://doi.org/10.1002/sd.532>

Berardi, U. (2015). Sustainability assessments of buildings, communities, and cities. In *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability* (pp. 497–545). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799968-5.00015-4>

Berčík, J., Mravcová, A., Sendra Nadal, E., López Lluch, D. B., & Farkaš, A. (2025). FaceReader as a neuromarketing tool to compare the olfactory preferences of customers in selected markets. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*, 29(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/SJME-03-2023-0050>

Bilandzic, H., Kalch, A., & Soentgen, J. (2017). Effects of Goal Framing and Emotions on Perceived Threat and Willingness to Sacrifice for Climate Change. *Science Communication*, 39(4), 466–491. <https://doi.org/10.1177/1075547017718553>

Billio, M., Costola, M., Pelizzon, L., & Riedel, M. (2022). Buildings' Energy Efficiency and the Probability of Mortgage Default: The Dutch Case. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 65(3), 419–450. <https://doi.org/10.1007/s11146-021-09838-0>

Blanchette, I., & Richards, A. (2010). *The influence of affect on higher level cognition: A review of research on interpretation, judgement, decision making and reasoning*. Cognition and emotion, 286–334. <https://doi.org/10.1080/02699930903132496>

Blunt, A. (2005)., & Dowling, R. (2006). *Home*. Abingdon: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203401354>

Boone, K. (2015). Disembodied voices, embodied places: Mobile technology, enabling discourse, and interpreting place. *Landscape and Urban Planning*, 142, 235–242. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.005>

Borisuit, A., Linhart, F., Scartezzini, J.-L., & Münch, M. (2015). Effects of realistic office daylighting and electric lighting conditions on visual comfort, alertness and mood. *Lighting Research & Technology*, 47(2), 192–209. <https://doi.org/10.1177/1477153514531518>

- Bou Hatoum, M., Nassereddine, H., Musick, S., & El-Jazzar, M. (2023). Investigation of PESTEL factors driving change in capital project organizations. *Frontiers in Built Environment*, 9, Article 1207564. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1207564>
- Boukherroub, T., D'amours, S., & Rönqvist, M. (2018). Sustainable forest management using decision theaters: Rethinking participatory planning. *Journal of Cleaner Production*, 179, 567–580. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.084>
- Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A. T., Lum, J. A. G., Mortimer, M. A., & Enticott, P. G. (2022). Built environment color modulates autonomic and <scp>EEG</scp> indices of emotional response. *Psychophysiology*, 59(12), Article e14121. <https://doi.org/10.1111/psyp.14121>
- Bower, I., Tucker, R., & Enticott, P. G. (2019). Impact of built environment design on emotion measured via neurophysiological correlates and subjective indicators: A systematic review. *Journal of Environmental Psychology*, 66, Article 101344. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101344>
- BRE, A. (2008). *Discussion Document Comparing International Environmental Assessment Methods for Buildings BRE*.
- Bryan, M. L., & Jenkins, S. P. (2016). Multilevel modelling of country effects: A cautionary tale. *European Sociological Review*, 32(1), 3–22. <https://doi.org/10.1093/esr/jcv059>
- Burns, A. C., Saxena, R., Vetter, C., Phillips, A. J. K., Lane, J. M., & Cain, S. W. (2021). Time spent in outdoor light is associated with mood, sleep, and circadian rhythm-related outcomes: A cross-sectional and longitudinal study in over 400,000 UK Biobank participants. *Journal of Affective Disorders*, 295, 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.08.056>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Chadwick, A. E. (2015). Toward a theory of persuasive hope: Effects of cognitive appraisals, hope appeals, and hope in the context of climate change. *Health Communication*, 30(6), 598–611. <https://doi.org/10.1080/10410236.2014.916777>
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179–193. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007>
- Chen, C., Zhao, B., & Weschler, C. J. (2012). Indoor Exposure to “Outdoor PM10.” *Epidemiology*, 23(6), 870–878. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31826b800e>
- Cheng, A. L. (2024). The intelligent built-environment as cyber-physical system. *A+BE / Architecture and the Built Environment*, 13(24), 1–278. <https://doi.org/10.7480/abe.2023.24.7395>
- Chhetri, P., Stimson, R. J., & Western, J. (2006). Modelling the factors of neighbourhood attractiveness reflected in residential location decision choices. *Chiikigaku Kenkyu (Studies in Regional Science)*, 36(2), 393–417. <https://doi.org/10.2457/srs.36.393>
- Choy, L. H. T. ;, Ho, W. K. O., Choy, L. H. T., & Ho, W. K. O. (2023). The use of machine learning in real estate research. *Land*, 12(4), 740. <https://doi.org/10.3390/LAND12040740>

- Cunha, A. M., & Loureiro, R. (2024). Housing price dynamics and elasticities: Portugal's conundrum. *National Accounting Review*, 6(1), 75–94. <https://doi.org/10.3934/NAR.2024004>
- Curtis, T., Arnaud, A., & Waguespack, B. P. (2017). advertising effect on consumer emotions, judgements, and purchase intent. *Asian Journal of Business Research*, 7(2), 57. <https://doi.org/10.14707/ajbr.170037>
- Cutting, J. E. (2016). The evolution of pace in popular movies. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s41235-016-0029-0>
- Damasio, A. R. (1995). Toward a neurobiology of emotion and feeling: Operational concepts and hypotheses. *The Neuroscientist*, 1(1), 19–25. <https://doi.org/10.1177/107385849500100104>
- Damasio, A. R. (2006). *Descartes' error*. Random House.
- Del Giudice, V., De Paola, P., Torrieri, F., Nijkamp, P. J., & Shapira, A. (2019). Real Estate Investment Choices and Decision Support Systems. *Sustainability*, 11(11), 3110. <https://doi.org/10.3390/SU11113110>
- Demong, N. A. R., & Lu, J. (2012). Risk-based decision making framework for investment in the real estate industry. *Intelligent Systems Reference Library*, 33, 259–283. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25755-1_14
- Dick, M., Pohl, W., Lackner, H. K., Weiss, E. M., & Canazei, M. (2024). Effects of personalized lighting on subjective ratings, cognitive performance, and physiological stress response in a simulated office environment. *LEUKOS*, 20(4), 347–366. <https://doi.org/10.1080/15502724.2023.2292960>
- Dillman Carpentier, F. R., & Potter, R. F. (2007). Effects of music on physiological arousal: Explorations into tempo and genre. *Media Psychology*, 10(3), 339–363. <https://doi.org/10.1080/15213260701533045>
- Dobrovolskienė, N., Pozniak, A., & Tvaronavičienė, M. (2021a). Assessment of the sustainability of a real estate project using multi-criteria decision making. *Sustainability*, 13(8), Article 4352. <https://doi.org/10.3390/su13084352>
- Dobrovolskienė, N., Pozniak, A., & Tvaronavičienė, M. (2021b). Assessment of the Sustainability of a Real Estate Project Using Multi-Criteria Decision Making. *Sustainability*, 13(8), Article 4352. <https://doi.org/10.3390/SU13084352>
- Dong, X. S., West, G. H., Holloway-Beth, A., Wang, X., & Sokas, R. K. (2019). Heat-related deaths among construction workers in the United States. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(12), 1047–1057. <https://doi.org/10.1002/ajim.23024>
- Dwivedi, A., & Sharma, V. (2024). Exploring the role of neuromarketing in consumer decision-making. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, 5(7). <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i7.2024.2443>
- Eberhard, J. P. (2008). *Brain landscape the coexistence of neuroscience and architecture*. Oxford University Press.
- EITCA. (2023). *Koks yra R kvadrato tiesinės regresijos skaičiavimo tikslas?* Europos informacinių technologijų sertifikavimo akademija. <https://lt.eitca.org/artificial-intelligence/eitc-ai-mlp-machine-learning-with-python/programming-machine-learning/r->

squared-theory/examination-review-r-squared-theory/what-is-the-purpose-of-calculating-r-squared-in-linear-regression/

Ekman, P. (2004). Emotions revealed. *BMJ*, 328 (Suppl S5), Article 0405184. <https://doi.org/10.1136/SBMJ.0405184>

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1974). Detecting deception from the body or face. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29(3), 288–298. <https://doi.org/10.1037/h0036006>

El Ayadi, M., Kamel, M. S., & Karray, F. (2011). Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases. *Pattern Recognition*, 44(3), 572–587. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2010.09.020>

Elkins, A. C. (2011). *Vocalic markers of deception and cognitive dissonance for automated emotion detection systems*. The University of Arizona.

Elkins, A. C., Burgoon, J., & Nunamaker, J. (2012). Vocal analysis software for security screening: Validity and deception detection potential. *Homeland Security Affairs*, 8, 17–32.

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *The Circular Economy in Cities: resources suite*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-in-cities>

Ellsworth-Krebs, K., Reid, L., & Hunter, C. J. (2019). Integrated framework of home comfort: relaxation, companionship and control. *Building Research & Information*, 47(2), 202–218. <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1410375>

Emotion logic. (2025). *Emotion Logic Knowledge Center*. https://emlo.cloud/documentation/callcenter_teleales

Emotion logic. (2023). *Emotion logic & EDP white paper*. https://emotionlogic.ai/wp-content/uploads/Emotion%20Logic%20-%20Genuine%20emotions%20detection.pdf?utm_source=chatgpt.com

European Commission. (2008). *European Commission Recommendation on the active inclusion of people excluded from the labour market, Brussels (of 3 October 2008), 2008/867/EC*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32008H0867>

European Commission. (2021a). *Digital connectivity in Lithuania*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-connectivity-lithuania>

European Commission. (2021b). *Lithuania's recovery and resilience plan*.

European Commission. (2022). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. Lithuania*.

European Commission. (2023). *Commission Recommendation on promoting the engagement and effective participation of citizens and civil society organisations in public policy-making processes, Brussels (of 12 December 2023), 2023/2836*.

European Investment Bank. (2023). *European Investment Bank, 2022/2023 EIB global report – The impact*. <https://data.europa.eu/doi/10.2867/939060>

European Commission. (2019). *Communication from the Commission. The European Green Deal. Brussels 52019DC0640COM/2019/640 final*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>

- European Commission. (2021). *New European Bauhaus Beautiful, Sustainable, Together*. Brussels, 52021DC0573COM/2021/0573 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0573>
- Evans, G. W. (2003). The built environment and mental health. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 80(4), 536–555. <https://doi.org/10.1093/jurban/jtg063>
- Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18(1), 85–94. <https://doi.org/10.1006/jevps.1998.0089>
- Feng, G. C. (2024). Effects of narratives and information valence in digital headlines on user responses. *Asian Journal of Communication*, 34(2), 156–177. <https://doi.org/10.1080/01292986.2024.2317308>
- Figueiro, M., & Rea, M. (2016). Office lighting and personal light exposures in two seasons: Impact on sleep and mood. *Lighting Research & Technology*, 48(3), 352–364. <https://doi.org/10.1177/1477153514564098>
- Frazier, T. W., Strauss, M. E., & Steinhauer, S. R. (2004). Respiratory sinus arrhythmia as an index of emotional response in young adults. *Psychophysiology*, 41(1), 75–83. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8986.2003.00131.x>
- Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- Fuerst, F. (2007). Office Rent Determinants: A Hedonic Panel Analysis. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1022828>
- Gaolu, Z. (2015). The effect of central business district on house prices in Chengdu Metropolitan area: A hedonic approach. In *Proceedings of the 2015 AASRI International Conference on Circuits and Systems*, 9 (pp. 349–352). <https://doi.org/10.2991/cas-15.2015.83>
- Gėgžna, V. (2020). *Biostatistinės analizės pagrindai*. <https://mokymai.github.io/biostatistika/koreliacija.html#ref-Vencloviene2010>
- Genc, O. (2023). Identifying principal risk factors in Turkish construction sector according to their probability of occurrences: a relative importance index (RII) and exploratory factor analysis (EFA) approach. *International Journal of Construction Management*, 23(6), 979–987. <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1946901>
- Ghaffarianhoseini, A., AlWaeer, H., Ghaffarianhoseini, A., Clements-Croome, D., Berardi, U., Raahemifar, K., & Tookey, J. (2018). Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward. *Intelligent Buildings International*, 10(2), 122–129. <https://doi.org/10.1080/17508975.2017.1394810>
- GhaffarianHoseini, A., Dahlan, N. D., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., Makaremi, N., & GhaffarianHoseini, M. (2013). Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.010>

Gholamzadehmir, M., Pandolfi, A. M., Del Pero, C., Leonforte, F., & Sdino, L. (2025). Increasing the market value of buildings through energy retrofitting: A comparison of actual retrofit costs and perceived values. *Buildings*, *15*(3), 376. <https://doi.org/10.3390/buildings15030376>

GlobeNewswire. (2025). *Sustainable construction materials industry research 2024*: GlobeNewswire. <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/01/06/3004414/28124/en/Sustainable-Construction-Materials-Industry-Research-2024-Global-Market-to-Surpass-456-Billion-by-2028-with-Long-term-Forecasts-to-2033-Green-Certifications-Boost-Growth-Awareness-.htm>

Gluzak, M., Gawlik, R., & Zieba, M. (2019). Smart and green buildings features in the decision-making hierarchy of office space tenants: An analytic hierarchy process study. *Administrative Sciences*, *9*(3). <https://doi.org/10.3390/ADMSCI9030052>

González-Hidalgo, M., & Zografos, C. (2020). Emotions, power, and environmental conflict: Expanding the ‘emotional turn’ in political ecology. *Progress in Human Geography*, *44*(2), 235–255. <https://doi.org/10.1177/0309132518824644>

Grazuleviciene, R., Andrusaityte, S., Gražulevičius, T., & Dédélé, A. (2020). Neighborhood Social and Built Environment and Disparities in the Risk of Hypertension: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(20), Article 7696. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207696>

Gross, J. J. (1998). Antecedent- and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(1), 224–237. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.1.224>

Gündoğan, H., Dikmen, İ., & Atasoy, G. (2024). Perceptions of built environment professionals on intelligent office buildings: The interplay between technology, design for sustainability and responsiveness. *Journal of Building Engineering*, *95*, Article 110088. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.110088>

Gyldensted, C. (2015). *From Mirrors to Movers: Five Elements of Positive Psychology in Constructive Journalism*. GGroup Publishing.

Haagerup, U. (2017). *Constructive news: How to save the media and democracy with journalism of tomorrow*. Aarhus University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv62hhq4>

Hacking, N., & Flynn, A. (2017). Networks, power and knowledge in the planning system: A case study of energy from waste. *Progress in Planning*, *113*, 1–37. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2015.12.001>

Haddad, D., Walter, S., Ratley, R., & Smith, M. (2002). *Investigation and evaluation of voice stress analysis technology* (final report). Technical Report, US Department of Justice (document No.: 193832)

Halhoul Merabet, G., Essaaidi, M., Ben Haddou, M., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., Al-Fuqaha, A., Abid, M. R., & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *144*(April), Article 110969. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110969>

- Harvard, D. (2024). *Neuromarketing — Predicting Consumer Behavior to Drive Purchasing Decisions*. <https://professional.dce.harvard.edu/blog/marketing/neuromarketing-predicting-consumer-behavior-to-drive-purchasing-decisions/#How-is-Neuromarketing-Used-in-Business-Today>
- Hobson, J. L., Mayew, W. J., & Venkatachalam, M. (2012). Analyzing speech to detect financial misreporting. *Journal of Accounting Research*, 50(2), 349–392. <https://doi.org/10.1111/j.1475-679X.2011.00433.x>
- Hollander, J. B., & Anderson, E. C. (2020). The impact of urban façade quality on affective feelings. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 14(2), 219–232. <https://doi.org/10.1108/ARCH-07-2019-0181>
- Holman, E. A., Garfin, D. R., & Silver, R. C. (2014). Media’s role in broadcasting acute stress following the Boston Marathon bombings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(1), 93–98. <https://doi.org/10.1073/pnas.1316265110>
- Hornsby, C., Ripa, M., Vassillo, C., & Ulgiati, S. (2017). A roadmap towards integrated assessment and participatory strategies in support of decision-making processes. The case of urban waste management. *Journal of Cleaner Production*, 142, 157–172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.189>
- Høyer-Kruse, J., Schmidt, E. B., Hansen, A. F., & Pedersen, M. R. L. (2024). The interplay between social environment and opportunities for physical activity within the built environment: a scoping review. *BMC Public Health*, 24(1), 2361. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19733-x>
- Hu, X., Meng, Q., Kang, J., & Han, Y. (2019). Psychological assessment of an urban soundscape using facial expression analysis. In *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 259(4), (pp. 5807–5815).
- Hurtado, H. J. (2022). *Literature review of Cuban development : Insight from a PESEC framework*. <https://doi.org/10138/348408>
- Hwang, B. W., Kim, S., & Lee, S. W. (2006). A full-body gesture database for automatic gesture recognition. In *FGR 2006: Proceedings of the 7th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2006* (pp. 243–248). <https://doi.org/10.1109/FGR.2006.8>
- Ibrahim, I., Mushtaha, E., Khalfan, N. A., Tulimat, R., Al Bastaki, S., & Ahmed, R. (2025). The effects of light distribution, color temperature, and Illuminance on the drawings’ quality of fine arts and Design students. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 24(2), 952–967. <https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2320336>
- IEA. (2019). Multiple benefits of energy efficiency 2019, IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0. https://iea.blob.core.windows.net/assets/8441ab46-9d86-47eb-b1fc-cb36fc3e7143/Energy_Efficiency_2019.pdf
- IEA. (2023). *Energy efficiency 2023*. IEA, Paris. Licence: CC BY 4.0. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dfd9134f-12eb-4045-9789-9d6ab8d9fbf4/EnergyEfficiency2023.pdf>
- Ildiri, N., Bazille, H., Lou, Y., Hinkelman, K., Gray, W. A., & Zuo, W. (2022). Impact of WELL certification on occupant satisfaction and perceived health, well-being, and

productivity: A multi-office pre- versus post-occupancy evaluation. *Building and Environment*, 224, Article 109539. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109539>

Infocloud.lt. (n.d.). *Vilniaus miesto gyventojų skaičius pagal mikrorajonus*.

<https://infocloud.lt/vilniaus-miesto-gyventoju-skaicius-pagal-mikrorajonus/>

Irfan, M., Adeel, R., & Malik, M. S. (2023). The impact of emotional finance, and market knowledge and investor protection on investment performance in stock and real estate markets. *Sage Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231206900>

Islam, R., Nazifa, T. H., Mohammed, S. F., Zishan, M. A., Yusof, Z. M., & Mong, S. G. (2021). Impacts of design deficiencies on maintenance cost of high-rise residential buildings and mitigation measures. *Journal of Building Engineering*, 39, Article 102215. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102215>

Jacoby, S., & Alonso, L. (2022). Home use and experience during COVID-19 in London: Problems of housing quality and design. *Sustainability*, 14(9), Article 5355. <https://doi.org/10.3390/su14095355>

Jagannathan, L., Cuddapah, S., & Costa, M. (2016). Oxidative stress under ambient and physiological oxygen tension in tissue culture. *Current Pharmacology Reports*, 2(2), 64–72. <https://doi.org/10.1007/s40495-016-0050-5>

Jayakody, A. C. H. T., & Vaz, A. (2025). Key determinants of rental rates for A-grade office space in the Colombo-Central Business District: A tenants' perspective. *Issues and Perspectives in Business and Social Sciences*, 5(1), 49–70. <https://doi.org/10.33093/ipbss.2025.5.1.5>

Juslin, P. N., Scherer, K. R., Harrigan, J., & Rosenthal, R. (2005). *Vocal expression of affect*. New Handbook of Methods in Nonverbal Behavior Research. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198529613.003.0003>

Kabak, M., Köse, E., Kırılmaz, O., & Burmaoğlu, S. (2014). A fuzzy multi-criteria decision making approach to assess building energy performance. *Energy and Buildings*, 72, 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.12.059>

Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas—linkages between science, policy and practice*, 1–11. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_1

Kaklauskas, A. (1999). *Multiple criteria decision support of building life cycle*. [Research report presented for habilitation (DrSc), Vilnius Gediminas Technical University]. Lietuvos akademinė elektroninė biblioteka. <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:14394637/MAIN>.

Kaklauskas, A. (2015). *Biometric and Intelligent Decision Making Support* (Vol. 81). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13659-2>

Kaklauskas, A. (2016). Degree of project utility and investment value assessments. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(5), 666–683.

Kaklauskas, A., Bardauskiene, D., Cerkauskienė, R., Ubarte, I., Raslanas, S., Radvile, E., Kaklauskaitė, U., & Kaklauskienė, L. (2021). Emotions analysis in public spaces for urban planning. *Land Use Policy*, 107, 105458. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105458>

- Kaklauskas, A., Ubarte, I., Kalibatas, D., Lill, I., Velykorusova, A., Volginas, P., Vinogradova, I., Milevicius, V., Vetloviene, I., Grubliauskas, R., Bublienė, R., & Naumcik, A. (2019a). A Multisensory, Green, and Energy Efficient Housing Neuromarketing Method. *Energies*, *12*(20), Article 3836. <https://doi.org/10.3390/en12203836>
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Bardauskiene, D., Cerkauskas, J., Ubarte, I., Seniut, M., Dzemyda, G., Kaklauskaite, M., Vinogradova, I., & Velykorusova, A. (2019b). An Affect-Based Built Environment Video Analytics. *Automation in Construction*, *106*, 102888. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102888>
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Bardauskienė, D. ir Dargis, R. (2012). *Darnus nekilnojamojo turto vystymas*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1320-S>
- Kandakoglu, A., Frini, A., & Ben Amor, S. (2019). Multicriteria decision making for sustainable development: A systematic review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, *26*(5–6), 202–251. <https://doi.org/10.1002/MCDA.1682>
- Kappas, A., Hess, U., & Scherer, K. (1991). *Voice and emotion*. In *Fundamentals of Non-verbal Behavior*, eds. Feldman, R. S. and Rime, B, 200–238. Cambridge: Cambridge University Press
- Karimi, R., Farahzadi, L., M.E. Sepasgozar, S., Sargolzaei, S., M. Ebrahimzadeh Sepasgozar, S., Zareian, M., & Nasrolahi, A. (2021). Smart Built Environment Including Smart Home, Smart Building and Smart City: Definitions and Applied Technologies. In *Advances and Technologies in Building Construction and Structural Analysis*, 179–214. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88410>
- Ke, Q., & White, M. (2024). Does energy performance rating affect office rents? A study of the UK office market. *Journal of Sustainable Real Estate*, *16*(1). <https://doi.org/10.1080/19498276.2024.2356715>
- Kim, H.-S., Choi, M.-H., Baek, J.-H., Park, S.-J., Lee, J.-C., Jeong, U.-H., Kim, S.-P., Kim, H.-J., Choi, Y. C., Lim, D.-W., & Chung, S.-C. (2015). Effects of 92 % oxygen administration on cognitive performance and physiological changes of intellectually and developmentally disabled people. *Journal of Physiological Anthropology*, *34*(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40101-015-0043-9>
- Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., Behar, J. V., Hern, S. C., & Engelmann, W. H. (2001). The national human activity pattern survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, *11*(3), 231–252. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>
- Kołodziejczyk, B., Osiichuk, D., & Mielcarz, P. (2021). Quantification of financial consequences of buildings' ageing: analysis of panel building-level data from the Polish office space market. *Property Management*, *39*(2), 227–249. <https://doi.org/10.1108/PM-07-2020-0045>
- Kuang, W., & Liu, P. (2015). Inflation and House Prices: Theory and Evidence from 35 Major Cities in China. *International Real Estate Review*, *18*(2), 217–240 <https://doi.org/10.53383/100200>

- Kung, H.-Y., Juan, Y.-K., & Castro-Lacouture, D. (2025). Decision support model for evaluating circular economy strategies in private residential construction. *Developments in the Built Environment*, 21, Article 100602. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2025.100602>
- Lan, L., Lian, Z., & Pan, L. (2010). The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings. *Applied Ergonomics*, 42(1), 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.04.003>
- Landmann, H. (2021). *Emotions in the context of environmental protection: Theoretical considerations concerning emotion types, eliciting processes, and affect generalization*. OSF. <https://doi.org/10.31234/osf.io/yb2a7>
- Lane, M. B. (2005). Public participation in planning: an intellectual history. *Australian Geographer*, 36(3), 283–299. <https://doi.org/10.1080/00049180500325694>
- LaRowe, L. R., Connell Bohlen, L., & Williams, D. M. (2024). There is no happiness in positive affect: the pervasive misunderstanding of the rotated circumplex model. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1301428. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1301428>
- Lazarus, R. S. (1991a). *Emotion and Adaptation*, Vol. 557. Oxford University Press.
- Lazarus, R. S. (1991b). Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *American Psychologist*, 46(8), 819–834. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.46.8.819>
- Lee, E.-J. (2016). Empathy can increase customer equity related to pro-social brands. *Journal of Business Research*, 69(9), 3748–3754. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.05.018>
- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., ..., & Ha, M. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ..., & C. Péan (Eds.)). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- LEI. (2019). *Pažangius išmaniųjų miestų sprendimus (READY) diegiantys išteklius taupantys miestai*. <https://www.lei.lt/en/projektas/ready/>
- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and decision making. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 799–823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Levkovich, O., Buitelaar, E., & Rouwendal, J. (2018). *Age effects in the price of commercial real estate*. Working Paper.
- Lewinski, P., den Uyl, T. M., & Butler, C. (2014). Automated facial coding: Validation of basic emotions and FACS AUs in FaceReader. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 7(4), 227–236. <https://doi.org/10.1037/npe0000028>
- Lewy, A. J., Wehr, T. A., Goodwin, F. K., Newsome, D. A., & Markey, S. P. (1980). Light Suppresses Melatonin Secretion in Humans. *Science*, 210(4475), 1267–1269. <https://doi.org/10.1126/science.7434030>

- Li, H., Cai, J., Chen, R., Zhao, Z., Ying, Z., Wang, L., Chen, J., Hao, K., Kinney, P. L., Chen, H., & Kan, H. (2017). Particulate Matter Exposure and Stress Hormone Levels. *Circulation*, *136*(7), 618–627. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026796>
- Li, H., & Xu, H. (2020). Deep reinforcement learning for robust emotional classification in facial expression recognition. *Knowledge-Based Systems*, *204*, Article 106172. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2020.106172>
- Li, X., Hijazi, I., Koenig, R., Lv, Z., Zhong, C., & Schmitt, G. (2016). Assessing essential qualities of urban space with emotional and visual data based on GIS technique. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *5*(11), 218. <https://doi.org/10.3390/ijgi5110218>
- Li, X., & Liu, X. (2024). Explaining the changes in the green technology innovation efficiency of construction enterprises. *Humanities and Social Sciences Communications*, *11*(1), Article 1421. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03966-7>
- Li, Z., Wu, X., Wu, J., & Liu, H. (2025). The Influence of Urban Landscape Ecology on Emotional Well-Being: A Case Study of Downtown Beijing. *Land*, *14*(3), Article 519. <https://doi.org/10.3390/land14030519>
- Licina, D., & Yildirim, S. (2021). Occupant satisfaction with indoor environmental quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and self-reported productivity before and after relocation into WELL-certified office buildings. *Building and Environment*, *204*, Article 108183. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108183>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2022). *Dėl Užsakovo informacijos reikalavimų rengimo tvarkos aprašo ir viešojo pirkimo ar pirkimo, kuriuo perkamos statinio projektavimo ir (ar) statybos darbai, kuriems taikomi statinio informacinio modeliavimo metodai, sutarties sudarymo reikalavimų tvarkos ap.* TAR: 2022-02-24, Nr. 03543.
- Lietuvos Respublikos finansų ministerija. (2022). *2021–2027 metų Europos Sąjungos fondų investicijų programos ir Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo planas „Naujos kartos Lietuva.“* TAR: 2022-06-22, Nr. 13361.
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2012). *Valstybės pažangos strategija „Lietuvos pažangos strategija „Lietuva 2030.“* 1121010NUTA0XI-2015.
- Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. (2021). *Įsakymas dėl Lietuvos Respublikos itin spartaus plačiajuosčio ryšio plėtros 2021–2027 m. plano patvirtinimo.* TAR: 2021-10-04, Nr. 20734.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2021). *Dėl statinio informacinio modeliavimo metodų taikymo.* TAR: 2021-12-14, Nr. 25772.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2024). *Nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021–2030 m.* TAR: 2024-12-11, Nr. 21969.
- Lin, W.-H., Pan, W.-C., & Yi, C.-C. (2019). “Happiness in the air?” the effects of air pollution on adolescent happiness. *BMC Public Health*, *19*(1), Article 795. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7119-0>

- Lithuania.lt. (2024). *Lithuania Achieves Highest Growth in EU in Innovation Ecosystem, Reports European Innovation Scoreboard 2024*. <https://lithuania.lt/news/business-and-innovations-in-lithuania/lithuania-achieves-highest-growth-in-eu-in-innovation-ecosystem-reports-european-innovation-scoreboard-2024/>
- Liu, Y., Wang, Z., & Yu, G. (2021). The effectiveness of facial expression recognition in detecting emotional responses to sound interventions in older adults with dementia. *Frontiers in Psychology, 12*, Article 707809. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.707809>
- Lo, D., Yau, Y., McCord, M., & Haran, M. (2022). Lead-Lag Relationship between the Price-to-Rent Ratio and the Macroeconomy: An Empirical Study of the Residential Market of Hong Kong. *Buildings, 12*(9), Article 1345. <https://doi.org/10.3390/buildings12091345>
- Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K., & Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin, 127*(2), 267–286. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267>
- Luo, J., Wang, M., & Chen, L. (2021). The effects of using a nature-sound mobile application on psychological well-being and cognitive performance among university students. *Frontiers in Psychology, 12*, Article 699908. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.699908>
- Maniar, K., Rathod, S., Kumar, A., & Jain, S. K. (2022). A Forensic Psychological Study for Detection of Deception in Financial Fraud Calls on Layered Voice Analysis (LVA™). *International Journal of Indian Psychology, 10*(1), 572–585.
- Maqbool, R., Rashid, Y., Altuwaim, A., Shafiq, M. T., & Oldfield, L. (2024). Coping with skill shortage within the UK construction industry: Scaling up training and development systems. *Ain Shams Engineering Journal, 15*(2), Article 102396. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102396>
- Mark, G. (2023). *Attention span: A groundbreaking way to restore balance, happiness and productivity*. Harlequin.
- Marmolejo-Duarte, C., & Chen, A. (2022). Uncovering the price effect of energy performance certificate ratings when controlling for residential quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 166*, Article 112662. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112662>
- Marsh, J. (2024). Sustainable construction in 2024: Principles, trends and challenges – environment Co. *Environment*. <https://environment.co/sustainable-construction-principles-trends-and-challenges/>
- Maximino, M. (2014). The impact of crime on property values: Research roundup. *The Journalist's Resource*. <https://journalistsresource.org/economics/the-impact-of-crime-on-property-values-research-roundup/>
- Mayew, W. J., & Venkatachalam, M. (2012). The power of voice: Managerial affective states and future firm performance. *The Journal of Finance, 67*(1), 1–43. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2011.01705.x>
- Mayew, W. J., & Venkatachalam, M. (2013). Speech analysis in financial markets. *Foundations and Trends in Accounting, 7*(2), 73–130. <https://doi.org/10.1561/14000000024>
- Mazumdar, S., Learnihan, V., Cochrane, T., & Davey, R. (2018). The Built Environment and Social Capital: A Systematic Review. *Environment and Behavior, 50*(2), 119–158. <https://doi.org/10.1177/0013916516687343>

- McQueen, A. (2021). The wages of fear? *Philosophy and climate change*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198796282.003.0008>
- Mecca, B. (2023). Assessing the sustainable development: A review of multi-criteria decision analysis for urban and architectural sustainability. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 30(5–6), 203–218. <https://doi.org/10.1002/mcda.1818>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? *Urban Geography*, 40(3), 309–329. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>
- Mehta, A. J., Kubzansky, L. D., Coull, B. A., Kloog, I., Koutrakis, P., Sparrow, D., Spiro, A., Vokonas, P., & Schwartz, J. (2015). Associations between air pollution and perceived stress: the Veterans Administration Normative Aging Study. *Environmental Health*, 14(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-14-10>
- Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392–408. <https://doi.org/10.1177/0020852314564308>
- Memon, A. H., Khahro, S. H., Memon, N. A., Memon, Z. A., & Mustafa, A. (2023). Relationship between Job Satisfaction and Employee Performance in the Construction Industry of Pakistan. *Sustainability*, 15(11), Article 8699. <https://doi.org/10.3390/su15118699>
- Meng, Q., Hu, X., Kang, J., & Wu, Y. (2020). On the effectiveness of facial expression recognition for evaluation of urban sound perception. *Science of The Total Environment*, 710, Article 135484. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135484>
- Miller, M., & Fry, W. F. (2009). The effect of mirthful laughter on the human cardiovascular system. *Medical Hypotheses*, 73(5), 636–639. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.02.044>
- Mohammad-Moradi, A., Yazdanfar, S. A., & Khanmohammadi, M. A. (2025). The Impact of Lighting on Emotions in Architectural Interior Spaces: A Systematic Review1. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 35(1), 1-28
- Mosallaeipour, S., Shavarani, S. M., Steens, C., & Eros, A. (2019). A robust expert decision support system for making real estate location decisions, a case of investor-developer-user organization in industry 4.0 era. *Journal of Corporate Real Estate*, 22(1), 21–47. <https://doi.org/10.1108/JCRE-03-2019-0019>
- Muhammad, S., & Sabo, A. (2018). Determinants of Quality of Life in Selected African Countries. *International Journal of Economics and Management Studies*, 5(3), 14–21. <https://doi.org/10.14445/23939125/IJEMS-V5I3P103>
- Mulligan, G. (2009). *Living Costs in the World's Largest Cities*. Conference: North American Meetings of the Regional Science Association.
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega*, 41(2), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.05.002>

- Myers, T. A., Maibach, E. W., Roser-Renouf, C., Akerlof, K., & Leiserowitz, A. A. (2013). The relationship between personal experience and belief in the reality of global warming. *Nature Climate Change*, 3(4), 343–347. <https://doi.org/10.1038/nclimate1754>
- Naeem, N., Rana, I. A., & Nasir, A. R. (2023). Digital real estate: a review of the technologies and tools transforming the industry and society. *Smart Construction and Sustainable Cities*, 1(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s44268-023-00016-0>
- Naqvi, N., Shiv, B., & Bechara, A. (2006). The Role of Emotion in Decision Making. *Current Directions in Psychological Science*, 15(5), 260–264. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2006.00448.x>
- Neckel, S., & Hasenfratz, M. (2021). Climate emotions and emotional climates: The emotional map of ecological crises and the blind spots on our sociological landscapes. *Social Science Information*, 60(2), 253–271. <https://doi.org/10.1177/0539018421996264>
- Nepomuceno, L., & Elafi, O. (2024). Socio-political risk in the Latin American construction industry. In *AIP Conference Proceedings*, 3125(1), Article 040003. <https://doi.org/10.1063/5.0214688>
- Nguyen, L., & Watanabe, T. (2017). The impact of project organizational culture on the performance of construction projects. *Sustainability*, 9(5), Article 781. <https://doi.org/10.3390/su9050781>
- Nilsson, U. (2009). Soothing music can increase oxytocin levels during bed rest after open-heart surgery: a randomised control trial. *Journal of Clinical Nursing*, 18(15), 2153–2161. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02718.x>
- noldus.com. (2024). *Facts about FaceReader software*. <https://noldus.com/blog/facts-about-facereader>
- Noroozi, F., Corneanu, C. A., Kaminska, D., Sapinski, T., Escalera, S., & Anbarjafari, G. (2018). Survey on Emotional Body Gesture Recognition. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 12(2), 505–523. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2018.2874986>
- NRD Companies. (2024). *Lithuania's Digital Transformation Journey: A short story*. NRD Companies. <https://www.nrdcompanies.com/insights/lithuanias-digital-transformation-journey-a-short-story/>
- Nummenmaa, L. (2021). *Psychology and neurobiology of horror movies*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/b8tgs>
- OECD. (2023). *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
- Ojala, M., Cunsolo, A., Ogunbode, C. A., & Middleton, J. (2021). Anxiety, worry, and grief in a time of environmental and climate crisis: A narrative review. *Annual Review of Environment and Resources*, 46(1), 35–58. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-022716>
- Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., & Bluysen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings*, 152, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060>

- Palomba, D., Sarlo, M., Angrilli, A., Mini, A., & Stegagno, L. (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 45–57. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(99\)00099-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(99)00099-9)
- Papale, P., Chiesi, L., Rampinini, A. C., Pietrini, P., & Ricciardi, E. (2016). When Neuroscience ‘Touches’ Architecture: From Hapticity to a Supramodal Functioning of the Human Brain. *Frontiers in Psychology*, 7(JUN), Article 186785. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00866>
- Park, H. (2025). A study on facial expression design guidelines for digital human modeling – focusing on Plutchik’s eight primary emotions. *International Journal of Advanced Culture Technology*, 13(1), 201–217. <https://doi.org/10.17703/IJACT.2025.13.1.201>
- Pheng, L. S., & Hou, L. S. (2019). The Economy and the Construction Industry. In *Construction Quality and the Economy* (pp. 21–54). https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0_2
- Picard, R. W. (2010). Affective Computing: From laughter to IEEE. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2010.10>
- Plutchik, R. (1980a). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. Harper&Row Publishers.
- Plutchik, R. (1980b). A general psychoevolutionary theory of emotion. In *Theories of Emotion* (pp. 3–33). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-558701-3.50007-7>
- Plutchik, R. (2001). The Nature of Emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American Scientist*, 89(4), 344–350. <https://doi.org/10.1511/2001.28.344>
- Plutchik, R. (2003). *Emotions and life: Perspectives from psychology, biology, and evolution*. American Psychological Association.
- Poderytė, I., & Šešplaukis, A. (2024). Evaluation of Financial Efficiency of Real Estate Investment Projects: The Significance of Sustainability Indicators in the Long-Term Perspective. In *Lecture Notes in Civil Engineering: Vol. 392 LNCE* (pp. 526–536). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44603-0_54
- Posner, J., Russell, J. A., & Petersno, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 17(03), 715–734. <https://doi.org/10.1017/S0954579405050340>
- Power, M. C., Kioumourtzoglou, M.-A., Hart, J. E., Okereke, O. I., Laden, F., & Weiskopf, M. G. (2015). The relation between past exposure to fine particulate air pollution and prevalent anxiety: observational cohort study. *BMJ*, 350, h1111. <https://doi.org/10.1136/bmj.h1111>
- Presti, P., Ruzzon, D., Avanzini, P., Caruana, F., Rizzolatti, G., & Vecchiato, G. (2022). Measuring arousal and valence generated by the dynamic experience of architectural forms in virtual environments. *Scientific Reports*, 12(1), Article 13376. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17689-9>

- Rail Baltica. (2024). *BIM Forums 2024: Reflections on digital transformation and the role of BIM and GIS in driving innovation* | Rail Baltica. Rail Baltica. <https://www.rail-baltica.org/bim-forums-2024-reflections-on-digital-transformation-and-the-role-of-bim-and-gis-in-driving-innovation/>
- Rath, S., Mahapatra, M. S., & De, A. (2014). Behavioral factors and their influence on property investment decisions: a study of investors' perspective. In *2014 2nd International Conference on Business and Information Management (ICBIM)*, 64–68. <https://doi.org/10.1109/ICBIM.2014.6970952>
- Regnier, I. (2024). *How the Greater Paris Metropolis accelerated gentrification*. Le Monde. https://www.lemonde.fr/en/opinion/article/2024/04/08/how-the-greater-paris-metropolis-accelerated-gentrification_6667695_23.html?utm_source=chatgpt.com
- Remaco, S. A. (2010). *Jessica-joint European support for sustainable investment in city areas-Jessica instruments for energy efficiency in Greece-evaluation study (final report)*, European Commission, Brussels
- Ren, H., Shi, M., & Zhang, J. (2024). Research Contents, Methods and Prospects of Emotional Architecture Based on a Systematic Literature Review. *Buildings*, 14(4), Article 997. <https://doi.org/10.3390/buildings14040997>
- Resch, B., Summa, A., Sagl, G., Zeile, P., & Exner, J.-P. (2015). Urban Emotions—Geo-Semantic Emotion Extraction from Technical Sensors, Human Sensors and Crowdsourced Data. In *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography* (pp. 199–212). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11879-6_14
- Revina, I. M., & Emmanuel, W. R. S. (2021). A survey on human face expression recognition techniques. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(6), 619–628. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2018.09.002>
- Robin, C. Y., & Poon, C. S. (2009). Cultural shift towards sustainability in the construction industry of Hong Kong. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3616–3628. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.017>
- Rong, H., Yang, J., & Chegut, A. (2025). Identifying and measuring architectural design features for financial asset valuation. *Journal of Sustainable Real Estate*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/19498276.2025.2475641>
- Rong, H., Yang, J., Kang, M., & Chegut, A. (2020). The value of design in real estate asset pricing. *Buildings*, 10(10), 178. <https://doi.org/10.3390/buildings10100178>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/H0077714>
- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5), 805–819. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.805>
- Sahraie, F., Rezvanfar, A., Movahedmohammadi, S. H., Ebner, M., Alambeigi, A., & Farokhnia, M. (2024). Analysis of Learners' Emotions in E-Learning Environments Based on Cognitive Sciences. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 18(07), 34–52. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i07.48471>

- Saka, N., & Olanipekun, A. O. (2023). Relationship between the economy, construction sector and imports in Nigeria. *International Journal of Construction Management*, 23(2), 297–306. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1863173>
- Sakhvidi, M. J. Z., Yang, J., Lequy, E., Chen, J., de Hoogh, K., Letellier, N., Mortamais, M., Ozguler, A., Vienneau, D., Zins, M., Goldberg, M., Berr, C., & Jacquemin, B. (2022). Outdoor air pollution exposure and cognitive performance: findings from the enrolment phase of the CONSTANCES cohort. *The Lancet Planetary Health*, 6(3), e219–e229. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00001-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00001-8)
- Salas Reyes, R., Nguyen, V. M., Schott, S., Berseth, V., Hutchen, J., Taylor, J., & Klenk, N. (2021). A research agenda for affective dimensions in climate change risk perception and risk communication. *Frontiers in Climate*, 3, Article 751310. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.751310>
- Saunders, P., & Williams, P. (1988). The constitution of the home: Towards a research agenda. *Housing Studies*, 3(2), 81–93. <https://doi.org/10.1080/02673038808720618>
- Scherer, K. R. ., & Ekman, P. (2009). *Approaches to emotion*. Psychology Press. <https://www.routledge.com/Approaches-To-Emotion/Scherer-Ekman/p/book/9780898594065>
- Scholey, A. B., Benson, S., Sela-Venter, S., Mackus, M., & Moss, M. C. (2020). Oxygen administration and acute human cognitive enhancement: Higher cognitive demand leads to a more rapid decay of transient hyperoxia. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4(1), 94–99. <https://doi.org/10.1007/s41465-019-00145-4>
- Schory, T. J., Piecznski, N., Nair, S., & El-Mallakh, R. S. (2003). Barometric Pressure, Emergency Psychiatric Visits, and Violent Acts. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 48(9), 624–627. <https://doi.org/10.1177/070674370304800909>
- Schröder, M. (2004). *Speech and Emotion Research : An overview of research frameworks and a dimensional approach to emotional speech synthesis*. [Doctoral dissertation, Saarland University]. Saarland University. Phonus 7. https://www.coli.uni-saarland.de/groups/FK/speech_science/contents/phonus/pdf/phonus7/schroeder_phd_2004.pdf
- Schuller, B., Batliner, A., Steidl, S., & Seppi, D. (2011). Recognising realistic emotions and affect in speech: State of the art and lessons learnt from the first challenge. *Speech Communication*, 53(9–10), 1062–1087. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2011.01.011>
- Schwarz, N. (2012). Feelings-as-information theory. *Handbook of Theories of Social Psychology*, 1, 289–308. <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n15>
- Semeraro, A., Vilella, S., & Ruffo, G. (2021). PyPlutchik: Visualising and comparing emotion-annotated corpora. *PLOS ONE*, 16(9), Article e0256503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256503>
- Shakibayev, M., Balginova, K., Aimurzinov, M., & Baimukhamedova, A. (2024). Impact of economic and social factors on urban development: A comprehensive analysis of cities in Kazakhstan. *Eurasian Journal of Economic and Business Studies*, 68(1), 77–89. <https://doi.org/10.47703/ejeb.v68i1.354>

- Shen, S. (2021). Empirical research on the impact of real estate on economic development. *Journal of Mathematical Finance*, 11(02), 246–254. <https://doi.org/10.4236/jmf.2021.112014>
- Skiendziel, T., Rösch, A. G., & Schultheiss, O. C. (2019). Assessing the convergent validity between the automated emotion recognition software Noldus FaceReader 7 and Facial Action Coding System Scoring. *PLOS ONE*, 14(10), Article e0223905. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223905>
- Smith, N., & Leiserowitz, A. (2014). The role of emotion in global warming policy support and opposition. *Risk Analysis*, 34(5), 937–948. <https://doi.org/10.1111/risa.12140>
- Speer, J. (2016). The right to infrastructure: a struggle for sanitation in Fresno, California homeless encampments. *Urban Geography*, 37(7), 1049–1069. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1142150>
- Sterling, E. M., Arundel, A., Sterling, T. D. (1985). *Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings*. *ASHRAE Transactions*, 91(1B), 611-622
- Stewart, J., Garrido, S., Hense, C., & McFerran, K. (2019). Music Use for Mood Regulation: Self-Awareness and Conscious Listening Choices in Young People With Tendencies to Depression. *Frontiers in Psychology*, 10(MAY), Article 452056. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01199>
- Streich, B. (2012). *Stadtplanung in der Netzwerkgesellschaft*. *arcAktuell*, 4, 19–21.
- Sussman, A., & Hollander, J. B. (2021). Cognitive Architecture. In *Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment (2nd ed.)*. Routledge. 254. <https://doi.org/10.4324/9781003031543>
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods and concepts. *Encyclopedia 2023*, 3(1), 77–87. <https://doi.org/10.3390/ENCYCLOPEDIA3010006>
- Taherdoost, H., & Mohebi, A. (2024). A Comprehensive guide to the COPRAS method for Multi-Criteria Decision Making. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 7(2), 1–14. <https://doi.org/10.30564/jmser.v7i2.6280>
- Talari, S., Shafie-khah, M., Siano, P., Loia, V., Tommasetti, A., & Catalão, J. (2017). A review of smart cities based on the internet of things concept. *Energies*, 10(4), 421. <https://doi.org/10.3390/en10040421>
- Taltavull de La Paz, P., Perez-Sanchez, V., Mora-Garcia, R.-T., & Perez-Sanchez, J.-C. (2019). Green premium evidence from climatic areas: A case in Southern Europe, Alicante (Spain). *Sustainability*, 11(3), Article 686. <https://doi.org/10.3390/su11030686>
- Tan, Z., & Miller, N. G. (2023). Connecting digitalization and sustainability: Proptech in the real estate operations and management. *Journal of Sustainable Real Estate*, 15(1). <https://doi.org/10.1080/19498276.2023.2203292>
- Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2013). The effect of music on the human stress response. *PLoS ONE*, 8(8), Article e70156. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070156>
- Tonne, C., Adair, L., Adlakhia, D., Anguelovski, I., Belesova, K., Berger, M., Brelsford, C., Davvand, P., Dimitrova, A., Giles-Corti, B., Heinz, A., Mehran, N., Nieuwenhuijsen,

- M., Pelletier, F., Ranzani, O., Rodenstein, M., Rybski, D., Samavati, S., Satterthwaite, D., ..., & Adli, M. (2021). Defining pathways to healthy sustainable urban development. *Environment International*, 146, 106236. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106236>
- Townsend, A. M. (2013). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. WW Norton & Company.
- Tsai, I.-C. (2025). Willingness to pay for green buildings post COVID-19 pandemic outbreak: differences between high- and low-income areas and high- and low-price settlements. *The Annals of Regional Science*, 74(1), 23. <https://doi.org/10.1007/s00168-025-01355-9>
- Ullah, Z., Sulaiman, M. A. B. A., Ali, S. B., Ahmad, N., Scholz, M., & Han, H. (2021). The effect of work safety on organizational social sustainability improvement in the healthcare sector: The case of a public sector hospital in Pakistan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6672. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126672>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science (New York, N.Y.)*, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.6143402>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- UN. (2023). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. https://globalabc.org/sites/default/files/2024-11/global_status_report_buildings_construction_2023.pdf
- UNEP. (2023). *Building materials and the climate: Constructing a new future*. Unep. Org. <https://www.unep.org/resources/report/building-materials-and-climate-constructing-new-future>
- Usui, T., Kume, K., Yamano, M., & Hashimoto, M. (2008). A robotic KANSEI communication system based on emotional synchronization. *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 3344–3349. <https://doi.org/10.1109/IROS.2008.4651172>
- Van Damme, G. (2001). Forensic criminology and psychophysiology: Truth verification tools, with a special study of Truster Pro. *Crime Research in South Africa*, 2(1), 1–22.
- Van den Berg, M., Maas, J., Muller, R., Braun, A., Kaandorp, W., Van Lien, R., Van Poppel, M., Van Mechelen, W., & Van den Berg, A. (2015). Autonomic Nervous System Responses to Viewing Green and Built Settings: Differentiating Between Sympathetic and Parasympathetic Activity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 15860–15874. <https://doi.org/10.3390/ijerph121215026>
- van Twist, A., Ruijter, E., & Meijer, A. (2023). Smart cities & citizen discontent: A systematic review of the literature. *Government Information Quarterly*, 40(2), Article 101799. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101799>

- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (supplement_2), (pp. 10446–10453). <https://doi.org/10.1073/pnas.1301227110>
- Vilpišauskas, R., Kalanta, M., & Auers, D. (2024). Lithuania report. Sustainable governance indicators 2024. In *Sustainable Governance Indicators*. Bertelsmann Stiftung. 79. https://www.sgi-network.org/2024/Lithuania/Environmental_Sustainability
- Wallbott, H. G., Ricci-Bitti, P., & Banninger-Huber, E. (1986). *Non-verbal reactions to emotional experiences*. Experiencing Emotion: A Cross-Cultural Study.
- Wang, T., Zhao, Y., & Yin, M. (2022). Analysis and research on the influence of music on students' mental health under the background of deep learning. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 998451. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.998451>
- Wang, X. (Shane), Lu, S., Li, X. I., Khamitov, M., & Bendle, N. (2021). Audio mining: the role of vocal tone in persuasion. *Journal of Consumer Research*, 48(2), 189–211. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucab012>
- Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98(2), 219–235. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.219>
- Winkielman, P., Berridge, K. C., & Wilbarger, J. L. (2005). Unconscious Affective Reactions to Masked Happy Versus Angry Faces Influence Consumption Behavior and Judgments of Value. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31(1), 121–135. <https://doi.org/10.1177/0146167204271309>
- Wu, B., & Liu, C. (2023). Impacts of Building Environment and Urban Green Space Features on Urban Air Quality: Focusing on Interaction Effects and Nonlinearity. *Buildings*, 13(12), Article 3111. <https://doi.org/10.3390/buildings13123111>
- Xinyi, F., Cheng, X., Xi, L., Yueze, Z., Tianyang, C., Xinyi, F., Cheng, X., Xi, L., Yueze, Z., & Tianyang, C. (2020). A review of body gesture based affective computing. *Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics*, 32(7), 1052–1061. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1089.2020.18350.Z43>
- Yang, J., Rong, H., Kang, Y., Zhang, F., & Chegut, A. (2021). The financial impact of street-level greenery on New York commercial buildings. *Landscape and Urban Planning*, 214, Article 104162. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104162>
- Yao, H., Xu, P., Fu, H., & Chen, R. (2023). Promoting sustainable development in the construction industry: The impact of contractors' cultural preferences on green construction performance. *Environmental Impact Assessment Review*, 103, Article 107253. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107253>
- Yu, C.-Y., & Ko, C.-H. (2017). Applying FaceReader to Recognize Consumer Emotions in Graphic Styles. *Procedia CIRP*, 60, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.014>
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 3, 131–139.

Zeller, H. (2025). *Sustainable Real Estate: How Green Features Can Boost Property Value*. Riskwire. <https://www.riskwire.com/sustainable-real-estate-how-green-features-can-boost-property-value/>

Zhang, H., Huang, G., Lin, P., Chen, X., & Lin, W. (2024). Visual effect of air pollution on the need for arousal and variety-seeking behavior. *Frontiers in Psychology, 15*, Article 1342267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1342267>

Zhang, X., Chen, X., & Zhang, X. (2018). The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 115*(37), 9193–9197. <https://doi.org/10.1073/pnas.1809474115>

Zhang, X., Han, H., Qiao, L., Zhuang, J., Ren, Z., Su, Y., & Xia, Y. (2022). Emotional-health-oriented urban design: A novel collaborative deep learning framework for real-time landscape assessment by integrating facial expression recognition and pixel-level semantic segmentation. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(20), Article 13308. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013308>

Zhang, X., Qiao, Y., Wang, H., Wang, J., & Chen, D. (2023). Lighting environmental assessment in enclosed spaces based on emotional model. *Science of The Total Environment, 870*, Article 161933. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161933>

Zhang, X., Wargocki, P., & Lian, Z. (2017). Physiological responses during exposure to carbon dioxide and bioeffluents at levels typically occurring indoors. *Indoor Air, 27*(1), 65–77. <https://doi.org/10.1111/ina.12286>

Zhang, Y., Kang, J., & Kang, J. (2017). Effects of soundscape on the environmental restoration in urban natural environments. *Noise & Health, 19*(87), 65. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5437754/>

Zhu, Q., Mao, Q., Jia, H., Noi, O. E. N., & Tu, J. (2022). Convolutional relation network for facial expression recognition in the wild with few-shot learning. *Expert Systems with Applications, 189*, Article 116046. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2021.116046>

Zwicky, E., König, P., Herrmann, R. M., Küttner, A., Selle, J., Ptasczynski, L. E., Schöniger, K., Rutenkröger, M., Enneking, V., Borgers, T., Klug, M., Dohm, K., Leehr, E. J., Bauer, J., Dannlowski, U., & Redlich, R. (2024). How movies move us – movie preferences are linked to differences in neuronal emotion processing of fear and anger: an fMRI study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 18*, Article 1396811. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1396811>

Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Lepkova, N., Raslanas, S., Dauksys, K., Vetloviene, I., & Ubarte, I. (2021). Sustainable construction investment, real estate development, and COVID-19: A review of literature in the field. *Sustainability*, *13*(13), Article 7420. <https://doi.org/10.3390/SU13137420>

Kaklauskas, A., Teixeira, E., Xenidis, Y., Tzioutziou, N., Connolly, L., Skudis, S., Dauksys, K., Lepkova, N., Tupenaite, L., Kaklauskiene, L., Kildiene, S., Zidoniene, J., Milevicius, V., & Naimavicius, S. (2025). Green infrastructure: opinion mining and construction material reuse optimization portal. *Buildings*, *15*(13), Article 2362. <https://doi.org/10.3390/buildings15132362>

Kaklauskas, A., Minucciani, V., D'Agostino, G., Dauksys, K., Kliukas, R., Kildiene, S., Bublione, R., Gurcinas, V., & Milevicius, V. (2025). Multimodal property video neuroanalytics. *Scientific Reports*, *15*, Article 37797. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21518-0>

Summary in English

Introduction

Problem formulation

Despite growing attention to sustainable development and investment in the built environment, current real estate project evaluation methods are mainly based on economic and technical criteria, insufficiently consider the needs of building users, and rarely apply a human-centric approach. This methodological approach does not sufficiently integrate the emotional and affective reactions of users. For this reason, investment decisions often ignore the subjective experience of building users, which directly affects the attractiveness of the project, its operational efficiency, and its long-term success in the market. There is a lack of a comprehensive, multi-criteria assessment method that would combine classic real estate analysis, neuromarketing data (e.g., facial expression analysis, voice emotion detection), sustainability indicators, and human-friendly environment parameters. This complicates holistic decision-making in both the private and public sectors.

Relevance of the dissertation

The relevance of this dissertation is based on several key factors: the growing need for sustainable solutions in the construction sector (GlobeNewswire, 2025; Marsh, 2024), the potential of neuromarketing methods for objective investment evaluation (Dwivedi & Sharma, 2024; Harvard, 2024), the need to develop multi-criteria analysis methods (Kandakoglu et al., 2019; Mecca, 2023) for the integrated decision-making, and the need to

support the digitisation processes in the Lithuanian construction sector (NRD Companies, 2024; Rail Baltica, 2024). The INVERT multi-criteria decision support system, created using multi-criteria analysis methods, will contribute to a more sustainable future by combining technological solutions with the practical needs of the construction sector. The results of this study form the theoretical basis for the development of integrated decision-making methods through the integration of neuromarketing insights with the potential of multi-criteria analysis. The implementation of practical methodology will help the Lithuanian construction sector to adapt more effectively to the requirements of digital transformation, while ensuring sustainable decision-making at all stages of project development.

Research object

The dissertation object is a method for evaluating investment projects that integrates rational decision-making criteria, sustainability aspects, and the human emotional dimension in the real estate sector, as well as the broader macro environment of the construction sector.

Aim of the dissertation

The dissertation aims to develop a neuromarketing (INVERT) method for real estate investment and a decision support system based on it, which integrates traditional quantitative and qualitative criteria with neuromarketing data and ensures a more objective determination of alternatives analysed, a consumer-oriented market, and hedonistic values for optimising investment decisions based on a macro-level analysis of models in the construction sector and its surrounding environment.

Tasks of the dissertation

The following tasks are solved to achieve the aim of the dissertation:

1. To analyse scientific research in real estate investment evaluation and built environment sustainability, and to conduct an analysis of decision support and expert systems.
2. To propose a multi-criteria neuromarketing INVERT method for the assessment of investment projects, which incorporates traditional real estate evaluation aspects as well as emotional and affective state indicators, ensures a more objective determination of user-perceived market and hedonic values, provides digital recommendations, and optimises the value of selected indicators. In developing the INVERT method, to adapt the COPRAS and INVAR multi-criteria methods.
3. To develop the INTESA decision support system for investment real estate evaluation based on the proposed multi-criteria neuromarketing INVERT method.
4. To visually demonstrate the multi-criteria analysis of real estate within the Circumplex Model of Affect (valence-arousal dimensions) and Plutchik's emotion classification system (Plutchik's Wheel of Emotions, basic emotions).
5. To develop regression models of the construction sector and its surrounding environment, and to conduct correlation analysis.

6. To practically apply the developed INVERT method and INTESA decision support system in projects under the European Union's Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation and Horizon Europe programmes.

Research methodology

The dissertation employs the analysis, synthesis, and generalisation of scientific sources, multi-criteria decision-making methods, statistical methods, recommendation systems, and biometric analysis methods and systems.

Scientific novelty of the dissertation

In the course of preparing the dissertation, the following novel results for civil engineering science were obtained:

1. Scientific research in the fields of real estate investment evaluation and built environment sustainability was analysed, an analysis of decision support and expert systems was conducted, gaps in existing research were identified, and potential future research directions were determined.
2. A multi-criteria neuromarketing INVERT method for the assessment of investment projects was proposed, which incorporates traditional real estate evaluation aspects as well as emotional and affective state indicators, ensures a more objective determination of user-perceived market and hedonic values, provides digital recommendations, and optimises the value of selected indicators. In developing the INVERT method, the COPRAS and INVAR multi-criteria methods were adapted.
3. Based on the proposed multi-criteria neuromarketing INVERT method, the INTESA decision support system for investment real estate evaluation was developed.
4. The results of the multi-criteria analysis of real estate were visually demonstrated within the Circumplex Model of Affect and Plutchik's emotion classification system (Plutchik's Wheel of Emotions).
5. Regression models of the construction sector and its surrounding environment were developed, and correlation analysis was conducted.
6. The developed INVERT method and INTESA decision support system were applied in projects under the European Union's Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation and Horizon Europe programmes.

Practical value of the research findings

The developed INVERT method and INTESA decision support system have broad practical application potential. At the investment level, the INTESA system enables more objective evaluation of real estate projects by integrating neuromarketing data with traditional multi-criteria analysis, thereby reducing investment risks and increasing the probability of returns through more precise assessment of emotional added value. The Lithuanian construction sector model facilitates strategic planning by accounting for micro-, meso-, and macro-level environmental factors, whilst optimising resource allocation

and competitiveness through the forecasting of emotional potential. For government institutions, the model supports evidence-based construction sector policy formulation, promotes sustainable development, and enables rational planning of built environment expansion. At the international level, the comparative analysis methodology encompassing 40 countries allows for benchmarking Lithuania's construction sector against international practices, identification of culturally specific emotional impact factors, and adaptation of investment strategies across different markets.

The dissertation author has practically applied the research findings and developed systems in the following projects:

- Horizon Europe (2023–2026) *Nature-based solutions integration to local urban critical infrastructures protection for a climate-resilient society (NBSINFRA)*.

Within the Horizon Europe NBSINFRA project, the developed holistic built environment assessment method and system enabled multi-criteria, neural network, correlation, and regression analyses at the micro-, meso-, and macro-environmental levels (71 macro-environmental indicators across 94 countries), resulting in 788 global models.

- Horizon Europe (2024–2027) *Moving Emotions towards Confidence in the Transformative Appropriation for a Meaningful Understanding of Cultural Heritage: a Neuroscientific Approach to European Museums (META-MUSEUM)*.
- Horizon 2020 (2017–2022) *Regeneration and Optimisation of Cultural Heritage in Creative and Knowledge Cities (ROCK)*.

The holistic built environment assessment method and system were developed during the European Union's Horizon 2020 ROCK project with the aim of creating video neuroanalysis and associated smart infrastructure. During the project, pedestrians were monitored at 10 locations across Vilnius, yielding over 879 million data points of anonymised pedestrian emotional, affective, physiological, behavioural, urban environmental, and other data. The holistic built environment assessment method and system were further developed within the Horizon Europe META-MUSEUM project, analysing various cultural heritage spaces.

Defended statements

1. The proposed INTESA decision support system is offered for the automated evaluation of built environment real estate investment projects, integrating biometric data with traditional quantitative and qualitative criteria in real time, and ensuring holistic project assessment through the incorporation of the human emotional dimension.
2. The proposed INVERT method enables investors and developers to objectively assess project investment risks, forecast emotional added value, and optimise resource allocation based on real-time analysis of emotional and affective reactions.
3. The developed neuromarketing multi-criteria analysis model provides government institutions with a tool for evidence-based strategic decision-making, sustainability policy formulation, and rational built environment development planning by integrating empirically validated macro-level and micro-level assessment data.

Approval of the research findings

Three research articles on the dissertation topic have been published in journals indexed in the *Scopus* and *Web of Science* databases with citation indices (Kaklauskas et al., 2021; Kaklauskas et al., 2025; Kaklauskas et al., 2025). The results of the research conducted in the dissertation were presented at international scientific conferences:

- International Conference 33rd “Ecology & Safety” on 12–15 August 2024, Burgas, Bulgaria.
- International Conference 26th “Materials, Methods & Technologies” on 15–18 August 2024, Burgas, Bulgaria.

The results of the dissertation were presented at a scientific seminar at the Department of Civil Engineering and Architecture, Tallinn University of Technology (TalTech), on 13 June 2025, in Tallinn, Estonia.

Structure of the dissertation

The dissertation consists of an introduction, four chapters and general conclusions, a list of literature sources, a list of the author’s scientific publications on the dissertation topic, and a summary in English. The dissertation volume is 187 pages. The dissertation contains 23 figures and 20 tables. In total, 294 literature sources were used.

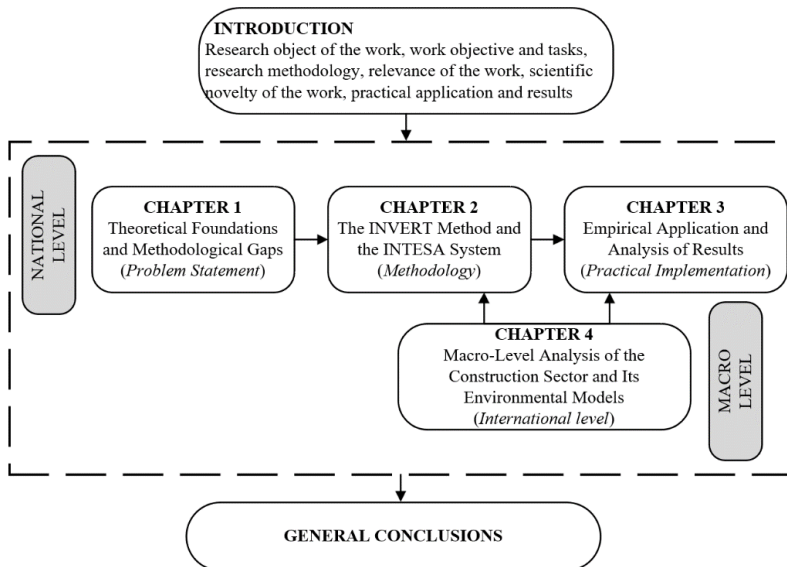


Fig. S1. Structure of the dissertation

1. Assessment of the Built Environment Investment Projects: A Holistic Methodological Approach

The First Chapter analyses scientific research in real estate investment evaluation, built environment sustainability, and decision support systems, establishing the theoretical foundation for integrating emotional criteria into investment assessment.

Traditional real estate investment evaluation methods rely exclusively on objective quantitative and qualitative criteria: financial indicators (ROI, NPV, and IRR), technical characteristics (floor area, structure, and energy efficiency), and location parameters (distance to centre and infrastructure), yet systematically disregard emotional and affective dimensions that determine investment decision quality and long-term market success. Although investment evaluation is theoretically conducted at micro-, meso-, and macro-levels, emotional criteria are not systematically analysed at any level, resulting in an incomplete assessment of investment opportunities. This creates a paradoxical situation: technological capacity to measure emotions exists, yet a methodology to integrate these data into investment decisions is absent.

The Fourth and Fifth Industrial Revolutions have fundamentally transformed built environment research capabilities. Artificial intelligence, Internet of Things, and sensor technologies enable intelligent built environments cyber-physical systems that actively respond to user needs, optimising energy consumption, microclimate, and human comfort. This technological breakthrough creates conditions not only for building design and management but also for improving investment decision quality through objective quantification of subjective emotional responses. Crucially, people spend 90% of their time indoors, making emotional experience critically important for quality of life, productivity, and subjective property value perception.

Contemporary urban planning is undergoing a fundamental shift from expert-led centralised planning towards participatory planning that engages communities. Lane's (2005) classification demonstrates clear evolution from passive information provision to active participation in decision-making, particularly significant for addressing social exclusion and territorial segregation. Technological advancement in emotional data analysis and sensor technologies creates new tools for socially responsive planning, exemplified by Berlin's "Future Initiative for Urban Districts Programme" and similar European initiatives integrating physical infrastructure renewal with socio-economic capital strengthening.

Holistic real estate investment evaluation requires systematic analysis of macro-, meso-, and micro-level factors and their interactions. Macro-level analysis employs the PESTEL framework, revealing how political (EU Green Deal and New European Bauhaus), economic (macroeconomic stability and financing availability), social (urbanisation and community needs), technological (AI, IoT, and digital twins), environmental (CO₂ reduction and green infrastructure), and legal (construction regulations and data protection) factors shape investment project success and risk. Meso-level analysis, illustrated by Lithuania, reveals national policy significance, making BIM mandatory in public projects, while EU financing and digital infrastructure expansion create favourable conditions for innovation. Micro-level factors focus on evolving user expectations (sustainability, health, and digitality) and PropTech innovations transforming the sector through information technology integration with building management systems.

Traditional evaluation methods ground themselves in sustainable development's triple bottom line: economic, social, and environmental dimensions. The economic dimension encompasses financial viability metrics (average price per m², cost estimates, liquidity, and market indices), with empirical research demonstrating certified sustainable buildings generate up to 31% higher rental income. The social dimension assesses neighbourhood attractiveness, safety, distances to the city centre, and community needs, shaping quality of life and long-term societal impact. The environmental dimension focuses on energy efficiency, transport flows, air quality, and green space integration, with vegetation functioning as urban "lungs" reducing pollution and improving microclimate. However, this comprehensive framework lacks a fourth critical – the emotional – dimension, which represents a systemic deficiency across existing evaluation systems that motivates this dissertation research.

Three fundamental arguments justify integrating emotional criteria into investment evaluation. First, psychological and neuroeconomic research demonstrates that decision-making is not purely rational: Kahneman's (2011) dual-system theory shows the emotional system (System 1) frequently dominates the analytical system (System 2), particularly in complex investment contexts. Disregarding emotional factors means ignoring actual decision-making mechanisms. Second, since people spend 90% of their time indoors, interior elements (spatial dimensions, ceiling height, colours, lighting), biophilic design principles, and façade aesthetics exert a strong influence on emotional state, directly affecting quality of life, productivity, and property value perception, potentially determining purchasing or leasing decisions. Third, technological progress has created the capacity to objectively quantify subjective emotional responses, transforming emotional data into observable, measurable, and comparable investment criteria previously impossible or excessively subjective.

Two validated technologies enable emotional integration. Layered Voice Analysis (LVA) captures 151 biological markers classified into five psycho-emotional state categories (stress, energy, emotional activity, logical thinking, mental state), evaluating emotions on a 30-point scale whilst disregarding semantic content and focusing on authentic psycho-emotional states; advantages include retrospective analysis capability and language/cultural independence. FaceReader software applies Facial Action Coding System (FACS), recognising six basic emotions (Ekman's classification: happiness, sadness, anger, surprise, fear, and disgust) plus contempt and neutral expression with ~88% accuracy; the system calculates emotional valence (positive/negative) and arousal (low/high) indices, positioning reactions within the Circumplex Model of Affect. These complementary tools, i.e., LVA, effective in conversational settings, and FaceReader in visual contexts, permit verification through different methods, enhancing reliability whilst transforming emotions into quantitative indicators integrable with traditional economic and technical criteria.

These conclusions establish the foundation for developing the INVERT (Neuromarketing-Based Investment Evaluation for Real Estate) method (the Second Chapter), its practical application to actual investment projects (the Third Chapter), and macroeconomic construction sector analysis integrating multi-level perspectives (the Fourth Chapter).

2. Method and System for the Holistic Assessment of the Built Environment

The holistic evaluation method for intelligent built environments developed during this research establishes a fundamentally new approach to the analysis of buildings and built environment spaces. The proposed system integrates five distinct evaluation dimensions, i.e., physical, economic, environmental, social, and emotional, into a unified analytical structure, ensuring comprehensive assessment of sustainability and functionality. The methodological foundation comprises the analysis of multimodal emotional signals (MES) data, which objectively captures users' psycho-physiological responses to the built environment. This solution enables the resolution of hitherto unsolved environmental quality assessment problems, particularly those relating to the objective measurement of subjective factors. The system is especially promising for the development of smart built environment spaces that ensure human well-being and environmental sustainability.

The research objective is to create an innovative system that integrates objective MES data and subjective human experiences into a unified evaluation system, enabling comprehensive assessment of the built environment's impact on human emotional state, psychological condition, and behaviour.

The theoretical foundation of the methodology is grounded in Damasio's somatic marker hypothesis, which posits that decision-making processes involve not only rational analysis but also unconscious emotional processes. Traditional investment real estate evaluation methods typically rely on objective economic and technical indicators, yet inadequately account for the emotional dimension, which may exert a significant influence on investment decision-making.

With the aim of integrating traditional evaluation methods with neuroemotional research instruments, the INVERT (Integrated Neuromarketing-Based Investment Evaluation for Real Estate) multi-criteria recommendation method was proposed. The method comprises two essential components: analysis of traditional sustainable building criteria sets (physical, economic, social, and environmental) and the incorporation of users' emotional and affective state indicators, as well as cognitive response metrics.

The INVERT method was developed through four systematic stages. The first stage encompassed problem identification and research objective formulation, identifying deficiencies in existing evaluation methods regarding the integration of emotional aspects. The second stage comprised a literature review and hypothesis formulation, grounded in the proposition that people's psychological reactions, in conjunction with buildings' architectural and environmental factors, exert a direct impact on investment decisions in the real estate market. The third stage entailed the representation of the INVERT neuromarketing model and systematic data collection across seven layers. The fourth stage constituted the development of the final INVERT method, integrating Russell's Circumplex Model of Affect, Plutchik's emotion model, and multi-criteria analysis methods.

For comprehensive evaluation purposes, emotional data are systematised according to the principle of physiological origin and methodological specificity across seven layers, corresponding to five evaluation dimensions. The first layer comprises a video neuroanalytics system that captures emotional-affective reactions, valence, and arousal. The second layer encompasses vocal emotion analysis using Layered Voice Analysis (LVA) technology, which identifies cognitive processes and emotional reactions. The third layer includes

facial emotion analysis using FaceReader software; the fourth layer covers technical–functional building data; the fifth layer comprises economic indicators; the sixth layer addresses social criteria; and the seventh layer encompasses environmental parameters. This seven-layer methodology ensures comprehensive characterisation of the built environment across all five evaluation dimensions.

Emotional data are collected through three technologically complementary methods. MAPS (Multimodal Analysis for Public Spaces) technology captures collective emotional responses in urban spaces in real time: arousal, valence, and sadness. The system was deployed during the European Union’s Horizon 2020 ROCK project at six major pedestrian intersections in Vilnius with the highest foot traffic, collecting approximately 370 million data points. LVA (Layered Voice Analysis) technology detects psychological parameters by analysing voice at the voice segment level: continuous fragments ranging from 0.3 to 3 seconds. The system generates output across three layers: raw voice characteristics, principal emotional variables, and final inferential variables. The “FeelGPT Advisors” software employed in this study conducts comprehensive emotional state analysis by evaluating 17 affective–emotional parameters across a quantitative range. FaceReader software automatically analyses six basic facial expressions: happiness, sadness, anger, surprise, fear, and disgust, as well as neutral expression and contempt. The programme employs advanced 3D facial modelling techniques with more than 500 control points on the face, achieving approximately 88% recognition accuracy. The data collection procedure was conducted in four stages: calibration, stimulus presentation, data recording, and participant self-reflection. The triangulation principle of the three methods ensures the reliability of emotional data: each method measures a different aspect of emotional response, and their convergence eliminates single-method errors.

The collected emotional data are classified using two complementary systems. Russell’s Circumplex Model of Affect conceptualises emotions in a two-dimensional space according to the dimensions of valence (pleasure–displeasure) and arousal (activation–deactivation). In the model, emotions are arranged in a circular format: the horizontal axis reflects the level of valence from positive to negative emotions, whilst the vertical axis represents the level of arousal from high to low. This two-dimensional system effectively identifies various emotional states and their characteristics. Plutchik’s psycho-evolutionary emotion wheel model distinguishes eight primary emotions: joy, trust, fear, surprise, sadness, disgust, anger, and anticipation, demonstrating how they combine into more complex emotional experiences through primary, secondary, and tertiary dyads. The structural properties of emotions are explained through three aspects: intensity, similarity, and polarity. The circumplex model provides a quantitative dimension where the emotion is in two-dimensional space, while Plutchik’s Wheel offers a qualitative dimension, i.e., what kind of emotion it is and how it relates to others.

Emotional and traditional data are integrated into investment evaluation through two multi-criteria methods. The COPRAS (Complex Proportional Assessment) method, proposed by Lithuanian researchers and grounded in the assumption that a direct and proportional relationship exists between the level of significance of alternatives and their utility, comprises five stages: construction of a normalised decision matrix, calculation of sums of maximising and minimising indicators, determination of relative significance, estab-

lishment of project priority, and calculation of utility degree. The INVAR method supplements the COPRAS method with five additional stages (6–10) aimed at enhancing the competitiveness of alternatives: calculation of investment value, optimisation of indicator values, computation of quantitative and qualitative recommendations, and execution of approximation cycles. The INVAR method enables the determination of what the market value of the analysed project should be in order for it to be equally competitive with comparable projects on the market. The COPRAS method evaluates; the INVAR method optimises.

The entire methodology is technologically integrated through the INTESA decision support system, which incorporates technologically advanced methodologies: video neuroanalytics technology, the LVA method, the FaceReader facial expression analysis system, the Circumplex Model of Affect, and Plutchik's emotion model. The system architecture is grounded in the principle of model-based management, wherein the computational results of certain models form the input data for other models. This hierarchical structure enables sequential progression from the determination of emotional criteria significance to multi-criteria analysis of alternatives and the establishment of investment project utility degrees.

The developed methodology and system reveal a new approach to investment decision-making in the real estate domain. By integrating objective biometric data with traditional evaluation criteria, the capability is created to forecast project success and societal benefit more accurately. The system enables real-time analysis of prospective buyers' emotional reactions, arousal, valence, and characteristics of the surrounding environment, whilst providing personalised investment recommendations. This holistic approach ensures that investment decisions are made with consideration not only of economic indicators but also of human well-being aspects. The system is particularly promising for the development of smart urban spaces in which technological integration is aligned with the fulfilment of human emotional needs.

3. Practical Application of the Holistic Assessment Methodology in Built Environment Investment Projects

The developed INVERT method and INTESA system are empirically validated in the context of practical application. The chapter concentrates on addressing investment project evaluation challenges, identifying the inadequacy of traditional economic-technical criteria for comprehensively assessing a project's impact on human psychological well-being.

The chapter's scientific hypothesis is grounded in the proposition that a holistic evaluation methodology integrating neuromarketing principles, emotion analysis technologies, and multi-criteria assessment is capable of identifying relationships between built environment characteristics and users' emotional responses, thereby ensuring a more objective evaluation of investment projects.

The empirical research objects comprise three investment projects reflecting sustainable development: a sports club (I_a), a shopping centre (I_b), and a residential complex (I_c). Data are collected using four methodological instruments: the FESA criteria system, the MAPS video neuroanalytics system, the LVA vocal analysis technology, and the FaceReader 8 facial micro-expression analysis programme.

The analysed projects differ in both technical characteristics and location. The sports club (I_a), situated in Vilnius New Town, is characterised by energy inefficiency (class C, 276 kWh/m² annual consumption), dated architecture (1988), and intensive noise owing to its central location. The shopping centre (I_b), located in the UNESCO-protected area on Gediminas Avenue, represents a valuable example of late modernism, but is also characterised by class C energy inefficiency. The residential complex (I_c) represents a benchmark of modernity – class A+ energy performance (26,04 kWh/m² annual consumption) and high liquidity.

The application of the INVAR method revealed significant alternative evaluation results. Integrated Emotional Rental Market (IERM) valuations demonstrated that the apartment complex (I_c) achieved the highest utility coefficient, 100%, the shopping centre (I_b) had 95.67%, and the sports club (I_a) had 93.44%. Market rental valuations without emotional criteria exhibited a similar ranking; however, the utility degrees of the other projects were lower, confirming the significance of emotional criteria in the final assessment. The indicator map for the residential complex (I_c) included analysis of 60 parameters across five categories: 40 emotional criteria (19 emotional–affective indicators, 11 voice analysis data points, and 10 facial expression analysis results) and 20 traditional criteria.

The impact of emotional criteria on optimisation revealed practically significant results. Optimisation of the sports club's (I_a) annual hedonic rental value demonstrated that with integrated emotional indicators, achieving competitiveness required increasing the rental price to EUR 104.40/m² (20 approximation cycles), whereas without emotional criteria, the price had to reach EUR 139/m² (55 approximation cycles). This result empirically confirms that the integration of emotional indicators reduces the required rental price adjustment by 25%, which is a quantitatively expressed practical advantage of the INVERT method. Optimisation of the IERM happiness value indicated that the sports club's happiness score would need to increase from 0.2161 to 0.2598 (44 approximation cycles) for the project to become equally competitive in the market. Digital recommendation analysis revealed that a 72.47% improvement in the shopping centre's happiness criterion would increase the project's utility degree by 15.99%.

Analysis of LVA technology data within the Circumplex Model of Affect revealed distinct emotional profiles for each project. The residential complex (I_c) characteristics are formed across two quadrants: Quadrant II is dominated by emotional equilibrium, indicating positivity and internal stability, whilst Quadrant IV concentrates parameters of uncertainty and hesitation, signalling professional perception of the project's complexity. The shopping centre (I_b) characteristics dominate across three quadrants: 58% of parameters are concentrated in Quadrant I (positive emotions and high arousal), revealing dynamic optimism and exceptional enthusiasm. The highest parameters, emotional environment, vocal intensity, and anticipation, indicate strong confidence and emotional investment in the project's success. The sports club (I_a) characteristics, whilst concentrating 47% of parameters in Quadrant I, exhibit markedly lower intensity than the shopping centre, and in Quadrant IV, uncertainty and doubt dominate at nearly maximal levels, which is the emotional profile of a cautiously optimistic strategist.

Analysis of data from FaceReader technology in Plutchik's model of emotions revealed significant emotional differences between projects. Analysis of the sports club (I_a)

demonstrated dominance of neutral emotions (59.37%) with a significant proportion of negative emotions (34.66%), especially anger emotions (29.21%), whilst positive emotional expression was highly limited: happiness emotions accounted for only 3.38%. Analysis of the shopping centre (I_b) revealed an extreme level of neutrality (90.84%) with episodic outbursts of anger (7.88%) and an almost total absence of positive emotions: happiness emotions constituted only 0.08%. Analysis of the residential complex (I_c) demonstrated significant improvement in the emotional situation: whilst dominance of neutral emotions remained high (78.63%), happiness emotions increased to 13.18%, and the intensity of negative emotions decreased to 4.92%, revealing a positive transformation in project perception.

Analysis using the Emotional Logic software of a 5-minute 21-second presentation of the apartment complex revealed a complex emotional spectrum. The dominant aspects: unease, stress, thoughtfulness, and confidence formed a measured emotional backdrop: 0% high-risk segments, 26% medium-risk segments. Energy analysis revealed low overall energy activity (28% low, 2% high) with moderate stress levels (73% moderate, 23% high), yet a high confidence indicator (83%) and minimal distress (1%). Critical stress peaks were recorded during the discussion of infrastructure: the phrase “within a kilometre from home” elicited a high-stress reaction with a Disbelief coefficient of 75, while in the investment potential segment, the phrase “asset price growth potential” generated an agitation reaction with a persisting anxiety component.

Analysis of the interplay between emotions and environmental factors complements project evaluation by identifying specific environmental parameters that optimise users’ emotional states. In the acoustic environment, feelings of happiness are promoted by slow-tempo compositions (60–80 beats per minute) integrated with natural sounds. The physical environment must meet optimal parameters: 40–60% relative humidity, 20–24 °C temperature, and 7–12 °C dew point. In the lighting domain, a natural day-night cycle is essential, with high-intensity light for circadian rhythm regulation. In the air quality domain, it is critically important to maintain a 21% oxygen concentration and avoid particulate matter pollution. These parameters are directly relevant to investment project evaluation: properties that meet these environmental standards generate higher emotional criteria scores, which directly affect their IERM value and market competitiveness.

The chapter’s conclusions empirically confirm the effectiveness of the INVERT method. All three projects were successfully evaluated by integrating emotional and traditional criteria, and the results revealed clear emotional profiles and practical optimisation pathways. The residential complex demonstrated the highest utility coefficients across all analytical dimensions. The shopping centre revealed dynamic optimism with high investment expectations, notwithstanding energy inefficiency. The sports club exhibited a cautiously strategic approach with significant energy efficiency challenges and the greatest optimisation potential.

These conclusions substantiate the chapter’s hypothesis and establish the foundation for the Fourth Chapter, in which macroeconomic analysis of the construction sector complements the micro-level INVERT method with a macro-level perspective, completing the holistic multi-level investment project evaluation model.

4. Macro-Level Analysis of the Construction Sector and Its Environment

The Fourth Chapter completes the dissertation structure: if the First Chapter identified the problem, the Second Chapter developed the method, and the Third Chapter empirically tested it at the micro-level, then the Fourth Chapter complements the holistic model with a macro-level perspective. The chapter reveals the complex interaction of the construction sector with global macroeconomic processes by analysing data from 40 countries across 69 indicators, thereby establishing an empirical foundation for assessing contextual factors in investment decision-making.

Two principal statistical methods are employed in the chapter. Pearson's correlation coefficient measures the strength and direction of linear relationships between the construction sector and macroeconomic indicators. The coefficient of determination (R^2) indicates what proportion of the variation in the dependent variable is explained by the constructed regression model. The combination of these methods enables not only the identification of relationships between variables but also the assessment of the predictive value of the developed models.

A systematic analysis of macroeconomic factors is conducted using the PESEC methodology: a systematic analysis of political, economic, social, environmental, and cultural factors, supplemented by advanced econometric methods. This methodology was selected as an extended variant of the PESTEL model, particularly suited to construction sector analysis, wherein cultural factors play a significant role.

Political factors directly shape the construction sector through the legislative framework, taxation policy, and regulation. Political instability causes project suspensions and cost escalations, as infrastructure financing is directly dependent on political will. Research by Nepomuceno and Elafi confirms that the political environment poses a greater threat to projects than the social environment.

Economic factors determine construction demand through GDP growth, interest rates, inflation, and material prices. Modelling by Pheng and Hou reveals that in developing countries, the construction sector more rapidly increases its share of GDP, whereas in developed countries, this growth decelerates. The sector is highly dependent on imported materials; consequently, fluctuations in international prices and currency exchange rates directly affect project costs.

Social factors encompass demographic processes and labour force quality. Population growth, urbanisation, and changes in household size increase infrastructure demand. However, the sector faces worker safety issues: research by Dong revealed that 37.4% of all heat-related workplace fatalities occur in construction, which diminishes productivity and the attractiveness of the sector to skilled professionals.

Environmental factors are fundamentally altering the sector's development trajectory. Li and Liu observed that the construction industry is the largest consumer of CO₂ and energy worldwide: in China, it accounts for 50.9% of national emissions. Increasingly stringent climate requirements and international net-zero commitments are compelling the adoption of technologies with reduced environmental impact.

Cultural factors shape the sector through society's sustainability culture. Yip and Poon emphasised that sustainable culture is reflected in the adherence to sustainable development principles by all process participants: architects, engineers, and clients. Nguyen

and Watanabe established that goal alignment and employee orientation contribute to improved performance outcomes.

The research database encompasses an analysis of 40 countries across 69 indicators: 25 construction sector indicators (housing prices, construction volumes, infrastructure investment, real estate market dynamics) and 44 general macroeconomic, social, and environmental indicators (GDP, inflation, employment, CO₂ emissions, ecological footprint, and social welfare). This sample size substantially exceeds the scope of typical international studies, creating conditions for obtaining statistically more reliable estimates of country-level effects.

The developed regression models, seven integrated models of the construction sector and its surrounding environment, are characterised by exceptionally high coefficients of determination ($R^2 = 0.990 - 0.999$), indicating a strong relationship between the dependent variables and the analysed independent parameters. A correlation analysis encompassing 40 countries and 69 indicators revealed relationships of varying strength: the mean significant correlation value across all variables is 0.51 ($p < 0.05$).

The chapter's conclusions reveal two principal insights. First, construction sector dynamics depend not only on traditional macroeconomic factors (GDP and interest rates) but also on contextual factors: demographics, institutional specificity, the regulatory environment, and environmental considerations. Second, the developed regression models ($R^2 = 0.990 - 0.999$) confirm the predictive value of macro-level indicators for construction sector analysis.

Scientific research reveals the complex interaction of economic, social, and environmental factors from cement industry CO₂ emissions to real estate market dynamics. The interdisciplinary methodological approach confirms that the impact of macroeconomic indicators (particularly GDP) on different sectors is often indirect and contingent upon local conditions, substantiating the necessity of context-adapted policy measures.

General conclusions

1. Built environment assessment methods rely on objective quantitative and qualitative criteria but insufficiently integrate subjective emotional and affective dimensions that determine the quality of investment decisions and the market success of properties. Real estate investments are evaluated at the micro-, meso-, and macro-levels; however, emotional and affective criteria are rarely analysed across these levels.
2. The proposed multi-criteria neuromarketing INVERT method for the assessment of built environment investment projects encompasses traditional aspects: technical–functional, economic, social, and environmental building characteristics alongside innovative emotional and affective state indicators, including happiness, sadness, interest, arousal, imagination, concentration, and valence, as well as their interdependencies. The proposed original real estate investment assessment method, integrating technical–characteristic, economic, social, environmental, emotional, and affective indicators, will ensure a more objective determination of user-perceived market and hedonic values for investment

decision-making. The method further provides digital recommendations and optimises the value of selected indicators. Multi-criteria methods have been adapted for the assessment of investment projects within the built environment. The COPRAS multi-criteria proportional assessment method was adapted to calculate the overall project efficiency indicator, integrating individual criteria values and their significance coefficients within the INVERT methodology framework. The INVAR multi-criteria method was adapted to determine the utility and hedonic market value of properties. The INVAR method enabled the determination of a competitive user-perceived market value of a property in comparison with analogous properties. The prioritisation of alternatives and user-perceived market value are calculated on the basis of a criteria system, their values, and significance weights.

3. The INTESA decision support system for investment real estate assessment has been developed. The system comprises seven systematically structured layers of quantitative and qualitative data, substantially expanding the capabilities of traditional real estate assessment. The system incorporates both traditional real estate assessment criteria and emotional and affective indicators.
4. The multi-criteria analysis of real estate was visually demonstrated within the Circumplex Model of Affect, encompassing valence and arousal dimensions and Plutchik's emotion classification system, incorporating Plutchik's Wheel of Emotions and basic emotions, ensuring systematic identification, classification, and quantitative evaluation of emotional responses, and revealing their intensity, valence, and complexity. This enables objective assessment of primary emotional and affective reactions to built environment stimuli and facilitates the prediction of their influence on long-term investment decisions.
5. A comprehensive indicator system was developed, comprising 25 construction sector indicators and 44 macroeconomic, social, and environmental indicators. Based on data from 40 countries, seven integrated regression models were constructed with exceptionally high coefficients of determination ($R^2 = 0.990-0.999$), and correlation analysis was conducted (mean $r = 0.51$, $p < 0.05$). Empirical analysis revealed that GDP growth stimulates construction sector development; however, this effect is indirect and contingent upon local conditions: the country's level of development, regulatory environment, availability of financing, demographics, institutional specificity, and environmental requirements.
6. The developed INVERT method and INTESA system were practically applied in European Union research and innovation programme projects, encompassing 94 countries, 879 million data points, and 788 global models. The methodology was empirically validated through the evaluation of three investment projects, a sports club, a shopping centre, and a residential complex, integrating MAPS, LVA, and FaceReader technologies with FESA criteria. The results confirmed that the integration of emotional criteria enables a more accurate determination of properties' hedonic market value and a more objective assessment of their market competitiveness.

Kęstutis DAUKŠYS

NEUROMARKETINGO METODŲ TAIKYMAS
INVESTICIJOMS Į UŽSTATYTOS APLINKOS
NEKILNOJAMĄJĮ TURĄ VERTINTI

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
Statybos inžinerija (T 002)

APPLICATION OF NEUROMARKETING METHODS
FOR EVALUATING INVESTMENTS IN THE REAL ESTATE
OF THE BUILT ENVIRONMENT

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Civil Engineering (T 002)

Lietuvių kalbos redaktorė Dalia Markevičiūtė

Anglų kalbos redaktorė Jūratė Griškėnaitė

2026 04 10. 15,5 sp. l. Tiražas 20 egz.
Leidinio el. versija <https://doi.org/10.20334/2026-016-M>
Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius
Spausdino UAB „Ciklonas“,
Žirmūnų g. 68, 09124 Vilnius