

**LIETUVOS INŽINERIJOS KOLEGIJA**

***HIGER EDUCATION INSTITUTION***

**MIŠKININKYSTĖ IR KRAŠTOTVARKA**

**FORESTRY AND LANDSCAPE MANAGEMENT**

**2024 2 (24)**

**2024**

**REDAKTORIŲ KOLEGIJA**  
*EDITOR ADVISORY BOARD*

Vyriausiasis redaktorius / *Editor in Chief*

**Doc. dr. Remigijus Bakys**

Lietuvos inžinerijos kolegija,  
Lietuva // *Higer Education Institution, Lithuania*

Atsakingoji sekretorė / *Managing Editor*

**Doc. dr. Loreta Semaškienė**

Lietuvos inžinerijos kolegija,  
Lietuva // *Higer Education Institution, Lithuania*

Nariai / *Members*

**Doc. dr. Audrius Aleknavičius**

Lietuvos inžinerijos kolegija,  
Lietuva // *Higer Education Institution, Lithuania*

**Asoc. prof. dr. Armands Celms**

Latvijos gyvybės mokslų ir technologijų universitetas/ *Latvian University of Life Sciences and Technologies, Latvia*

**Dr. Vilma Kriaučiūnaitė-Neklejonovienė**

Kauno technologijos universitetas, Lietuva/ *Kaunas University of technology, Lithuania*

**Doc. dr. Edmundas Petrauskas**

VDU Žemės ūkio akademija, Lietuva / *Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Lithuania*

**Asoc. prof. dr. Vivita Pukite**

Latvijos gyvybės mokslų ir technologijų universitetas/ *Latvian University of Life Sciences and Technologies, Latvia*

**Prof. hab. dr. Edvardas Riepšas**

VDU Žemės ūkio akademija, Lietuva / *Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Lithuania*

**Prof. dr. Roman Rolbiecki**

Bydgoščiaus mokslo ir technologijų universitetas, Lenkija/ *Bydgoszcz University of Science and Technology, Poland*

**Doc. dr. Loreta Semaškienė**

Lietuvos inžinerijos kolegija,  
Lietuva // *Higer Education Institution, Lithuania*

**Dr. Aušra Steponavičienė**

Kauno kolegija, Lietuva/ *Kaunas University of Applied Sciences, Lithuania*

**Prof. dr. Danutė Vaičiukynienė**

Kauno technologijos universitetas, Lietuva/ *Kaunas University of Technology, Lithuania*

**Dr. Jerzy Wojtatowicz**

Varšuvos ekologijos ir vadybos universitetas, Lenkija/ *University of Ecology and Management in Warsaw, Poland*

## TURINYS CONTENTS

### **Evaldas Karvelis, Aidanas Perkumas**

Gamybos įmonių tiekimo grandinės tobulinimas, taikant naujausias technologijas.  
*Improving the Supply Chains of Manufacturing Companies Through the Adoption of Latest Technologies* 5

### **Evelina Petrikauskaitė**

Sandėliavimo procesų skaitmenizavimo galimybės ir iššūkiai. *Opportunities and Challenges in the Digitalisation of Warehousing Processes* 15

### **Gintarė Griciūtė, Dalia Perkumienė**

Administrative Responsibility for Environmental Violations in Lithuania 24  
*Administracinė atsakomybė už aplinkosaugos pažeidimus Lietuvoje*

### **Kateryna Shpak, Violeta Naujokienė**

Challenges in Consumer Rights Protection 33  
*Vartotojų teisių apsaugos problemos*

### **Vilma Šalkauskienė**

Žemės dangos natūralumo vertinimas agrariniame kraštovaizdyje. *Evaluation of Land Cover Naturalness in an Agricultural Landscape* 39

### **Romutė Mikučionienė**

Skaitmeninių ir palydovinių įrankių integracija į tiksliąsias technologijas sukuriant aukštesnę pridėtinę vertę. *Integration of Digital and Satellite Tools into Precision Technologies to Enhance Added Value* 52

### **Daiva Gudritienė**

ORT2LT ir ORT10LT erdvinių duomenų pagrindu nustatytų pastatų posūkio taškų koordinatų (x;y) tikslumo palyginimas. *Comparison of the Accuracy of Building Turning Point Coordinates (X;Y) Determined Using ORT2LT and ORT10LT Spatial Data* 62

### **Sinilga Černulienė, Ramunė Dambrauskienė**

Žaliosios girios biosferos poligono spygliuočių medžių būklės vertinimas. *Assessment of the Condition of Coniferous Trees in the Žalioji Forest Biosphere Polygon* 69

### **Vaida Vaitkutė Eidimtienė**

Kauno centrinės miesto dalies mentalinio žemėlapių pokyčių tyrimas. *Study of Changes in the Mental Map of the Central Part of Kaunas, Lithuania* 81

**Sinilga Černulienė, dr. Loreta Semaškienė**

Žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) daromos žalos mastas ir ją lemiantys veiksniai Lietuvos eglynuose. *The Extent of Bark Beetle (Ips typographus L.) Damage and Its Determining Factors in Lithuanian Spruce Forests* 87

**Edita Abalikštienė, Greta Naujokaitytė**

Nekilnojamojo turto (butų) rinkos vertinimas kaune 2013–2023 m. *Real Estate (Apartment) Market Valuation in Kaunas, 2013–2023* 97

**Sinilga Černulienė**

Kazlų Rūdos pramonės įmonių taršos įtaka medynų našumui. *The Impact of Industrial Pollution from Kazlų Rūda on Forest Stand Productivity* 107

**Loreta Semaškienė, Sinilga Černulienė**

Svetimžemių medžių rūšių fenotipinių požymių įvairovės vertinimas Kauno marių apsauginiuose želdiniuose. *Assessment of the Phenotypic Traits of Alien Tree Species in the Protective Plantations of the Kaunas Reservoir* 121

**Eglė Juchnevič, Živilė Žvirgzdinienė, Vaiva Stravinskienė**

Apleistos žemės tyrimas Vilniaus ir Plungės rajonų savivaldybėse. *Investigation of Abandoned Lands in Vilnius and Plungė District Municipalities* 133

**Lina Stungienė, Vytautas Padgureckas**

Masažo ir fizinės veiklos poveikis liekamiesiems reiškiniams persirgus Covid-19 virusu. *Effects of massage and physical activity on Residual Symptoms After Recovering from Covid-19* 142

**Rokas Jasulaitis, Rita Verbylaitė, Jurgita Babilienė**

Anykščių mažalapės liepos (*tilia cordata* mill.) Sėklinio medyno genetinė įvairovė *Genetic diversity of Anykščiai small-leaved lime (Tilia cordata Mill.) seed stand.* 156

**REIKALAVIMAI MOKSLINIAMS STRAIPSNIAMS RENGTI**

169

**INSTRUCTIONS FOR AUTHORS**

172

## **PRATARMĖ**

Straipsnių rinkinys sudarytas iš mokslinių straipsnių ir išleistas elektroninio formato (ISSN 2345-0010) leidiniu.

Pranešimus parengė dėstytojai, mokslininkai ir praktikuojantys specialistai.

Mokslinių tyrimų straipsniai analizuoja medynų augimo, urbanizuotų teritorijų plėtros, nuotolinių tyrimų taikymo, hidrologinių parametrų tyrimo, privačių miškų socialinių - ekonominių aspektų, naujų technologijų taikymo gamyboje, gyvūnų apsaugos ir kitas teisinio reguliavimo aktualijas.

Kiekvienas autorius yra atsakingas už pateiktos informacijos teisingumą.

Straipsnių rinkinį sudarė Lietuvos inžinerijos kolegijos Aplinkos inžinerijos fakultetas.

Adresas: Liepų g. 1, Girionys, Kauno r., LT-53101; tel . +370-37-383 082; el. p. aif@lik.tech

## **FOREWORD**

The collection is composed of scientific articles and published in electronic format (ISSN 2345-0010).

The papers have been contributed by lecturers, researchers and practitioners.

Research articles analyse issues related to stand growth, the development of urbanised areas, the use of remote sensing, the study of hydrological parameters, the socio-economic aspects of private forests, the application of new technologies in production, the protection of animals and other issues related to the legal framework.

Each author is responsible for correct information of his/her article.

The articles are compiled by the Faculty of Environmental Engineering of the Higher Education Institution.

Address: Liepų str.1, Girionys, Kaunas distr., LT-53101; ph. +370-37-383082, e-mail. aif@lik.tech

Redkolegija / Editors

# GAMYBOS ĮMONIŲ TIEKIMO GRANDINĖS TOBULINIMAS, TAIKANT NAUJAUSIAS TECHNOLOGIJAS

**Evaldas Karvelis, Aidanas Perkumas**

*Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija*

## **Anotacija**

Siekiant nustatyti naujausių technologijų poreikį gamybos įmonių tiekimo grandinėms, atlikta mokslinės literatūros analizė. Atlikus teorinę analizę, nustatyta gamybos įmonių tiekimo grandinės tobulinimo svarba, taikant naujausias technologijas, tokias kaip Pramonė 4.0 ir Pramonė 5.0, bei jų poveikis efektyvumui, lankstumui ir tvarumui. Pabrėžiama skaitmenizavimo, automatizavimo, duomenų analizės ir tvarumo principų integracijos į tiekimo grandinės reikšmė, siekiant išlaikyti konkurencingumą ir prisitaikyti prie greitai kintančios aplinkos. Taip pat aptariamas glaudesnis verslo ir mokslo bendradarbiavimas, kuris skatina tvarų vystymąsi ir inovacijų diegimą. Išdėstyti tyrimų rezultatai rodo, kad technologijų integracija į tiekimo grandinės valdymą leidžia efektyviau valdyti atsargas, sumažinti tiekimo laiką ir gerinti klientų aptarnavimo kokybę, kartu integruojant tvarumo principus.

*Raktažodžiai: tiekimo grandinė, inovacijos, Pramonė 4.0, Pramonė 5.0, valdymas, gamybos įmonė*

## **Įvadas**

**Temos aktualumas.** Geopolitiniai iššūkiai ir galimybės atskleidžia, kad įmonės, gebančios prisitaikyti prie pokyčių ir naudoti lanksčias technologijas, gali sėkmingai veikti net ir sudėtingomis ekonominėmis sąlygomis. Tiekimo grandinės skaitmenizavimas ir fizinių srautų sumažinimas gerina rinkos veiklą, įmonės našumą ir tiekimo grandinės efektyvumą (Perano ir kt., 2023). Gamybos įmonių tiekimo grandinės tobulinimas, taikant naujausias technologijas, yra neatsiejama šiuolaikinės pramonės plėtros dalis. Maisto gamybos sektorius, kaip ir daugelis kitų, vis labiau integruoja automatizavimo bei robotikos sprendimus, siekiant efektyvumo ir inovacijų. Reikia valdyti įmonės filosofiją, siekiant išlaikyti technologijų pažangą ir globalizaciją, taikant IT metodus ir didelių duomenų analizę (Baqleh ir kt., 2023).

Tiekimo grandinės valdymo efektyvumas, naudojant prognozavimo ir duomenų analizės įrankius, bei skaitmeniniai dvyniai atveria naujas galimybes gamybos procesų optimizavimui. Automatizacija ir skaitmeninimas tampa būtina konkurencinio pranašumo dalimi. Įvairių gamybos įmonių tiekimo grandinių tobulinimas leidžia patenkinti klientų poreikių pokyčius, naudojant efektyviausius sąnaudų sprendimus konkurencingoje aplinkoje (Narula ir kt., 2022).

Tvarumo ir žiedinės ekonomikos principų integracija kartu su verslo ir mokslo bendradarbiavimu rodo kelią į ateities gamybos modelius, kurie ne tik atitinka aukštus efektyvumo ir inovacijų standartus, bet ir prisideda prie tvarios visuomenės kūrimo.

**Tyrimo objektas.** Gamybos įmonių tiekimo grandinės tobulinimas, taikant naujausias technologijas.

**Tyrimo tikslas.** Išanalizuoti gamybos įmonių tiekimo grandinės tobulinimo galimybes, taikant naujausias technologijas teoriniu aspektu.

## **Tyrimo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti naujausių technologijų poreikį gamybos įmonių tiekimo grandinėms.
2. Pateikti naujausių technologijų panaudojimo galimybes gamybos įmonių tiekimo grandinėse.

**Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros analizė, apibendrinimo ir lyginimo metodai.

## **Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas**

Įvairiose šalyse atlikti tyrimai rodo, kad gamybos įmonės susiduria su tiekimo grandinės efektyvumo, valdymo ir kontrolės problemomis – tai ilgi tiekimo terminai, didelės atsargos sandėlyje, sugadintos atsargos, neteisingas atsargų palaikymas, neefektyvūs gamybos procesai, didėjantys kaštai. Todėl labai svarbu ne tik valdyti tiekimo grandinę, bet ir nuolat jas tobulinti. Rahal, Zennir (2021) teigimu, vienintelis tiekimo grandinės valdymo rūpestis ir tikslas – įgyti konkurencinį pranašumą ir minimizuoti kaštus, išlaikant vienodą pirkėjui teikiamų paslaugų lygį ir efektyviai paskirstant jo veiklas: gamybą, paskirstymą ir transportavimą.

Autoriai – Batarlienė, Šakalys (2020) tyrimo metu patvirtino, kad tiekimo grandinė susideda iš tokių veiklų, kaip žaliavų suradimas ir apsirūpinimas, užsakymų valdymas, produkto gamyba, sandėliavimas ir galutinio produkto pristatymas į reikiamą vietą. Jeigu nors viena iš šių veiklų veikia netinkamai, įmonė patiria nuostolius, kuriuos sudaro pagamintos produkcijos vėlavimas ir pateikimas galutiniam vartotojui. Efektyvi tiekimo grandinė leidžia mažinti gamybos sąnaudas, padidinti produktyvumą ir pagerinti prekių bei paslaugų kokybę, taip pat suteikia galimybę įmonėms greitai reaguoti į rinkos pokyčius, prisitaikyti prie klientų poreikių ir geriau valdyti išteklius. Chauhan ir kt. (2023) manymu, tiekimo grandinės veiksmingumas yra įvertinamas remiantis tokiais kriterijais, kaip patikimumas, lankstumas, kokybė, reagavimo greitis ir turto valdymas. Tiekimo grandinės optimizavimas ir inovacijų diegimas padeda įmonėms išlikti konkurencingomis. Tiekimo grandinės efektyvus valdymas turi tiesioginį poveikį ekonomikos augimui ir stabilumui. Gerai valdomos tiekimo grandinės gali padėti greičiau reaguoti į rinkos pokyčius, mažinti nedarbo lygį ir skatinti ekonominę plėtrą. Tiekimo grandinės vaidmuo ekonomikoje yra svarbus ne tik dėl savo tiesioginio poveikio gamybai ir prekybai, bet ir dėl ilgalaikio poveikio tvarumui, inovacijoms ir ekonominiam stabilumui.

Ding ir kt. (2021) nuomone, veiksminga tiekimo grandinės strategija gali suteikti būtinus komponentus, reikalingus sėkmei pasiekti konkurencingoje aplinkoje, todėl siekiama pagerinti tiekimo grandinės efektyvumą, pritaikomumą, kokybę ir ekonomiškumą, tuo pačiu išlaikant konkurencingumą rinkoje. Šie tikslai gali būti pasiekti, įgyvendinant efektyvias ir lanksčias procedūras bei remiantis tiekimo grandinės strategija. Gamybos įmonės gali pasiekti tvarų konkurencingumą pasaulinėje rinkoje, išlaikydamos efektyvią gamybą tiekimo grandinėje (Ejaz., 2023).

Reis (2023) nuomone, medžiagų poreikių planavimas vaidina lemiamą vaidmenį tiekimo grandinės valdyme, nes palengvina veiksmingą atsargų valdymą ir patenkina gamybos poreikius gamybos sektoriuje, supaprastina planavimo procesą, sumažina žmoniškųjų klaidų skaičių, padidina efektyvumą ir leidžia organizacijoms priimti duomenimis pagrįstus sprendimus.

Qureshi ir kt. (2023) nuomone, tvarumas per ekonomines, technologines ir visuomenines naujoves gali padėti gamintojams išgyventi pramonės konkurenciją. Technologijų pasikeitimas padėjo visiems gamintojams įveikti gamybos defektus ir pasiekti geriausią įmanomą kokybę. Taigi gaminyje, pagamintas naudojant tą pačią gamybos sąranką, pasižymi beveik vienoda kokybe, todėl gamintojams sunku kovoti su konkurencija, pasikliaujant tik kokybės atributais. Gamintojai naudoja naują technologiją, kad pirmieji pradėtų produktą ir uždirbtų didžiausią įmanomą pelną. Staigus technologinis sutrikimas dėl naujų technologijų privertė gamybos sektorių pakeisti esamą

gamybos technologiją, kad ji atitiktų Pramonės 4.0 normas, taip pat gamintojų poreikis yra pritaikyti tinkamą naują technologiją jų gamybos procesams (1 pav.).

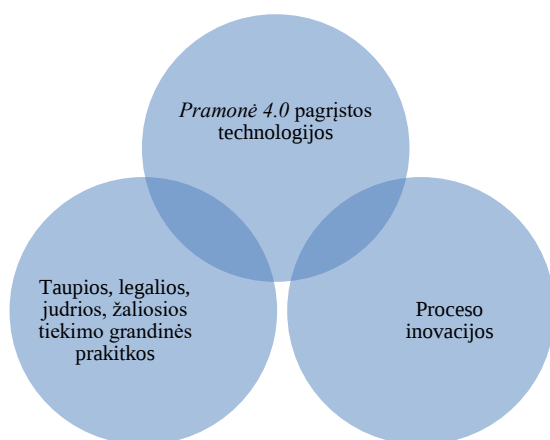


**1 pav.** Pramonės 4.0 naujausios technologijos (Qureshi ir kt., 2023)

**Fig.1.** Industry 4.0 new technologies (Qureshi et.al., 2023)

De Oliveira-Dias ir kt. (2023) akcentuoja, kad gamybos sektoriuje tiekimo grandinės valdymas atlieka svarbų vaidmenį patenkinant klientų poreikius, taikant strategines valdymo praktikas, tokias kaip planavimas, vadovavimas, organizavimas ir kontrolė. Įvairios funkcijos, pvz., tiekimas, medžiagų tiekimas, užsakomųjų paslaugų teikimas, gamyba, reikalingos komplektacijos sukūrimas, atsargų valdymas ir sandėlio valdymas, siekiant valdyti galutinio produkto pristatymą už optimalią kainą, padeda valdyti gamybos tiekimo grandinę. Kad įvairios tiekimo grandinės veiklos atitiktų paklausą ir pasiūlą, gamybinės įmonės turi įdiegti Pramonės 4.0 technologijas, kurios lemia proceso inovacijas ir lemtų tiekimo grandinės našumo gerėjimą.

De Giovanni ir kt. (2021) nuomone, siekdama reaguoti į sparčius pasiūlos ir paklausos pokyčius, judri tiekimo grandinė atsižvelgia į procesų efektyvumą, lankstumą ir reagavimą bei įgalioja darbuotojus greitai ir laiku priimti sprendimus. Daugeliu atvejų laikas ar produkto prieinamumas tampa svarbiausiais aspektais vykdant užsakymą, taigi strateginis žingsnis link „greito reagavimo“ tampa labai reikšmingas ir veda prie sparčios tiekimo grandinės. Tiekimo grandinės integracija su Pramonės 4.0 technologijomis veda link proceso inovacijų. Įmonės gali pasiekti aukštesnį našumą, priimdamos Pramonės 4.0 pagrįstas technologijas savo tiekimo grandinės veikloje ir integruodamos jas su proceso inovacijomis (2 pav.).



**2 pav.** Tiekimo grandinės integracija (De Giovanni ir kt., 2021)  
**Fig.2.** Supply chain integration (De Giovanni et.al., 2021)

Qureshi ir kt. (2023) teigia, kad dalijimasi informacija pagerina skaitmeninės technologijos, kurios taip pat padeda geriau sinchronizuoti veiksmus ir bendradarbiauti. Tiekimo grandinės koordinavimas yra labai reikalingas, norint padidinti tiekimo grandinės efektyvumą greičio, pristatymo ir paslaugų tarifų atžvilgiu. Skaitmeninės technologijos taip pat padėjo pagerinti medžiagų atsekamumą ir atsargų kontrolę. Autoriai pateikia hipotezes, kaip technologijų panaudojimas daro įtaką įvairiems tiekimo grandinės valdymo tipams, skirtiems proceso inovacijų diegimui ir tvariam tiekimo grandinės našumui. Technologijų panaudojimas yra procesas, turintis didelę įtaką galutiniam proceso rezultatui (1 lentelė).

**1 lentelė.** Technologijų įtaka tiekimo grandinės valdymui (Qureshi ir kt., 2023)

**Table 1.** The impact of technology on supply chain management (Qureshi et al., 2023)

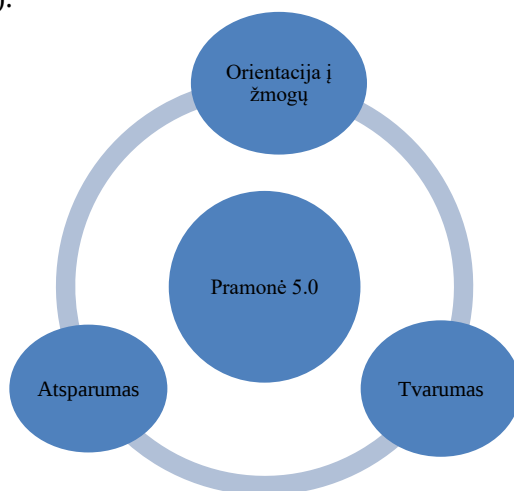
| Hipotezė                                                                                                                                                                     | Suformuluotos hipotezės                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pramonės 4.0 technologijų panaudojimas ir jo įtaka įvairioms tiekimo grandinėms                                                                                              | Technologijų panaudojimas daro teigiamą įtaką taupiajai tiekimo grandinei, judriajai tiekimo grandinei, legaliai tiekimo grandinei, žaliajai tiekimo grandinei                                                                                                                                                                                           |
| Technologijų integracija su taupiąja tiekimo grandine, judriąja tiekimo grandine, legalia tiekimo grandine, žaliaja tiekimo grandine ir tvarios tiekimo grandinės efektyvumu | Taupioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką tvarios tiekimo grandinės efektyvumui.<br>Judrioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką tvarios tiekimo grandinės efektyvumui.<br>Legali tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką tvarios tiekimo grandinės efektyvumui.<br>Žalioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką tvarios tiekimo grandinės efektyvumui |
| Procesų inovacijos ir tvarios tiekimo grandinės efektyvumas                                                                                                                  | Taupioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką procesų inovacijoms.<br>Judrioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką procesų inovacijoms.<br>Legali tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką procesų inovacijoms.                                                                                                                                             |

|  |                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Žalioji tiekimo grandinė daro teigiamą įtaką procesų inovacijoms.<br>Proceso inovacijos daro teigiamą įtaką tvarios tiekimo grandinės efektyvumui |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Hu ir kt.. (2018) nuomone, vykstant skaitmeninimo revoliucijai, ypač po COVID-19 epidemijos poveikio, šiuolaikinės pramonės kraštovaizdis per pastarąjį dešimtmetį dramatiškai pasikeitė. Pavyzdžiui, naudojant daiktų interneto technologiją, duomenys per visą produkto gyvavimo ciklą, įskaitant žaliavų įsigijimą, gamybą, logistiką ir transportavimą, produktų naudojimą ir priežiūrą, perdirbimą ir apdorojimą gali būti renkami į debesų platformas ir tampa prieinami. Be to, didelių duomenų analizė gali padidinti efektyvumą ir optimizavimą bei padėti geriau valdyti energijos ir medžiagų suvartojimą. Priedų gamyba suteikia daug pastebimų pranašumų, įskaitant tiesioginę gamybą, nereikalaujant formų ir įrankių, leidžianti sukurti didesnę dizaino lankstumą, efektyvų medžiagų panaudojimą ir aplinkai nekenksmingus procesus.

Ellen MacArthur Foundation (2019) pateikta nuomone, dirbtinis intelektas galėtų įvairiais būdais paveikti tvarius produktus, pavyzdžiui, palengvinti žiedinės ekonomikos verslo modelių kūrimą, atsižvelgiant į paklausos ir pasiūlos neapibrėžtumą, ir optimizuoti produktų grąžinimą bei perdirbimą, naudojant vaizdo atpažinimą ir robotus.

Europos Komisijos išleistoje politikos santraukoje Pramonė 5.0 apibrėžiama iš naujo atrastu ir išplėstu tikslingumu, neapsiribojančiu prekių ir paslaugų gamyba siekiant pelno, kuri apima tris pagrindinius elementus: orientaciją į žmogų, tvarumą ir atsparumą (Breque ir kt., 2021) (3 pav.).



**3 pav.** Pramonė 5.0 elementai Breque ir kt. 2021)  
**Fig.3** Elements of Industry 5.0 (Breque et.al. 2021)

Grabowska ir kt. (2022) nuomone, tvarumas pabrėžia, kad verslą, orientuotą tik į pelną, globalizuotoje ir labai nepastovioje aplinkoje išlaikyti tampa vis sunkiau. Atsparumas reiškia gebėjimą susidoroti su pažeidžiamumu, kuris gali atsirasti daugelyje lygių, įskaitant gamyklos aukštą tiekimo tinklą ir pramonės sistemos lygius. Taikant į žmogų orientuotą požiūrį pramonėje, pagrindiniai žmogaus poreikiai ir interesai iškeliami virš gamybos proceso, užuot atsižvelgus į atsirandančias technologijas ir nagrinėjant jos galimybes didinti

efektyvumą. Kad pramonė taptų tikros gerovės teikėja, ji turi apimti socialinius ir aplinkos aspektus. Pramonės 5.0 esmė yra trijų segmentų simbiozė - technologinio, socialinio ir ekologinio.

Leng ir kt. (2022) Pramonė 5.0 konotaciją aiškino taip: Pramonė 5.0 teikia pirmenybę darbuotojų gerovei, užtikrindama, kad gamybos procesai atitiktų mūsų planetos ekologinį pajėgumą, skatinant harmoningus žmonių ir mašinų santykius, siekiant visuomeninių tikslų, kurie nėra vien tik darbo vietų kūrimas ir ekonomikos augimas, galiausiai skatinantis tvarų vystymąsi link itin išmanios visuomenės su ekologinėmis vertybėmis. Skaitmenizacija persmelkė kasdienį gyvenimą ir perkėlė galios dinamiką iš rinkodaros specialistų į vartotojus, suteikdama jiems galimybę lengvai pasiekti kolegų atsiliepimus, įvertinti paslaugų teikėjus ir palyginti skirtingus pasiūlymus (Tunn ir kt., 2020). Be to, interneto ryšio išplitimas suteikė vartotojams galimybę reikalauti labiau pritaikytų produktų ir paslaugų. Įmonės reaguoja, siūlydamos bendro projektavimo ir dalyvavimo metodus, skatinančius klientų įtraukimą į produktų kūrimą, leidžiančius kurti lanksčius ir novatoriškus sprendimus. Debesų platformos ir dalijimasis duomenimis atlieka esminį vaidmenį, palengvinant pritaikymą, palaikant bendrą projektavimą, ir patenkinant didėjančią individualizuotų produktų ir paslaugų sprendimų paklausą (Jin ir kt., 2024).

Winter ir kt. (2022) teigia, kad klimato kaitos rezultatai tampa rimtesni, o tvarumo tema tampa vis aktualesnė. Strategiškai sintezuojant tvarumą ir Pramonė 5.0, sukuriamas potencialas įmonėms kurti naujus ir atsparius vertės kūrimo tinklus ar net pasiekti tvarius platformomis pagrįstus verslo modelius.

M. Alimohammadlou ir kt. (2023) nuomone, masinis personalizavimas gali tapti sudėtingesniu tiekimo grandinėje, nes gamintojai turi valdyti įvairesnę komponentų, konfigūracijų ir gamybos procesų įvairovę, kad galėtų pritaikyti individualius produktus. Šis sudėtingumas gali būti neefektyvumo, ilgesnio pristatymo laiko ir padidėjusio transporto dujų išmetimo, o tai turi įtakos bendram tiekimo grandinės tvarumui ir atsparumui.

Pastaraisiais metais, išpopuliarėjus daiktų internetui ir dirbtiniam intelektui, pirmenybė teikiama išmaniosioms programoms įvairiose srityse, pavyzdžiui, išmaniajai gamybai. Svarbiausia išmaniosios gamybos problema yra išlaikyti aukštą produkcijos panaudojimo lygį. Viena vertus, norint išlaikyti aukštą panaudojimą, gamybos linijoje bet kuriuo metu turi būti pakankamai medžiagų. Kita vertus, per daug medžiagų sandėlyje labai padidintų gamyklos veiklos sąnaudas. Todėl, norint išlaikyti pakankamą atsargų kiekį, vengiant perteklinių atsargų, tai yra svarbi pagrindinė sumanios gamybos problema (Kao, Chueh, 2022).

Kao, Chueh (2022) teigia, kad gamybos procesus gamybinėje pramonėje sudaro tokie žingsniai kaip užsakymų priėmimas, medžiagų poreikių tyrimas, medžiagų ir dalių valdymas, medžiagų pirkimas, gamyba, transportavimo valdymas ir pristatymas. Tradicinėms smulkioms ir vidutinėms gamybos pramonės šakoms tinkamos debesies pagrindu sukurtos priežiūros kontrolės ir duomenų gavimo sistemos sukūrimas padėtų gamybos pramonei vykdyti operacijų valdymą. Paimti daiktų interneto sistemą kaip pagrindą, t.y. perduoti daiktų interneto aptiktus ir surinktus duomenis į taikomąjį lygmenį per tinklą (t.y. debesų pagrindu veikiančią priežiūros kontrolės ir duomenų sistemą), reiškia pagerinti atsekamumą. Taikant pardavėjo atsargų valdymo modelį, galima įvertinti gamybos pajėgumus, remiantis gamybos duomenimis, ir kartu su tolesnių gamintojų duomenimis atlikti pardavimo prognozes. Remiantis dirbtinio intelekto duomenų analize, numatant reikiamas atsargas, gamybos linijos gali išlaikyti aukštą panaudojimo lygį.

Atliktos mokslinės literatūros analizėje išskiriama tai, kaip naujausios technologijos gali padėti gamybos įmonėms tobulinti jų tiekimo grandines. Aptariami skaitmenizavimo,

automatizavimo ir tvarumo principų pritaikymo aspektai, siekiant padidinti efektyvumą, lankstumą bei mažinti išlaidas. Pabrėžiama, kad inovacijos tiekimo grandinėse yra būtinos, norint išlaikyti konkurencingumą ir prisitaikyti prie greitai kintančios rinkos. Taip pat aptariamas glaudesnis verslo ir mokslo bendradarbiavimas, kuris skatina tvarų vystymąsi ir inovacijų diegimą. Technologinis progresas, įskaitant Pramonės 4.0 ir 5.0 inovacijas, suteikia gamybos įmonėms galimybę gerinti efektyvumą, mažinti išlaidas ir padidinti gamybos lankstumą. Tiekimo grandinės optimizavimas, naudojant duomenų analizę, prognozavimą ir skaitmeninius dvynius, leidžia efektyviau valdyti atsargas, sumažinti tiekimo laiką ir gerinti klientų aptarnavimo kokybę.

## **Išvados**

1. Tyrimai rodo, kad gamybos įmonės susiduria su iššūkiais, tokiais kaip ilgi tiekimo terminai, didelės atsargos sandėlyje, sugadintos atsargos, neteisingas atsargų palaikymas, neefektyvūs gamybos procesai ir didėjantys kaštai. Šie iššūkiai skatina įmones ieškoti būdų, kaip tobulinti tiekimo grandinės, padidinti jų efektyvumą ir mažinti kaštus. Technologijos, kaip daiktų internetas, dideli duomenys, skaitmeniniai dvyniai ir automatizacija atveria naujas galimybes gamybos procesų optimizavimui. Jų naudojimas leidžia geriau sinchronizuoti ir koordinuoti tiekimo grandinės veiklas, pagerinti medžiagų atsekamumą ir atsargų kontrolę, taip pat efektyviau reaguoti į rinkos pokyčius ir klientų poreikius. Technologijų taikymas leidžia ne tik efektyviau valdyti gamybos procesus, bet ir integruoti tvarumo principus į tiekimo grandinės valdymą. Tai apima efektyvesnį išteklių naudojimą, atliekų mažinimą ir perdirbimo procesų optimizavimą, kurie prisideda prie tvarios visuomenės kūrimo ir gamybos sektoriaus konkurencingumo stiprinimo. Gamybos sektoriuje vyksta nuolatinės technologinės permainos, kurios reikalauja nuolatinių inovacijų ir adaptacijos strategijų. Naujausių technologijų integracija į tiekimo grandinės valdymą leidžia įmonėms ne tik spręsti esamas problemas, bet ir kurti naujas vertės kūrimo galimybes, taip pat stiprinti konkurencingumą globalioje rinkoje.
2. Daiktų interneto technologijos leidžia realiuoju laiku stebėti ir valdyti tiekimo grandinės procesus, užtikrinant medžiagų atsekamumą, kokybės kontrolę ir atsargų valdymą. Tai padeda sumažinti atsargų perteklių, optimizuoti gamybos planavimą ir mažinti prastovas, taip padidinant tiekimo grandinės veiksmingumą. Analizuojant didžiulius duomenų kiekius, įmonės gali gauti vertingų įžvalgų apie gamybos procesus, klientų elgseną ir rinkos tendencijas. Tai leidžia prognozuoti paklausą, optimizuoti atsargų lygius ir geriau planuoti tiekimo grandinės veiklą. Skaitmeninių dvynių technologija leidžia sukurti virtualias tiekimo grandinės kopijas, kurios padeda modeliuoti ir testuoti įvairius scenarijus, nekeliant rizikos realiems procesams. Tai suteikia galimybę geriau suprasti tiekimo grandinės veikimo principus, identifikuoti galimus trūkumus ir optimizuoti procesus. Automatizuotos sistemos ir robotai gali atlikti pasikartojančias, rutinines užduotis, mažindami žmogaus klaidų tikimybę ir padidindami gamybos efektyvumą. Tai apima ir medžiagų tiekimą gamybos linijoms, ir galutinių produktų surinkimą bei pakavimą. Šios technologijos leidžia tiekimo grandinėms tapti aktyvesnėmis, nes sistemos gali mokytis iš duomenų, prognozuoti galimas problemas ir siūlyti sprendimus jų prevencijai. Taip pat dirbtinis intelektas gali padėti optimizuoti transportavimo maršrutus, mažinant pristatymo laiką ir išlaidas. Šių technologijų panaudojimas gamybos įmonių tiekimo grandinėse leidžia ne tik gerokai padidinti operacinį efektyvumą, bet ir užtikrinti didesnę lankstumą bei greitį, reaguojant į kintančias rinkos sąlygas. Taip pat svarbu pabrėžti, kad technologijų integracija padeda įmonėms pasiekti tvarumo tikslus, mažinant atliekų kiekį ir optimizuojant išteklių naudojimą.

## Literatūra

1. Alimohammadlou M., Khoshsepehr Z. (2023). The role of Society 5.0 in achieving sustainable development: A spherical fuzzy set approach. *Environmental Science Pollution Research*. 30, 47630–47654.
2. Baqleh L.A., Alateeq M.M. (2023). THE IMPACT OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES ON COMPETITIVE ADVANTAGE: THE MODERATING ROLE OF BIG DATA ANALYTICS. *International Journal of Professional Business Review*. Miami, v. 8, n. 3, P. 01-22, e0679.
3. Batarlienė N., Šakalys R. (2020). Criteria Impacting Synchronization of Transport Flows along International Transport Corridor. *Promet-Traffic&Transportation*. 32(3), 399-408.
4. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021). Industry 5.0-Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry, Publications. *Office of the European Union*. P. 13.
5. Chauhan S., Singh R., Gehlot A., Akram S.A., Twala B., Priyadarshi N. (2023). Digitalization of Supply Chain Management with Industry 4.0 Enabling Technologies: A Sustainable Perspective. *Processes*. 11, 96.
6. De Giovanni P., Cariola A. (2021). Process Innovation through Industry 4.0 Technologies, Lean Practices and Green Supply Chains. *Research Transportation Economics*. 90, 100869.
7. De Oliveira-Dias D., Maqueira-Marin J.M., Moyano-Fuentes J., Carvalho H. (2023). Implications of Using Industry 4.0 Base Technologies for Lean and Agile Supply Chains and Performance. *International Journal of Production Economics*. 262, 108916.
8. Ding B., Ferràs Hernández X., Agell Jané N. (2021). Combining Lean and Agile Manufacturing Competitive Advantages through Industry 4.0 Technologies: An Integrative Approach. *Production Planning & Control*. Vol 34, Issue 5.
9. Ejaz M.R. (2023). Smart Manufacturing as a Management Strategy to Achieve Sustainable Competitiveness. *Journal of the Knowledge Economy*. Prieiga per internetą: < <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01097-z> >.
10. Ellen MacArthur Foundation. (2019). Artificial Intelligence and the Circular Economy: AI as a Tool to Accelerate the Transition. Prieiga per internetą: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/artificial-intelligence-and-the-circular-economy>.
11. Grabowska S., Saniuk S., Gajdzik B. (2022). Industry 5.0: Improving humanization and sustainability of Industry 4.0. *Scientometrics*. 127, 3117–3144.
12. Hu F., Cheng J., He Y. (2018). Interactive design for additive manufacturing: A creative case of synchronous belt drive. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 12, 889–901.
13. Jin Q., Chen H., Hu F. (2024). Proposal of Industry 5.0-Enabled Sustainability of Product–Service Systems and Its Quantitative Multi-Criteria Decision-Making Method. *Processes*. 12, 473.
14. Kao C.-Y., Chueh H.-E. (2022). A Vendor-Managed Inventory Mechanism Based on SCADA of Internet of Things Framework. *Electronics*. 11, 881.
15. Leng J., Sha W., Wang B., Zheng P., Zhuang C., Liu Q., Wuest T., Mourtzis D., Wang L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal Manufacturing Systems*. 65, 279–295.

16. Narula S., Puppala H., Kumar A., Luthra S., Dwivedy M., Prakash S., Talwar V. (2022). Are Industry 4.0 Technologies Enablers of Lean? Evidence from Manufacturing Industries. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol 14, P. 115–138.
17. Perano M., Cammarano A., Varriale V., Regno C., Michelino F., Caputo M. (2023). Embracing supply chain digitalization and unphysicalization to enhance supply chain performance: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 53 No. 5/6, P. 628-659, Emerald Publishing Limited 0960-0035.
18. Qureshi K.M., Mewada B.G., Kaur S., Alghamdi S.Y., Almakayeel N., Almuflih A.S., Qureshi M.R.N.M. (2023). Sustainable Manufacturing Supply Chain Performance Enhancement through Technology Utilization and Process Innovation in Industry 4.0: A SEM-PLS Approach. *Sustainability*. 15, 15388.
19. Rahal F., Zennir I. (2021). The Impact of Green Supply Chain Management on Operational Efficiency. Case study: Unilever. *Journal of Economic Sciences Institute*. Vol. 24, P. 677-696. Prieiga per internetą: <https://www.coursehero.com/file/222038971/the-impact-of-green-supply-chain-management-on-operational-efficiency-case-study-unileverpdf/>.
20. Reis J. (2023). Exploring Applications and Practical Examples by Streamlining Material Requirements Planning (MRP) with Python. *Industrial Engineering and Management Logistics*. 7(4), 91.
21. Tunn V.S.C., Van den Hende E.A., Bocken N.M.P., Schoormans J.P.L. (2020). Digitalised product-service systems: Effects on consumers' attitudes and experiences. *Resources Conservation and Recycling*. 162, 105045.
22. Winter J., Frey A., Biehler J. (2022). Towards the Next Decade of Industrie 4.0—Current State in Research and Adoption and Promising Development Paths from a German Perspective. *Science*. 4, 31.

**Evaldas Karvelis**

## **Improving the Supply Chains of Manufacturing Companies Through the Adoption of Latest Technologies**

### *Summary*

This study examines the necessity of integrating the latest technologies into the supply chains of manufacturing companies through a scientific literature analysis. The theoretical analysis highlights the critical role of supply chain optimisation by implementing cutting-edge technologies, such as *Industry 4.0* and *Industry 5.0*, and evaluates their impact on efficiency, flexibility, and sustainability. The findings underscore the importance of digitalisation, automation, data analytics, and the integration of sustainability principles in supply chain management to maintain competitiveness and adapt to a rapidly changing environment. Additionally, the study discusses the significance of fostering closer collaboration between businesses and academia to drive sustainable development and accelerate innovation adoption. The research results demonstrate that technological integration into supply chain management enhances inventory control, reduces lead times, and improves customer service quality, while simultaneously incorporating sustainability principles.

*Keywords: supply chain, innovation, Industry 4.0, Industry 5.0, management, manufacturing companies*

# SANDĖLIAVIMO PROCESŲ SKAITMENIZAVIMO GALIMYBĖS IR IŠŠŪKIAI

**Evelina Petrikauskaitė**

*Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija*

## **Anotacija**

Šiame straipsnyje analizuojamas sandėliavimo procesų skaitmenizavimo galimybės, taip pat pristatoma su kokiais iššūkiais susiduria logistikos verslas, skaitmenizuodamas sandėliavimo procesus. Logistikos įmonės sandėliavimo procesų kokybė labiausiai priklauso nuo sandėlio veiklos efektyvumo ir greičio, automatizacijos lygio bei naudojamų informacinių technologijų. Skaitmenizavimo sprendimai padeda jungti įmonėje vykdomą veiklą į informacines sistemas. Daugelis šiuolaikinių sandėlių gali skaitmenizuoti savo procesus: prekių priėmimą, sandėliavimą, prekių sekimą, užsakymų tvarkymą, klientų aptarnavimą ir kitas operacijas. Tačiau visos inovacijos, įskaitant ir skaitmenizavimą, reikalauja ne tik finansinių išteklių, bet ir laiko, aukštos kvalifikacijos specialistų ir esamų darbuotojų įsitraukimo.

*Raktažodžiai: sandėliavimo procesas, skaitmenizavimo galimybės, iššūkiai*

## **Įvadas**

**Temos aktualumas.** Logistikos centrai susiduria su naujais klientų poreikiais ir su pasauline konkurencija, lemiančia esminius šiuolaikinės logistikos pokyčius. *Pramonė 4.0* iššūkių sprendimo koncepcija yra grindžiama pertvarka, orientuota į darbuotojus, žinias ir poveikio aplinkai mažinimą. Penktoji logistikos revoliucija – tai dirbtinis intelektas, skaitmenizacija, daiktų internetas, išmanieji pastatai ir robotika, virtualios ir papildytos realybės technologijos. Nors šiuo metu tai tik mokslininkų ir ekspertų diskusijų etapas, tačiau jau galima numatyti, kokiomis kryptimis eina logistikos verslas. Skaitmenizavimas yra vienas iš verslo procesų, kuris padeda įmonėms apjungti savo vykdomą veiklą į sistemas bei stebėti verslo tobulėjimą be žmogaus įsikišimo, arba su minimaliomis pastangomis.

Sandėliavimo proceso skaitmenizavimas yra plačiai nagrinėjamas mokslinėje literatūroje (Azadeh ir kt., 2019; Kembro ir kt., 2022; Lee ir kt., 2018; Bloomberg, 2018), tačiau trūksta tyrimų, kokios yra sandėliavimo procesų skaitmenizavimo galimybės ir jų teikiamos naudos, su kokiais iššūkiais susiduriama, skaitmenizuojant sandėlio veiklos procesus.

**Tyrimo objektas.** Sandėliavimo procesų skaitmenizavimas.

**Tyrimo tikslas.** Nustatyti sandėliavimo procesų skaitmenizavimo galimybes ir iššūkius.

## **Tyrimo uždaviniai:**

1. Apibūdinti sandėliavimo procesų skaitmenizavimo sampratą ir išanalizuoti skaitmeninių technologijų teikiamas naudas.
2. Išskirti svarbiausius sandėliavimo proceso skaitmenizavimo iššūkius.

**Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros analizė ir sintezė.

## **Skaitmenizavimo samprata**

Tarptautiniai prekybos rūmai (TBT) (2023) pristatė informaciją apie savo skaitmeninių standartų iniciatyvą ir pabrėžė skaitmeninimo svarbą labai mažoms, mažosioms ir vidutinėms įmonėms. TBT bendradarbiauja su vyriausybėmis, kad padėtų joms priimti teisės aktus, atitinkančius UNICITRAL pavyzdinį įstatymą dėl elektroninių perduodamų įrašų, kad būtų sukurta palanki reglamentavimo aplinka, skatinanti prekybą

bepopierėmis technologijomis. TBT taip pat siekia nustatyti ir suderinti prekybos skaitmeninimo standartus (Pasaulinė prekybos organizacija, 2023).

Verslo srityje skaitmenizavimas apibrėžiamas kaip skaitmeninių technologijų naudojimas, siekiant pakeisti verslo modelį ir sukurti naujas pajamų bei vertės kūrimo galimybes (Bloomberg, 2018).

Sandėliavimo proceso skaitmenizavimas apima perėjimą nuo tradicinio rankinio arba popierinio sandėliavimo valdymo prie skaitmeninės technologijos ir procesų automatizavimo, naudojant įvairius informacijos technologijų sprendimus. Technologijų derinio naudojimą palaiko Attaran (2020), kuris nurodė, kad dirbtinis intelektas ir robotika, debesų kompiuterija, 3D spausdinimas, pažangi analizė, blokų grandinė, papildyta realybė, RFID, daiktų internetas ir debesų technologijos skatina skaitmenines tendencijas ir skatina tiekimo grandinės pokyčius.

Jabbar ir kt. (2018) teigė, kad išmanusis sandėlis – tai sandėlis, sukurtas veikti maksimaliai efektyviai, ir kuriame integruota geriausia praktika bei pažangios technologijos.

Mokslinėse diskusijose argumentuojama, kad pagrindiniai skaitmeninių inovacijų teikiami privalumai verslo įmonėms yra kaštų mažinimas, produktyvumo didinimas, ryšių su suinteresuotaisiais asmenimis stiprinimas, konkurencinio pranašumo, rinkos dalies, pardavimų ir pelno didinimas (Karabulut, 2020).

### Sandėliavimo procesų skaitmenizavimo galimybės / perspektyvos

Vykdam skaitmeninimą, kuriamos pažangių technologijų naudojimu pagrįstos platformos, padedančios padidinti įmonių efektyvumą (Rimeikienė ir kt 2023).

Atlikus mokslinės literatūros analizę, 1 lentelėje išskirtos pagrindinės skaitmenizavimo technologijos ir jų teikiamos naudos sandėliavimo procesams.

**1 lentelė.** Sandėlio procesų skaitmenizavimo naudos (parengta pagal Rimeikienė ir kt. (2023), Mahroof ir kt. (2019), Vukičević ir kt. (2021), Merkaš ir kt. (2020), Azadeh ir kt. (2019), Kembro ir kt. (2022), Lee ir kt. (2018))

**Table 1.** *The benefits of digitizing warehouse processes (based on Rimeikienė et al. (2023), Mahroof et al. (2019), Vukičević et al. (2021), Merkaš et al. (2020), Azadeh et al. (2019), Kembro et al. (2022), Lee et al. (2018))*

| <b>Autorius,<br/>metai</b><br><i>Author, year</i> | <b>Technologija</b><br><i>Technology</i> | <b>Nauda</b><br><i>Benefit</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rimeikienė ir kt. (2023)                          | Daiktų internetas                        | Tarpusavyje sujungtas fizinių įrenginių tinklas, kuris gali apimti elektroniką, programinę įrangą, jutiklius, pavaras ir ryšio komponentus. Šie įrenginiai gali bendrauti ir mainytis duomenimis                                                                                                                                                                |
| Mahroof ir kt. (2019)                             | Dirbtinis intelektas                     | Pasitelkusi savo algoritmus, leidžia įmonei numatyti kiekvieno produkto paklausos lygį kiekvienoje sandėlio vietoje, suaktyvinant procesą, kuris kasdien automatizuoja milijonus sprendimų, subalansuoja kelis ir konkuruojančius pagrindinius veiklos rezultatų rodiklius, pagerina prieinamumą ir mažina atliekų kiekį, bei žymiai sumažina tarpus stelažuose |

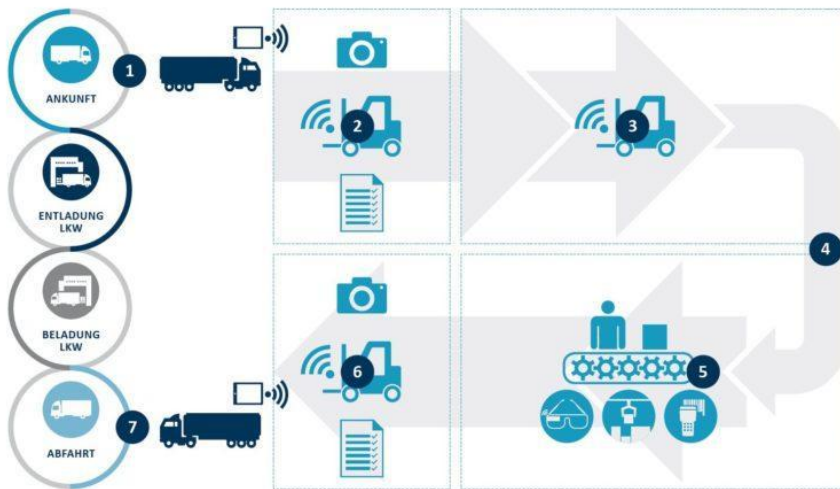
|                                              |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vukićević ir kt. (2021)                      | QR kodai ir RFID žymos                                                                                        | Žymų / kodų naudojimas suteikia galimybes saugoti didelius kiekius duomenų, įrengtos atitinkamos antenos palengvina duomenų nuskaitymą ir įrašymą į kodą / žymą, be to, naudojimas yra nebrangus ir lengvas                                                                                                                                                                                                                              |
| Merkaš ir kt. (2020)                         | Blokų grandinių technologijų deriniai kartu sujungti skaitmeniniuose tinkluose su daiktų interneto sistemomis | Padeda pasiekti verslo tikslų logistikos ir transportavimo versle.<br>Kartu šios technologijos užtikrina matomumą realiuoju laiku ir sklandų procesų bei grandinės partnerių bendradarbiavimą                                                                                                                                                                                                                                            |
| Azadeh ir kt. (2019)<br>Kembro ir kt. (2022) | Automatizavimas                                                                                               | Naujausios kartos automatizavimo technologijos suteikia lankstumo tvarkyti įvairių tipų produktus ir prisitaikyti prie paklausos svyravimų, o tai leidžia efektyviai saugoti, tvarkyti ir rūšiuoti didelius produktų srautus.<br>Plėtra atitinka bendrą perėjimą nuo rankinio medžiagų tvarkymo prie pažangių automatizuotų sistemų, kurių tikslas yra padidinti logistikos efektyvumą (pvz., sumažinti surinkimo ir rūšiavimo išlaidas) |
| Azadeh ir kt. (2019)                         | Robotika                                                                                                      | Reikalauja mažai vietos, suteikia lankstumo, valdant įvairius paklausos reikalavimus, ir gali dirbti 24 valandas per parą 7 dienas per savaitę                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lee ir kt. (2018)                            | Debesų technologijos pagrindu veikiančios sandėlio valdymo sistemos                                           | Gali pagerinti užsakymų vykdymo greitį ir tikslumą. Be to, gali padidinti gavimo laiką, atsargų tikslumą ir sandėlio produktyvumą, renkant užsakymus. Dėl nematerialios naudos jis gali pagerinti pakavimo metodą, o inventorių gali būti atsekamas, naudojant RFID. Be to, galima pagerinti darbuotojų moralę                                                                                                                           |

Nauji metodai yra pagrįsti QR (greito atsako) taikymu: kodai ir RFID (radijo dažnio identifikavimo) žymos ir kitos *Pramonė 4.0* technologijos, tokios kaip daiktų internetas, debesys ir duomenų gavyba. Apskritai, sprendimai, pagrįsti QR ir RFID, buvo plačiausiai naudojami, nes yra nebrangūs ir lengvai prieinami. Tai svarbūs aspektai, nes įmonės daugelyje šalių atsilieka nuo *Pramonė 4.0* technologijos pritaikymo (Vukićević ir kt. 2021).

Svarbiausias skaitmeninės tiekimo grandinės diegimas yra daiktų internetas, kurių centre yra visur esantys jutikliai, matuojantys ir perduodantys duomenis realiu laiku internetu, fiksuodami beveik viską, ką galima kiekybiškai išmatuoti, pvz., temperatūrą ir drėgmę, informaciją apie vietą sandėliuose ir tiekimo sandėliuose, sunkvežimių tranzito sekimą, konteinerius ir pristatymus. Ši informacija, be kita ko, gali padėti priimti operatyvinius sprendimus, šalinti trikdžius, siųsti avarinius įspėjimus ir nuspėti valdymą (Pasaulio prekybos organizacija, 2022).

Dėl naujų techninių galimybių daugelis įmonių pereina prie visiškai automatizuotų procesų ir lanksčių automatizavimo sprendimų, taip priartėdamos prie *Pramonė 4.0*.

Pirmame paveiksle pavaizduota skaitmenizuota sandėliavimo procesų eiga nuo atvykimo iki išvykimo.



**1 pav.** Skaitmenizuotas sandėliavimas (Heiling, 2020)

**Fig. 1.** Digitized storage (Heiling, 2020)

Iš daugelio organizacijų, aktyviai vykdančių novatorišką sandėliavimo praktiką, elektroninės prekybos gigantas *Alibaba* pirmauja, tiria technologijų teikiamas galimybes per dirbtinį intelektą ir mašininių mokymąsi, kad optimizuotų savo tiekimo grandinės valdymą (LEAN). Didėjantis *Alibaba* įsipareigojimas mašinų mokymuisi ir automatizavimui yra akivaizdus dėka to, kas laikoma didžiausiu Kinijos išmaniuoju sandėliu. Išmaniajame sandėlyje yra 60 robotų, žinomų kaip „Zhu Que“ arba „Vermilion Bird“, kuriems pavesta atlikti 70% sandėlio procesų (Pickering, 2017). Pranešama, kad šių robotų našumas padidėjo tris kartus, nes jų 3000 m<sup>2</sup> sandėlyje buvo įrengtos savaime įkraunamos baterijos ir lazerio aptikimo technologija (Mahroof ir kt., 2019).

Dirbtinio intelekto specialistas sukūrė sandėlio robotus, kurie automatizuoja aukšto lygio užsakymų surinkimą, lipdami į sandėlių stelažus, rinkdami užsakymus ir gabendami juos sandėlio operatoriams, per valandą pasiimdami iki 400 užsakymų. Robotai, žinomi kaip „Skypod“, naudoja dirbtinio intelekto ir lazerinio skaitytuvo navigaciją užsakymams apdoroti (Pickering, 2017; Mahroof ir kt., 2019).

Išmanieji sandėliai siekia padidinti bendrą paslaugų kokybę, produktyvumą ir sandėlio efektyvumą, tuo pačiu sumažinant išlaidas ir gedimus (Van Geest ir kt., 2021).

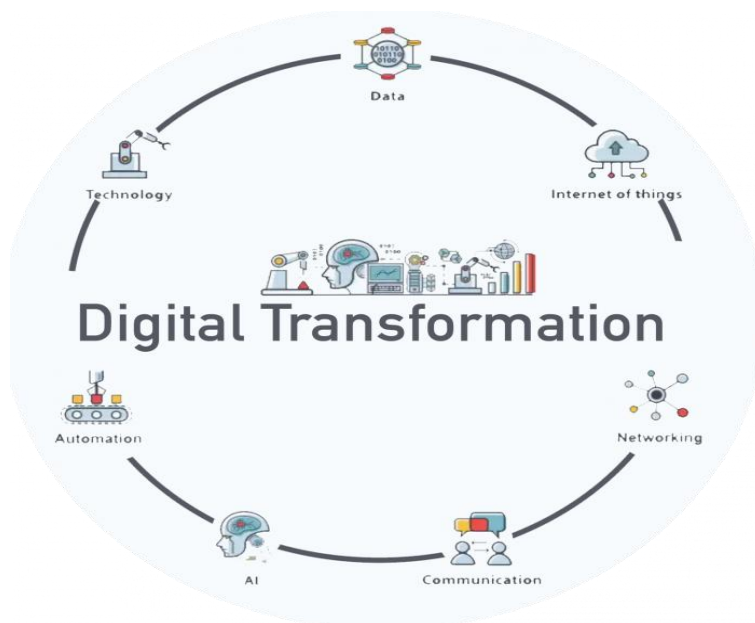
### **Iššūkiai, skaitmenizuojant sandėliavimo procesus**

Europos Sąjunga sumažino atotrūkį nuo Jungtinių Amerikos Valstijų, diegiant pažangias skaitmenines technologijas (ES – 69 proc., palyginti su JAV – 71 proc.). Nepaisant pažangos, įvairiuose ES regionuose tebėra didelių skaitmeninės infrastruktūros skirtumų – 14 proc. įmonių mano, kad ribota prieiga prie skaitmeninės infrastruktūros yra pagrindinė kliūtis investicijoms (Europos investicijų bankas, 2023).

Kai kurias sandėlio operacijas vis dar sunku automatizuoti ir gali prireikti atlikti darbus rankiniu būdu (Azadeh ir kt., 2019).

Remiantis literatūra, svarbiausios skaitmenizacijos savybės yra ne duomenų naudojimas ar technologinis pritaikymas, bet pokyčių greitis ir ryšio laipsnis (Gimpel ir kt., 2018). Visi komponentai - skaitytuvai, jutikliai ir mašinos turi turėti galimybę bendrauti tarpusavyje. Ryšys sandėlyje apima sandėlio tinklą (pvz., sandėlio jutiklių tinklą (WSN)) ir įvairių objektų, sistemų ir veikėjų ryšį (Van Geest ir kt., 2021).

Skaitmenizacija reikalauja tam tikrų specifinių kompetencijų įmonėje. Tai apima profesinius įgūdžius, pavyzdžiui, darbą su šiuolaikinėmis sistemomis ir technologijomis, taip pat asmeninius įgūdžius, pavyzdžiui, atvirumą naujoms idėjoms ir norą toliau tobulėti. Norint pradėti skaitmenizuoti sandėliavimo procesus, reikia nustatyti skaitmeninės transformacijos veiksmų planą (2 pav.).



**2 pav.** Skaitmenizacijos įgyvendinimo sudėtinės dalys (Connor, 2021)

**Fig. 2.** Components of the implementation of digitalization (Connor, 2021)

Mokslininkai pažymi, kad šių technologijų ir *Pramonė 4.0* pagalba pramoninės sistemos tampa išmanesnės, tačiau taip pat iškyla keletas iššūkių, susijusių su kokybe, privatumu, vientisumu ir saugumu (Van Geest ir kt., 2021).

Nors beveik 90 proc. ES gyventojų bent kartą per savaitę naudojami internetu, 2021 metų statistika rodo, kad tik 54 proc. turėjo pagrindinius arba aukštesnius nei bazinius skaitmeninius įgūdžius (Eurostat, 2023).

Judri tiekimo grandinės strategija tampa būtinybe tiekimo grandinės tinkle. Norint išlaikyti sklandžią atvykstančią ir išvykstančią logistiką, reikia didinti lankstumą, keičiant aplinką, ir sumažinti bendrą tiekimo grandinės sistemos ciklo laiką. Kibernetinių fizinių sistemų (CPS) tinklas tampa tarpininku, jungiančiu žmones, objektus ir fizinius procesus sandėlio operacijose per daiktų internetą, belaidžio ryšio tinklą (Culler ir kt., 2016). Kibernetinių fizinių sistemų tinklo atsiradimas skatina SVS reagavimą ir lankstumą (Leitão ir kt., 2016). Evoliucijai nuo tradicinės SVS prie CPS-SVS reikia integruoti technologinių ir administracinių naujovių, ir tai tampa pagrindiniu iššūkiu, kuriant SVS (Lee ir kt. 2018).

Dirbtinio intelekto (AI) integravimas yra daugiau nei techninis iššūkis. Pramonės tyrime, kuriame dalyvavo 152 DI projektai, Deloitte (2017 m.) pranešė, kad 47 % vyresniųjų vadovų buvo sunku integruoti AI su esamais žmonėmis ir procesais. Panašiai tyrimų metu buvo pastebėtos problemos, susijusios su darbuotojų kvalifikacijos kėlimu, dirbant su AI, AI pritaikymu esamiems procesams ir dirbtinio intelekto papildytos darbo jėgos koordinavimu (Davenport ir kt., 2018; Jarrahi, 2018; Miller, 2018; Zhang ir kt., 2021).

Pastebima, kad daugelis naujų robotų sistemų ir taikomųjų programų menkai tyrinėtose mokslinėje literatūroje, nepaisant to, kad jos vis dažniau naudojamos praktikoje. Dėl unikalių sistemos ypatybių (pvz., autonominio valdymo, lankstaus išdėstymo, tinklinio ir dinamiško veikimo) reikia naujų modelių ir metodų, kad būtų galima išspręsti tokių sistemų projektavimo ir veikimo valdymo problemas, ypač posisteminių integravimo atveju. Integruotos robotizuotos sandėlių sistemos sudarys kitą sandėlių kategoriją. Visą svarbią sandėlio projektavimo, planavimo ir valdymo logiką, pvz., išdėstymo, saugojimo ir užsakymų surinkimo sistemos parinkimo, sandėliavimo laiko tarpų, užsakymų partijų, rinkėjo maršruto ir rinkėjo užsakymo priskyrimo metodus reikės peržiūrėti naujiems robotizuotiems sandėliams (Azadeh ir kt., 2019).

Žmogaus vaidmenį *Logistika 4.0* aptarė Schmidtke ir kt. (2018). Autoriai mini, kad kai kurios rankinės veiklos bus pakeistos mašinomis dėl efektyvumo, saugumo ir kokybės problemų, todėl daugelis darbuotojų baiminasi netekti darbo dėl vykstančio skaitmeninimo ir automatizavimo judėjimo, kuris neigiamai veikia darbuotojų motyvaciją ir sukelia pasipriešinimą pokyčiams. Kartu pripažįstamas kvalifikuotų darbuotojų trūkumas logistikoje.

Visų pirma, primename, kad, remiantis darbuotojų patirtimi ir ataskaitomis, rankinė trūkstančių padėklų paieška gali užtrukti iki trijų valandų. Dėl šios priežasties skaitmeninės sistemos pranašumas yra akivaizdus (Vukićević ir kt. 2021).

## Išvados

1. Sandėlio skaitmenizavimas reiškia modernių technologijų naudojimą, siekiant automatizuoti ir optimizuoti sandėlio darbo eigą ir procesus. Skaitmeninis sandėliavimas padeda spręsti kylančias problemas, su kuriomis susiduria logistikos verslas, padeda įmonėms įveikti kliūtis, trukdančias konkuruoti ir siekti nuolatinės sėkmės. Sandėlio skaitmeninimas apima duomenų ir technologijų galios panaudojimą tradicinėms sandėlio operacijoms pakeisti. Jis supaprastina ir automatizuoja rankinius procesus, tokius kaip atsargų valdymas, užsakymų vykdymas ir paruošimas. Naujos technologijos, tokios kaip dirbtinis intelektas, robotika ir daiktų internetas, atlieka lemiamą vaidmenį, skaitmenizuojant sandėlio procesus. Įmonės gali pasiekti didesnę efektyvumą, produktyvumą ir sutaupyti sąnaudas, naudodamos realiojo laiko stebėjimo sprendimus, tikslų atsargų valdymą, automatizuotą rūšiavimą ir greitesnį užsakymų apdorojimą.
2. Sandėlio procesų skaitmenizavimui reikalingos techninės prielaidos – moderni ir efektyvi IT infrastruktūra. Šiuo atveju esama infrastruktūra turi būti pritaikyta prie šiuo metu galiojančių IT standartų. Dėl milžiniškų duomenų kiekių duomenų apsauga tampa pagrindiniu *Logistika 4.0* elementu. Turi būti sukurti patikimi sprendimai, užtikrinantys visų įmonės duomenų saugumą. Dėl padidėjusio duomenų kiekio taip pat didėja procesas ir informacijos sudėtingumas, reikalingi darbuotojai, kurie galėtų susidoroti su šiuo sudėtingumu. Skaitmenizacija, visų pirma, yra strateginis valdymo uždavinys, kuris lems sėkmę tik dalyvaujant visiems darbuotojams, tačiau turi būti užtikrintas ir

darbuotojų priėmimas, būtina permąstyti darbo organizavimo kontekstą, nes žmonės ir robotai nebe tik papildo vienas kitą, bet ir dirba kartu.

## Literatūra

1. Attaran, M. (2020, July). Digital technology enablers and their implications for supply chain management. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (Vol. 21, No. 3, pp. 158-172). Taylor & Francis.
2. Azadeh, K., De Koster, R. and Roy, D. (2019), "Robotized and automated warehouse systems: review and recent developments", *Transportation Science*, Vol. 53 No. 4, pp. 917-945.
3. Bloomberg, J. (2018). Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril. *Forbes*. Retrieved on August, 28, 2019.
4. Borisova, V., Taymashanov, K., & Tasueva, T. (2019). Digital warehousing as a leading logistics potential. In *Sustainable Leadership for Entrepreneurs and Academics: 2018 Prague Institute for Qualification Enhancement (PRIZK) International Conference "Entrepreneurial and Sustainable Academic Leadership"* (ESAL2018) (pp. 279-287). Springer International Publishing.
5. Culler, D., & Long, J. (2016). A prototype smart materials warehouse application implemented using custom mobile robots and open source vision technology developed using emgucv. *Procedia Manufacturing*, 5, 1092-1106.
6. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard business review*, 96(1), 108-116.
7. Gimpel, H., Hosseini, S., Huber, R., Probst, L., Röglinger, M., & Faisst, U. (2018). Structuring digital transformation: a framework of action fields and its application at ZEISS. *Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)*, 19(1), 3.
8. Jabbar, S., Khan, M., Silva, B. N., & Han, K. (2018). A REST-based industrial web of things' framework for smart warehousing. *The Journal of Supercomputing*, 74, 4419-4433.
9. Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business horizons*, 61(4), 577-586.
10. Karabulut, A. T. (2020). Digital innovation: An antecedent for digital transformation. *International Journal of Commerce and Finance*, 6(2), 179-186.
11. Kembro, J., Eriksson, E., & Norrman, A. (2022). Sorting out the sorting in omnichannel retailing. *Journal of Business Logistics*, 43(4), 593-622.
12. Heiling, A. P. (2020). Lager-Management im Industrial IoT. Prieiga per internetą: <https://www.it-zoom.de/it-director/e/lager-management-im-industrial-iot-25363/>
13. Lee, C.K.M., Lv, Y., Ng, K.K.H., Ho, W. and Choy, K.L. (2018), "Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics", *International Journal of Production Research*, Vol. 5 No. 8, pp. 2753-2768.
14. Leitão, P., Colombo, A. W., & Karnouskos, S. (2016). Industrial automation based on cyber-physical systems technologies: Prototype implementations and challenges. *Computers in industry*, 81, 11-25.
15. Mahroof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International Journal of Information Management*, 45, 176-190.

16. Merkaš, Z., Perkov, D., & Bonin, V. (2020). The significance of blockchain technology in digital transformation of logistics and transportation. *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 12(1), 1-20.
17. Miller, S. M. (2018). AI: Augmentation, more so than automation.
18. Minashkina, D., & Happonen, A. (2020). Decarbonizing warehousing activities through digitalization and automatization with WMS integration for sustainability supporting operations. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 158, p. 03002). EDP Sciences.
19. MSMEs Group discusses digitalization, access to finance for women-owned small businesses. World Trade Organization. (2022). Prieiga per internetą: [https://www.wto.org/english/news\\_e/news23\\_e/igmsm\\_03jul23\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/news23_e/igmsm_03jul23_e.htm)
20. Pickering, J. (2017). Take a look inside Alibaba's smart warehouse where robots do 70% of the work. Prieiga per internetą: <https://www.businessinsider.com/inside-alibaba-smart-warehouse-robots-70-per-cent-work-technologylogistics-2017-9>.
21. Remeikienė, R., Gasparėnienė, L., Jakubavičius, A., Česiulytė, J., & Bacevičius, P. (2023). Verslo modelių transformacijos klasteriuose: skaitmenizavimas, žiedinė ekonomika ir Europos žaliasis kursas.
22. Santos, J. P. (2020). Digitalization and Optimized Inventory Management of a General Warehouse.
23. Schmidtke, N., Behrendt, F., Thater, L., & Meixner, S. (2018, April). Technical potentials and challenges within internal logistics 4.0. In *2018 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)* (pp. 1-10). IEEE.
24. Skaitmeninimas Europos Sąjungoje: pažanga, iššūkiai ir ateities galimybės. Europos investicijų bankas. (2023). Prieiga per internetą: <https://www.eib.org/en/press/all/2023-203-digitalisation-in-the-european-union-progress-challenges-and-future-opportunities>
25. Skaitmeninimas Europoje – 2023 m. Leidimas. Eurostat. (2023). Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023>
26. The promise of TradeTech: Policy approaches to harness trade digitalization. World Trade Organization. (2022). Prieiga per internetą: [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/tradtechpolicyharddigit0422\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/tradtechpolicyharddigit0422_e.pdf)
27. Van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Design of a reference architecture for developing smart warehouses in industry 4.0. *Computers in industry*, 124, 103343.
28. Vukićević, A., Mladineo, M., Banduka, N., & Mačuzić, I. (2021). A smart Warehouse 4.0 approach for the pallet management using machine vision and Internet of Things (IoT): A real industrial case study. *Advances in Production Engineering & Management*, 16(3), 297-306.
29. Zhang, D., Pee, L.G. and Cui, L. (2021), "Artificial intelligence in e-commerce fulfillment: a case study of resource orchestration at Alibaba's smart warehouse", *International Journal of Information Management*, Vol. 57, 102304.

**Evelina Petrikauskaitė**

## **Opportunities and Challenges in the Digitalisation of Warehousing Processes**

*Summary*

This article examines the opportunities for digitalising warehousing processes and explores the challenges encountered by the logistics sector in implementing digitalisation. The quality of warehousing processes in logistics companies largely depends on the efficiency and speed of warehouse operations, the degree of automation, and the information technologies employed. Digitalisation solutions facilitate the integration of company's activities into information systems. Many modern warehouses can digitalise various processes, including goods reception, storage, tracking, order processing, customer service, and other operations. However, all innovations, including digitalisation, require not only financial resources but also time, highly qualified specialists, and the engagement of existing employees.

*Keywords: warehousing processes, digitalisation opportunities, challenges*

# ADMINISTRATIVE RESPONSIBILITY FOR ENVIRONMENTAL VIOLATIONS IN LITHUANIA

**Gintarė Griciūtė, Dalia Perkumienė**

*Kazimieras Simonavičius University  
Lietuvos inžinerijos kolegija*

## Abstract

The topic of this study is highly relevant to society, as it explores environmental issues that directly affect public well-being and the preservation of natural resources. The analysis is based on the provisions of the Constitution of the Republic of Lithuania, which emphasise the state's duty to ensure the protection and sustainable use of natural resources. The study also highlights the administrative responsibility for violations within this area. The research problem stems from the persistently high number of environmental violations, despite the existence of strict legal liability measures. This article formulates the research topic and problem, drawing upon an extensive theoretical and practical research base.

*Keywords: environmental violations, administrative responsibility, legislation*

## Introduction

**Relevance of the topic.** Environmental protection is a relevant area of society's life, because natural reserves are the basis of human existence and, therefore, material production conditions and economic development depend on them (Aleksavičius, 2008). All over the world due to human activities there are major changes in the quality of the environment and in each country there is a rapidly developing industry whose activities have a significant impact on the environment and, in most cases, it is these activities that lead to the occurrence of environmental damage. It can be understood that due to the intensive development of industry, the creation of large cities, the acceleration of agriculture and the pace of life, countless global problems arise. One of the most vitally harmful and frequent problems is environmental pollution, and the process of environmental restoration is complicated, long, sometimes even impossible (Baltrėnas, 1996). Therefore, Article 54 of the Constitution of the Republic of Lithuania (hereafter LR) it is established that the state takes care of the protection of the natural natural environment, fauna and flora, individual natural objects and particularly valuable areas, oversees that natural resources are used in moderation, as well as restored and enriched. It is forbidden by law to devastate the earth, its depths, waters, pollute waters and air, have a radiation effect on the environment and impoverish flora and fauna. Therefore, based on this provision, one of the applicable responsibilities for a person who does not fulfill the duty to protect the environment or pollutes this environment is administrative responsibility.

Thus, administrative liability is usually applied for environmental violations which is regulated by statistical data provided by the Department of Environmental Protection of the Republic of Lithuania for 2020: 1,760 violations were established for violations of the rules of amateur fishing in inland waters, 1,315 - for non-fulfillment of the requirements of legal acts regulating waste management and for violations of hunting regulations. There were 588 violations of legal requirements. From these statistical data it can be said that the topic of environmental protection is one of the most relevant for the society because many violations of the law are committed for which according to the legislation every person (FA or JA) must be held administratively, civilly (materially) or criminally liable.

**Investigation problem.** Due to the strict liability for environmental protection violations it can be taken into account that the number of violations in this area still remains high. The topic of environmental protection is widely known in society and is analyzed every day, therefore, in this field you can see an ever-updated scientific literature and it is precisely in it that the scientific articles of the following analysts are presented: P. Aleknavičius (2008) "Environmental law and environmental management law, the educational book", P. Mierauskas (2017) "Environment: challenges of modern management", I. Žvaigždiniene (2006) "The concept of material responsibility for environmental damage", I. Deviatnikovaitė (2021) "Textbook of administrative responsibility", L. Meškys (2008) "Legal responsibility of a legal entity in the field of environmental protection: the issue of effectiveness in the implementation of sustainable development goals", L. Meškys (2006) "Administrative liability of legal entities in the field of environmental protection: the possibility of establishing the doctrine of strict liability", E. Monkevičius (2008) "Legal regulation of environmental relations problems", A. Braškienė (2016) "Environmental law, the issue of applying civil liability for environmental damage" and other authors. All the previously named authors have touched upon the prevailing problems in the field of environmental protection and have analyzed, namely, to avoid them in the future or what decisions must be made by each person and what institutions must help to prevent the increasing problems of law violations in the environmental sphere.

This topic is analyzed in a very broad spectrum, each author trying to broaden the worldview of each person, understanding of the environment itself, its nurturing and appreciation, thus aiming to reduce the extent of violations of environmental law. However, there is little description of environmental violations and their application, legal acts are often changing, which is why there are difficulties in analyzing this topic, and from these reasons problematic questions arise which are analyzed and answered clearly and comprehensibly in the research paper.

**Problematic questions:**

1. What problems arise in the application of administrative responsibility for environmental violations in judicial practice?
2. How are environmental violations classified?
3. What are the criteria for limiting administrative and criminal liability for environmental violations?

**The subject of the research** - administrative responsibility for environmental violations.

**The aim of the study** is to disclose administrative responsibility for environmental violations.

**Research tasks:**

1. To present the concepts of environmental violation and administrative responsibility.
2. Describe the types of legal liability for environmental violations.
3. To identify the problems of application of administrative responsibility in courts for environmental violations.

**The structure of the research paper.** The research paper consists of three parts. The first part is guided by legal acts and scientific literature and describes the concept of environmental protection, administrative responsibility and legal violations, administrative responsibility for environmental violations. The second part presents the research design and research process. The third part analyzes the problems of applying administrative responsibility to persons who have committed environmental violations in the courts.

## Analysis of scientific literature

***The concept of administrative responsibility and environmental violation.*** Nowadays, social interrelationships between preserving and strengthening the quality of the environment, fulfilling the right to a safe natural environment enshrined in society, rational and economical use and restoration of natural resources are ensured by legal measures for the prevention of violations, the application of legal responsibility, as well as the resolution of legal disputes (Monkevičius, 2011). According to the authors, it can be determined that Lithuanian society aims to properly ensure the functioning of the environmental protection system for a certain violation of environmental law which is followed by one of the types of legal responsibilities - administrative responsibility. Therefore, it is important to define the concept of administrative responsibility. However, before starting to analyze and talk about administrative responsibility, environmental violations and types of environmental violations, it is necessary to summarize and understand the concept of legal responsibility.

Legal responsibility has long been understood as a negative reaction of the state to illegal actions of the subject, manifested by the application of negative impact measures determined by the state to the guilty person, and legal responsibility understood in this way has been called the theory of coercion (Lastauskienė, 2001). Based on this theory, legal responsibility is understood as the state's reaction to the violation of the law, which is realized through the use of state coercion (Mikelėnas, 1995). Although legal responsibility is still identified with the application of sanctions and negative consequences for the person who committed an administrative offense (Vaišvila, 2004), it is increasingly being interpreted based on the unity of subjective rights and duties. In this way, it can be understood that the state intervenes in the relations between citizens only when they themselves are no longer able to fulfill their duties without the intervention of state institutions. According to William Rodgers (1977), the author said that the legal control of the protected state can become: just starting with people's health or life and ending with the market economy, it says that one of the most protected human values should be a healthy and clean environment. According to the author, many of the other authors refer to the environment around us as a house where people and all organisms living on earth are located. Legal theoretician, professor A. Vaišvila explains the definition of legal responsibility not in the interests of the government, but in the interests of citizens. The professor defines legal responsibility as the obligation of legal subjects to exercise their rights while fulfilling their respective duties, but at the same time shows that failure to fulfill such duties turns into the loss or narrowing of the respective rights (Vaišvila, 2004). The purpose of legal responsibility is to ensure legal order in the state, to protect certain legal values, as well as to maintain the balance of rights and responsibilities of participants in social relations (Šedbaras, 2005).

According to the above-mentioned author's definition, it must be noted that he most accurately explains the essence of administrative responsibility and also distinguishes the main elements and specific features: "This is an independent type of legal responsibility applied in accordance with the procedure established by the legal norms of the administrative process to natural and legal persons who have committed administrative law violations imposing on them the administrative penalties provided for by law, which aim to ensure legal order in the implementation of state governance".

In the scientific literature legal responsibility of legal representatives is defined in various ways and it has been noticed that there is no unified definition. According to this author's opinion (Monkevičius, 2011), legal responsibility is "a forced application of sanctions established by law to the violator which causes him unwanted legal, moral,

material and other consequences". This author, presenting the definition of legal responsibility, approves the application of sanctions that cause negative consequences for the violator.

It is also possible to find statements by various authors that legal responsibility must be understood as a means of coercion applied by the state. According to Dambrauskiene (2017): "legal responsibility must be more than just a means of applying state coercive measures; it must be aimed at harmonizing society's environmental, economic and social goals, as well as at protecting the vital interests of individuals, society and the state from external and internal risks that may arise from the environment, economy and during social development". Therefore, due to the application of legal responsibility to law breakers, it is usually thought that this responsibility will deter individuals from various illegal actions and will be an incentive for the entire society to comply with the state's obligations and legal acts, i.e. laws.

One of the types of legal liability is administrative liability. According to the textbook of this author (Šedbaras, 2005), administrative responsibility is an independent type of legal responsibility, applied in accordance with the procedure established by the legal norms of the administrative process, to natural and legal persons who have committed administrative law violations, imposing on them the administrative penalties provided for by law, which aim to ensure legal order in the implementation of state governance.

However, the first definition of the law of administrative responsibility in Lithuania was submitted by the student P. Vilutis, who compiled a book based on the 1938 work of S. Žakevičius, chief assistant of the Faculty of Law of VMU. gave lectures on administrative law. However, the definition was unclear, complicated, translated from another language and the following concept was presented: Administrative law is a branch of public law that regulates the organization of public administration, regulates state responsibility, determines the coercive power of public administration, the procedure by which binding decisions are made. The features of administrative responsibility were named for the first time in Lithuania. One of them is the relationship between the administration and citizens, officials and the administrative bodies themselves (Deviatnikovaitė, 2021).

In scientific literature, the authors perceive administrative law not only as a set of norms, but also as a set of principles. This is based on the fact that the principles show the "qualitative side of this branch of law" (Deviatnikovaitė, 2021). But of all the definitions of administrative responsibility presented, this one (Andruškevičius, 2008) was the broadest, "Administrative responsibility is a type of legal responsibility, which means the obligation of a natural and legal person to answer for the prohibited acts specified in the laws regulating this responsibility, with the aim of avoiding future behavior in a manner contrary to the law and dangerous to society". This given description of the concept shows the full meaning and essence of administrative responsibility.

The main subject of administrative responsibility according to Article 2 of the Code of Administrative Offenses of the Republic of Lithuania. 1 d. according to the regulations, a natural person can be a natural person, and the law states that: "According to this code, a natural person (hereinafter - the person) is liable if the act committed by him, for which a certain sanction is provided in this code, was prohibited by the legal act in force at the time of the act's commission ". As for the responsibility of legal entities, this responsibility is not enshrined in the Law on Administrative Offenses of the Republic of Lithuania, but is regulated in other laws, such as the Environmental Protection Law of the Republic of Lithuania, as well as in court practice. However, even though there are no means of applying

the liability of legal persons in the LR ANC, the provisions of this code do not contradict other legal acts with the possibility of applying administrative liability to legal persons.

It can be noted that there is one and the main prevailing opinion about environmental violations, according to the author's definition (Aleknavičius, 2008), "environmental protection - protection of the environment from physical, chemical, biological, and other negative effects or consequences arising from economic activity or use natural resources".

Considering the fact that the increasing number of ecological law violations and the amount of damage caused to the environment, as well as the ever-increasing need to improve the mechanism of legal responsibility for environmental damage, encourage more attention to be paid to theoretical and practical problems related to the legal regulation of environmental material liability and practical application".

After analyzing the author's definition, it can be said that it has been noticed that in the legal field of environmental protection, various gaps keep appearing, so some people seek to take advantage of this opportunity.

According to the opinion of foreign authors (McDermott Constance, Cashore and Kanowski, 2010), it can be said that changes in consumption and use caused by people remain one of the main causes of forest loss, and other changes caused by people will have an even greater impact on nature in the future. Thus, these authors reveal how important nature is to our society and that blocking the way to environmental factors is one of the types of responsibility.

In the field of environmental protection, mostly, due to these existing problems, legal entities try to take advantage of such emerging problems, the author presents his own definition, which he establishes (Monkevičius, 2011), in which he states that: "legal entities, in pursuit of profit, use their economic, political and social powers, which is why it is able to make a significant positive and negative impact on the environment, as well as the determining factors for the life of a person, society and the state. However, the bad influence of business on people's environment is significantly faster than one of the options for development, means for achieving profitable business, thus being competitive in today's market". From this definition, it can be understood that there are still prevailing problems in environmental protection, the uncertainty of legal acts in the field of environmental protection is of great importance, thus giving the offenders the opportunity to bypass the laws, the system, and established rules, thus not fulfilling their respective duties. Therefore, according to (Monkevičius, 2011), it can be said that in the field of environmental protection, one of the determinants of acceptable legal action is the awareness of individuals themselves, understanding of society, interest in the environment that surrounds us every day at every step, people's awareness of the quality of life, health, knowledge of their rights that determine and cause problems in the fight against environmental violations.

In summary, it can be stated that different authors explain the concepts of administrative responsibility and environmental protection in different and completely different ways. Therefore, there is an opportunity to see similarities, which arise, it can be said that administrative responsibility - when a person, for a violation of the law, which is considered less dangerous than a criminal act, is subject to this responsibility in accordance with the procedure established by law, which in the law determines the signs of the offense and contradicts the norms of the law, then the person is brought to administrative responsibility. And the violation of environmental protection is when the environment is protected from the physical and legal person's contact with the factors of the environment: economic activity, industrial development, etc., as well as any negative action taken, which affects environmental pollution, human health, the expansion of the plant and animal

kingdoms, and many more factors that have not been listed before, resulting in negative effects. Therefore, individuals are responsible for the damage caused to society in accordance with the law.

### **Types of environmental violations**

Environmental protection is considered a state-regulated function performed by management institutions. The main provisions of state policy in the field of environmental protection are set out in one of the most important regulatory approaches (Aleknavičius, 2008), which are established and specified in the most powerful law, the Constitution of the Republic of Lithuania, which shows the importance of environmental protection in our society. Articles 53 and 54 of the Constitution of the Republic of Lithuania. are quite identical, so Article 53 of the Constitution of the Republic of Lithuania states: that the state and every person must protect the environment from harmful effects on the environment. However, Article 54 of the Constitution of the Republic of Lithuania it can be seen that this article is presented in more detail than the previously mentioned one, so Article 54 of the Constitution of the Republic of Lithuania. states that the state must take care of the protection of the natural environment, fauna, flora, individual natural objects and valuable areas, must ensure that natural resources are used in moderation, as well as restored and enriched. It is by this law that this article shows that individuals are prohibited from destroying the earth, its depths, waters, polluting the waters and air, as well as having a radiation effect on the environment, and it is forbidden to impoverish flora and fauna.

However, after analyzing the scientific literature, it can be stated that more than one author has spoken on the topic of environmental protection, and from the researches and analyzes presented by them, it can be understood that this topic is very relevant to society and it also remains one of the most important reasons to focus on environmental protection. area. And all this can be seen in the Law on Environmental Protection of the Republic of Lithuania, which contains the intended object of environmental protection, the principles of environmental protection, the environmental management system, the rights and obligations of natural and legal persons when using natural resources.

According to Aleknavičius (2008), it can be said that he describes the environmental function of the state as: "The environmental function of the state is a complex of purposeful and interconnected measures implemented by the state in order to ensure the rational use of natural resources, protect the natural environment from negative anthropogenic effects and guarantee people the right to live in a clean and healthy environment. In performing this function, the state shall:

- establishes the principles of environmental protection;
- determines the procedure for the use of natural resources, the rights and obligations of their users;
- provides measures for the protection of natural resources;
- forms a system of institutions implementing environmental management and control;
- determines liability for violations of the law on the use of natural resources and environmental protection.

Speaking more precisely about environmental protection, it can be said that the European Union (hereinafter - EU) formulated and approved the preventive and precautionary principles of environmental protection law. The main goal of the aforementioned principles is to prevent future environmental violations, environmental damage and its harmful effects. One of the authors who spoke about these principles stated

that: "The purpose of these principles is to prevent negative effects or damage to the environment in general, rather than waiting for them to appear and only then removing them" (Monkevičius, 2011). Therefore, from the statement of this author, it can be stated that the goals set forth by these principles are to avoid negative actions to ensure the society, so that damage to the environment is not carried out, natural resources are secured, thus striving to achieve the pollution, destruction and extinction of nature.

The author (Venskus, 2008) states that: "The reasons for non-implementation and violations of environmental laws are many and varied: ecological culture and legal consciousness of society at a sufficiently high level, technological imperfection, etc."

## Conclusions

1. Violation of environmental protection - when the environment is unprotected from the physical and legal person's contact with environmental factors: economic activity, industrial development, etc., as well as any negative action that affects environmental pollution, human health and many more not mentioned earlier factors that lead to negative consequences. Administrative responsibility applies to persons who have violated environmental protection legislation in accordance with the procedure established in the Code of Administrative Offenses.
2. The following types of legal liability can be applied when environmental violations are detected: administrative, civil and criminal. Administrative responsibility is the most widely applied for violations of environmental protection, the purpose of which is to restrain persons from violations of environmental law and to punish them. Criminal liability is the strictest type of legal liability, its application in violation of environmental protection laws is determined by the fact that some of these violations are very dangerous to human health, living nature, cause great damage to the environment - natural resources are destroyed or illegally acquired. Civil liability is applied to natural and legal persons who through their actions or inactions have caused damage to the environment or caused a real threat to it. The main function of the application of this liability is to compensate for the environmental damage caused by illegal actions.

## References

1. Andriuškevičius, A. (2008). Administrative law. Vilnius: Legal Information Department of the Public Enterprise Registry Center.
2. Aleknavičius, P. (2008). Environmental protection and environmental management law. Kaunas Ardiva.
3. Braškienė, A. (2016). Environmental law, the issue of applying civil liability for environmental damage. Kaunas: MRU, Law.
4. Dambrauskaitė, A. (2017). Implementation of the ultima ratio principle when criminalizing acts in the Criminal Code of the Republic of Lithuania - doctoral dissertation, Vilnius University.
5. Deviatnikovaitė, I. (2021). Textbook of administrative responsibility. Vilnius: MRU.
6. Kučinskas, A. (2004). Administrative responsibility for violations in the field of forest protection and resource use: Guide of state forest officials in the legal proceedings of administrative law violations. Vilnius: Justitia.
7. Lastauskiene, G. (2001). I look at the legal responsibility search. Vilnius: Jurisprudence. 19(11); 161-167.
8. Marcijonas, A., Sudavičius, B. (1996). Ecological law. Vilnius: Eugrimas.
9. Mikelėnas, V (1995). Civil liability issues. Vilnius.

10. Mierauskas, P. (2017). Environmental protection: challenges of modern management. Vilnius: MRU.
11. Monkevičius, E. (2011). Environmental law: a textbook. Vilnius: Justitia.
12. Monkevičius, E. (2008). Problems of legal regulation of environmental relations. Vilnius, Jurisprudence, 10(112); 7-16.
13. Prof. Dr. Marcijons, Antanas and Dr. Žvaigždinienė, I. (2008). Liability of forest owners for environmental damage caused by illegal logging in the forest owned by them: problems of legal regulation and practical application in Lithuania. Law Scientific works, 68.
14. Meškys L. (2008). Legal responsibility of a legal entity in the field of environmental protection: the issue of effectiveness in implementing the goals of sustainable development. Jurisprudence, Scientific works 3 (65).
15. Meškys L. (2006). Administrative liability of legal entities in the field of environmental protection: the possibility of establishing the doctrine of strict liability. Jurisprudence Scientific works 9 (87).
16. Petkevičienė, J. (2007). Problems of legal regulation and practical application of liability for environmental damage caused by pollution. VU.
17. Šedbaras, S. (2005). Administrative responsibility. Vilnius: Justitia.
18. Vaišvila, A. (2004). Legal theory. Vilnius: Justitia.
19. Venckus, Z. (2008). Environmental protection policy and law. Vilnius: VGTU Technika.
20. Židžiūnaitė, V., Sabaliauskas, T. (2011). Methodology of final thesis preparation.

### **Normative legal acts:**

1. Constitution of the Republic of Lithuania, TAR, (1992). No. 220-0. Summary version from 05/22/2022. Viewed [2023-10-07]. Access through internet: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.47BB952431DA>
2. Code of Administrative Offenses of the Republic of Lithuania, TAR, 2015, No. 11216. Summary version from 09/01/2023 to 12/31/2023. [Accessed 2023-10-08]. Access through internet: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/4ebe66c0262311e5bf92d6af3f6a2e8b>
3. Law of the Republic of Lithuania on Environmental Protection, Seimas, 1992, No. 20-0. Summary edition from 07/01/2023 to 12/31/2023. [Accessed 2023-10-09]. Access through internet: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.2493/asr>
4. Criminal Code of the Republic of Lithuania, TAR, 2000, No. 89-2741. Summary edition from 07/06/2023 to 12/31/2023. [Accessed 10/10/2023]. Access through internet: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.2B866DFF7D43/asr>
5. Civil Code of the Republic of Lithuania, TAR, 2000, No. 74-2262. Summary version from 05/01/2023. [Accessed 2023-10-11]. Access through internet: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.8A39C83848CB/asr>
6. Forest Law of the Republic of Lithuania, TAR, 1994, No. 96-1872. Summary version 2023-01-04. [Accessed 10/12/2023]. Access through internet: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalActEditions/TAR.5D6D055CC00C?faces-redirect=true>
7. Law of the Republic of Lithuania on environmental pollution tax, TAR, 1999, No. VIII-1183. Summary edition from 10/04/2023 to 12/31/2024. [Accessed

**Gintarė Griciūtė, Dalia Perkumienė**

## **Administracinė atsakomybė už aplinkosaugos pažeidimus Lietuvoje**

### *Santrauka*

Šio tyrimo tema yra labai aktuali visuomenės gyvenime, nes ji nagrinėja aplinkosaugos klausimus, turinčius tiesioginį poveikį visuomenės gerovei ir gamtos išteklių išsaugojimui. Nagrinėjant šią temą, remiamasi Lietuvos Respublikos Konstitucijos nuostatomis, kuriose akcentuojama valstybės pareiga rūpintis gamtos objektų apsauga ir tausojančiu jų naudojimu. Taip pat pabrėžiama administracinė atsakomybė už pažeidimus šioje srityje. Tyrimo problema yra susijusi su pastebėtu dideliu aplinkosauginių pažeidimų kiekiu, nors teisės aktai nustato griežtas atsakomybės formas. Šiame straipsnyje suformuluota darbo tema ir problema akcentuojama, pasitelkiant plačią teorinių ir praktinių tyrimų bazę.

*Raktažodžiai: aplinkosauginiai pažeidimai, administracinė atsakomybė, teisės aktai*

# CHALLENGES IN CONSUMER RIGHTS PROTECTION

**Kateryna Shpak, Violeta Naujokienė**

*Vytautas Magnus University, Kauno kolegija*

## **Abstract**

In the modern world, safeguarding consumer rights is of paramount importance, as numerous challenges undermine public trust in businesses and hinder safe shopping experiences. This article examines the most pressing issues in ensuring fair treatment for consumers, such as misleading advertising by companies and online scams. Real-world examples, including the *Volkswagen* emissions scandal and the *Equifax* data breach, illustrate the severity of these challenges. Strengthening legislation, increasing public awareness of consumer rights, and promoting ethical business practices are essential steps towards ensuring fairness in commercial transactions. Consequently, this study explores the underlying reasons for consumer vulnerability. It highlights the excessive power wielded by large corporations, the difficulties individuals face in accessing sufficient information for informed decision-making, and the need for additional protection for vulnerable groups, such as the elderly and low-income families. By understanding these factors, we can develop more effective strategies to enhance consumer protection. Additionally, the article provides an analysis of consumer rights protection in Ukraine.

*Keywords: consumer protection, rights, consumer safety*

## **Introduction**

In today's fast-moving global market making sure consumers are treated fairly is crucial. It's like a foundation for making sure everyone gets a fair deal and is treated right (Anholt, 2023). But even though we've made progress in making rules and speaking up for consumers, there are still tons of problems that make it complex for people to trust companies and feel safe when they have decided to purchase products (Ma, et. al. 2023). Things like companies lying in their ads or scams on the internet make it tough for people to find out who to trust. We need to take a deeper look at all the issues and gather to fix them. Consumer protection involves government policies and interventions aimed at ensuring that consumers receive what they truly desire, given full information, within the constraints of their income (Garz, et. al. 2021). It applies to all goods and services, whether public or private, and safeguards against various risks or threats. Consumer protection involves ensuring that consumers are safeguarded against unsafe products, health risks and unfair business practices, regardless of whether it's in a market economy or under government regulation. This includes efforts to prevent harm to consumers and to promote fair and transparent transactions (Buerki, 2002).

Consumer protection is based on the economic losses suffered by consumers due to market failure. But it is the widespread feelings that these injuries were wrongly and unjustly inflicted that have provided the emotional steam behind the consumer movement and the drive for consumer protection (Jacobs, 2008).

## **Moral and political foundations of consumer protection**

Consumer protection is a critical aspect of ensuring fairness and transparency in the marketplace. It is grounded in the ethical principle of treating individuals with respect and safeguarding their rights as consumers. From a political perspective, consumer

protection laws are enacted to regulate business practices, prevent fraud and uphold consumer rights. Consumer rights cover the following essential aspects:

1. The right to safety, ensuring protection from hazardous products (Zhang, et. al. 2020);
2. The right to be informed, guarding against deceptive practices and providing necessary information for informed decisions (MacFarlane, et.al., 2020);
3. The right to choose, promoting access to a variety of products and services at fair prices and quality (Zivarts, 2014);
4. The right to be heard, guaranteeing that consumer interests are considered in government policies and receive fair treatment (Buerki, 2002).

These four consumer rights were established during the 1960s, which was a significant milestone in consumer protection. These rights are the foundation for guaranteeing the safety, information, choice and voice of consumers in the marketplace. Their commitment is to empower individuals to make informed decisions and to hold businesses and governments accountable for upholding fair practices and standards. These fundamental rights are a reminder of the importance of protecting consumer interests and promoting a fair and transparent marketplace for all as society evolves (Ucaryilmaz, 2021).

### **Problems of consumer protection**

The examples provided below demonstrate human issues that motivate the demand for consumer protection:

1. *The faithful pharmacist.* The income of a 70-year-old man is limited and comes from social insurance and his veteran's pension. To maintain his health, he purchases prescription drugs (selected by his doctor) to the tune of \$ 600 per year. He purchases these from a neighborhood pharmacist whom he has known for 25 years. The pharmacist is aware - but the old man is not - that the chemical equivalent generic drugs on his shelf cost only a quarter of the price. He is aware that substituting generic drugs is permitted in his local area. But he still charges \$ 600 (Sartor, 2020).
2. *Fraud.* A department store advertises a vacuum cleaner at an "impossibly" low price. When a would-be customer tries to purchase it, the salesman tells him that it is not of good quality and that he should buy a "decent" vacuum cleaner at twice the price. The device is called "bait-and-switch."
3. *A market in bad working order.* Consider looking for a specific model of laptop from various retailers. Even though it's the same brand and configuration, you find that some stores are selling it at double the price of others, and the stores with the highest prices happen to be the most well-known electronics retailers in your area.
4. *Choice and monopoly.* By long tradition, all the real estate agents in the same community charge the same fee for selling a home, a constant 7 percent of the sales price. As far as price goes, there is no choice in this market.
5. *An unresponsive bureaucracy.* Even after nine months of letter-writing to the appropriate government agency (Buck, 2023).

Companies are still facing the pervasive challenge of deceptive marketing which involves using misleading advertisements, false claims and exaggerated product descriptions to influence consumer decisions. Volkswagen's emissions scandal is a notable example because they deliberately manipulated emissions tests to falsely advertise their vehicles as environmentally friendly. This deliberate deception not only betrayed consumer trust but also resulted in significant financial and environmental repercussions.

Consumer education and awareness gaps can create a cycle of vulnerability, as many consumers lack the knowledge and resources to effectively navigate complex terms of service agreements and warranty provisions (Salisbury, et. al., 2023). For instance, the Equifax data breach in 2017 compromised the personal information of over 147 million consumers, highlighting the importance of understanding data privacy rights and protections. Bridging the knowledge gap through accessible education and awareness campaigns is essential to empowering consumers to make informed choices and assert their rights.

### **Globalization of supply chains: a regulatory conundrum**

The globalization of supply chains makes it difficult to hold companies accountable for consumer rights violations since multinational corporations often operate across jurisdictions with varying regulatory standards. The Rana Plaza collapse in Bangladesh in 2013 resulted in the death of over 1,100 garment workers exposing the human rights abuses and lack of accountability prevalent in global supply chains (Benöhr, 2020). Strengthening international cooperation and enforcing stringent labor and environmental standards are imperative to ensuring ethical business practices and safeguarding consumer interests.

### **Consumer rights protection in Ukraine**

The protection of consumer rights in Ukraine is crucial for guaranteeing fair and transparent transactions between consumers and businesses. Various laws and regulations have been implemented by the Ukrainian government to safeguard consumers' interests and provide them with recourse in case of disputes or violations (Mykytenko, et. al., 2023).

One of the primary pieces of legislation governing consumer rights in Ukraine is the Law on Protection of Consumer Rights which outlines the rights and responsibilities of both consumers and businesses. This law covers various aspects, including product safety, pricing transparency, warranties and dispute resolution mechanism.

Under this law consumers in Ukraine have the right to expect that the products they purchase meet certain quality and safety standards. It is their right to receive accurate information about the products they buy, which includes their ingredients, composition and potential risks. Additionally, consumers have the right to return or exchange faulty or misrepresented products and receive compensation for any damages incurred (Faulty and Unsafe Products..., 2024).

Businesses, on the other hand, are required to adhere to certain standards of conduct when selling goods or services to consumers. This includes providing clear and accurate information about products, honoring warranties and guarantees and resolving consumer complaints in a timely and fair manner (Rubino, 2024).

But unfortunately, we can't deny numerous facts of violation these rules and some of them are outlined here:

1. **Weak Enforcement Mechanisms:** one of the primary problems facing consumer protection in Ukraine is the weak enforcement of existing laws and regulations. Enforcement agencies may lack resources, expertise or political will to effectively monitor and enforce compliance with consumer protection measures.

2. **Corruption:** corruption remains a significant obstacle to consumer rights protection in Ukraine (Tregle, 2023).

3. **Lack of awareness:** many consumers in Ukraine may not be aware of their rights or how to exercise them.

4. **Limited access to justice:** access to justice for consumers in Ukraine can be limited, particularly for those from vulnerable groups.

5. Online consumer protection: with the increasing prevalence of e-commerce in Ukraine, there are growing concerns about consumer protection in online transactions. In the digital age, consumer rights protection is confronted with unique challenges such as fraudulent websites, online scams and data privacy breaches.

To address these challenges, efforts are underway to strengthen consumer rights enforcement mechanisms and raise awareness among both consumers and businesses about their rights and responsibilities.

## Conclusion

In conclusion, the protection of consumer rights remains an ongoing struggle in the face of evolving market dynamics and systemic challenges. To promote meaningful change, we must address the main causes which include deceptive marketing tactics, digital threats and barriers to legal recourse, requiring a multifaceted approach. By strengthening regulatory frameworks, enhancing consumer education, promoting transparency and accountability, and ensuring access to justice, societies can build a future where consumer rights are upheld, respected and safeguarded for all.

Despite any shortcomings, consumer rights protection in Ukraine is a vital part of the country's legal framework, guaranteeing that consumers can conduct fair and transparent transactions and hold businesses accountable for any violations.

## References

1. Anholt, S. (2023). Nation as brand. In *A Research Agenda for Public Diplomacy* (pp. 219-231). Edward Elgar Publishing.
2. Buck, A. (2023). Critical Letter Writing and Deliberation During the Brezhnev Era. *Europe-Asia Studies*, 1-23.
3. Benöhr, I. "The United Nations Guidelines for Consumer Protection: Legal Implications and New Frontiers." *Journal of Consumer Policy*, vol. 43, no. 1, 28 Jan. 2020, pp. 105–124, <https://doi.org/10.1007/s10603-019-09443-y>.
4. Buerki, Robert A., and Louis Donald Vottero. *Ethical Responsibility in Pharmacy Practice*. Google Books, Amer. Inst. History of Pharmacy, 2002, [books.google.lt/books?hl=en&lr=&id=KCkdAlzqqlYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=The+faithful+pharmacist.+&ots=PGJ9V9xIOt&sig=OvRfwHM7VE2Xm79cHmfk2w7\\_iJ0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=The%20faithful%20pharmacist.&f=false](https://books.google.lt/books?hl=en&lr=&id=KCkdAlzqqlYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=The+faithful+pharmacist.+&ots=PGJ9V9xIOt&sig=OvRfwHM7VE2Xm79cHmfk2w7_iJ0&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20faithful%20pharmacist.&f=false).
5. Faulty and Unsafe Products | Consumer Protection." Internet access: [www.consumerprotection.govt.nz/general-help/common-consumer-issues/faulty-and-unsafe-products](http://www.consumerprotection.govt.nz/general-help/common-consumer-issues/faulty-and-unsafe-products), [last visited 2024 05 12].
6. Garz, S., Giné, X., Karlan, D., Mazer, R., Sanford, C., & Zinman, J. (2021). Consumer protection for financial inclusion in low-and middle-income countries: Bridging regulator and academic perspectives. *Annual Review of Financial Economics*, 13, 219-246.
7. MacFarlane, D., Hurlstone, M. J., & Ecker, U. K. (2020). Protecting consumers from fraudulent health claims: A taxonomy of psychological drivers, interventions, barriers and treatments. *Social Science & Medicine*, 259, 112790.
8. Giovanni Sartor. *New Aspects and Challenges in Consumer Protection*. Apr. 2020.
8. Jacobs, W., P Stoop & R van Niekerk . "Fundamental consumer rights under the consumer protection act 68 of 2008: a critical overview and analysis 2010

VOLUME 13 No 3." 2008.

URL:<https://www.ajol.info/index.php/pelj/article/download/63675/51504>.

9. Ma, Z., Mei, Y., & Su, Z. (2023). Understanding the benefits and challenges of using large language model-based conversational agents for mental well-being support. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2023, p. 1105). American Medical Informatics Association.
10. Mykytenko, L., Tyshchenko, Y., Sevastyanenko, O., Demchuk, A., & Kolomiiets, K. (2023). Protection of consumer rights in Ukraine. *Cuestiones Políticas*, 41(76).
11. Rubino, V. (2024). The New EU Regulatory Framework on Environmental Information in Product Labelling. Remarks from the Consumer Perspective. *European Food and Feed Law Review*, 19(2), 77-86.
12. Salisbury, L. C., Nenkov, G. Y., Blanchard, S. J., Hill, R. P., Brown, A. L., & Martin, K. D. (2023). Beyond income: Dynamic consumer financial vulnerability. *Journal of Marketing*, 87(5), 657-678.
13. Tregle Jr, M. R. (2023). Corruption and conflict: public procurement reform and international integration in ukraine and georgia. *Public Contract Law Journal*, 52(4), 601-649.
14. Ucaryilmaz, T. (2021). Morality in competition law: the culture of honesty and trust in consumer protection. *Athens JL*, 7, 189.
15. Zivarts, J. Problems of the Consumer Rights Protection in Education: Topical Issues. *SHS Web of Conferences*, vol. 10, 2014, p. 00053, <https://doi.org/10.1051/shsconf/20141000053>.
16. Zhang, X., Sun, P., Xu, J., Wang, X., Yu, J., Zhao, Z., & Dong, Y. (2020). Blockchain-based safety management system for the grain supply chain. *IEEE Access*, 8, 36398-36410.

**Kateryna Shpak, Violeta Naujokienė**

**Vartotojų teisių apsaugos problemos**

*Santrauka*

Šiuolaikiniame pasaulyje labai svarbu ginti vartotojų teises, nes kyla daug problemų, dėl kurių žmonėms sunku pasitikėti įmonėmis ir saugiai apsipirkti. Šiame straipsnyje apžvelgiamos visos didžiausios problemos, su kuriomis susiduriama siekiant užtikrinti, kad su vartotojais būtų elgiamasi sąžiningai, pavyzdžiui, kai įmonės meluoja savo reklamose arba kai internetas naudojamas žmonėms apgauti. Realūs pavyzdžiai, tokie kaip "Volkswagen" skandalas ar "Equifax" duomenų apsaugos pažeidimas rodo, kokios rimtos gali būti šios problemos. Bendradarbiaudami ir stiprindami įstatymus, daugiau mokydami žmones apie jų teises ir būdami sąžiningi versle, galime užtikrinti, kad, perkant daiktus, su visais būtų elgiamasi sąžiningai. Kartu svarbu suprasti, kodėl šios problemos kyla. Šiame straipsnyje nagrinėjama, kodėl vartotojams reikia apsaugos. Jame kalbama apie tai, kad didelės bendrovės turi per daug galios, kad kartais žmonės negali gauti pakankamai informacijos, kad galėtų tinkamai pasirinkti, ir kodėl kai kurioms grupėms, pavyzdžiui, vyresnio amžiaus žmonėms ar neturtingoms šeimoms, reikia papildomos pagalbos. Suprasdami šias priežastis, galime pradėti ieškoti geresnių būdų, kaip apsaugoti visus, kai jie perka prekes. Be to, gilinamės į atitinkamas vartotojų apsaugos teises Ukrainoje.

*Raktažodžiai: vartotojų apsauga, teisės, vartotojų saugumas*

# ŽEMĖS DANGOS NATŪRALUMO VERTINIMAS AGRARINIAME KRAŠTOVAIZDYJE

**Vilma Šalkauskienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Žemės naudojimas yra pagrindinis įrankis kraštovaizdžio ekosistemų išsaugojimui ir vienas iš pagrindinių veiksnių, formuojančių mūsų aplinką, ir užtikrinančių darnų ryšį tarp žmogaus veiklos ir gamtos. Sparčiai augant urbanizacijai, plečiantis žemės ūkiui ir intensyvėjant infrastruktūros plėtrai, tvarus žemės naudojimas tampa itin svarbiu įrankiu kraštovaizdžio ekosistemų išsaugojimui. Agrariniame kraštovaizdyje, kuriame žmogaus veikla ypač intensyvi, ypatingą reikšmę įgauna žemės dangos natūralumo vertinimas. Šis vertinimas leidžia nustatyti, kiek kraštovaizdis išlaikė savo natūralias savybes, ir atskleisti žmogaus veiklos įtaką ekosistemoms. Tinkamai įvertinus žemės dangos natūralumą, galima planuoti darnius sprendimus, kurie suderina žemės ūkio plėtrą su biologinės įvairovės apsauga ir ekosistemų paslaugų išlaikymu. Natūralios žemės dangos plotai, tokie kaip miškai, pelkės ar pievos, yra gyvybiškai svarbūs įvairių rūšių buveinės. Žemės dangos natūralumo vertinimas padeda nustatyti, kiek šių natūralių plotų išlikę ir kokia jų būklė. Tai leidžia priimti sprendimus, kurie mažina buveinių praradimą ir skatina biologinės įvairovės apsaugą.

Tyrimo tikslas – įvertinti žemės dangos natūralumą Marijampolės, Kauno, Šilalės, Prienų, Šakių ir Raseinių rajonų savivaldybių agrariniame kraštovaizdyje. Straipsnyje taikyti kiekybiniai ir kokybiniai tyrimo metodai.

Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad natūralios žemės dangos plotai teikia daugybę ekosistemų paslaugų, tokių kaip anglies dvideginio absorbcija, dirvožemio apsauga nuo erozijos, vandens filtravimas ir klimato reguliavimas. Vertinant natūralumą, galima geriau suprasti, kokie kraštovaizdžio elementai atlieka svarbias ekologines funkcijas, ir išsaugoti jų efektyvumą. Išanalizavus surinktus duomenis nustatyta, kad žemės dangos natūralumas visose tiriamose savivaldybėse yra panašus. Žemės dangos natūralumo vertinimas agrariniame kraštovaizdyje yra kompleksinė tema, kuri apima įvairius ekologinius, ekonominius ir socialinius aspektus.

*Raktažodžiai: žemės naudmenos, žemės naudojimas, kraštovaizdis.*

## **Įvadas**

Žemė yra gamtos išteklius, kurį žmonės naudoja gyvenimui ir įvairiai veiklai. Daugelyje šalių kelia didelį susirūpinimą žemėnaudos/žemės dangos kitimas (Nedd ir kt., 2021). Informacija apie erdvinį žemėnaudos ir žemės dangos vaizdavimą bei jos kraštovaizdžio modelio ir buveinių organizavimo dinamiką yra gyvybiškai svarbi kuriant žemėnaudos politiką bei prisitaikant prie klimato kaitos poveikio (Roy ir kt., 2022). Norint suvokti socialinių ir gamtos reiškinių ryšį būtina suprasti ir kiekybiškai įvertinti žemės naudojimo ir žemės dangos kaitos erdvinę dinamiką bei jų socialines ir ekologines pasekmes (Darvishi ir kt., 2020).

Žemės naudojimas yra pagrindinis dabartinės biologinės įvairovės kaitos veiksnys. Tačiau jo poveikis dar nepakankamai atspindėtas biologinės įvairovės scenarijuose. Visų pirma, dažnai neatsižvelgiama į žemės naudojimo intensyvumo poveikį, nors natūralios žemės konversijos ribos ateityje greičiausiai paskatins toliau intensyvinti žemės naudojimą. Žemės naudojimo ir biologinės įvairovės ryšio tyrimams būtų naudinga sistemingiau ir visapusiškiau nagrinėti žemės naudojimo intensyvumą (Dullinger ir kt., 2021). Žemės danga apibūrinama kaip visų žemės paviršiaus savybių tam tikroje vietoje suma (pvz., biofizinių, morfologinių, topografinių) ir paprastai apibūdinama augalijos ir dirvožemio savybėmis toje vietoje. Žemės danga dažnai skirstoma į žemės dangos klases (pvz., miškas, pievos, dirbama žemė) (Pongratz ir kt., 2018). Žemės naudojimas yra susijęs su tikslais arba funkcijomis,

kurias žmonės priskiria tam tikrai vietai ir kaip žmonės sąveikauja su žeme. Analizuojant žemės naudojimą svarbu nepamiršti kraštovaizdžio elementų išsaugojimą, kuris reikalingas bioįvairovei išsaugoti. Žemės naudojimo intensyvėjimas yra pagrindinis biologinės įvairovės mažėjimo veiksnys. Jų įvairovė pievose ir miškuose laikui bėgant mažėja, o tai rodo rūšių nykimą įvairiose vietose ir regionuose (Seibold ir kt., 2019). Pastaraisiais dešimtmečiais gyventojų skaičiaus kaita ir besikeičiantys vartojimo modeliai lėmė žemės naudojimo plėtrą ir intensyvėjimą visame pasaulyje, o tai gali padidinti spaudimą natūralioms sistemoms ir jų teikiamoms ekosistemų paslaugoms (Stürck ir kt., 2018). Žmogaus ir gamtos sistemų sąveika turi didelių pasaulinių pasekmių, todėl tvarios praktikos nustatymas yra pagrindinis prioritetas ir iššūkis (Synes ir kt., 2019). Žemės naudojimas apibrėžiamas kaip žmonių ir jų buveinių naudojimas žemėje, dažniausiai akcentuojant funkcinį žemės vaidmenį ūkinei veiklai, o žemės danga yra fizinė žemės paviršiaus savybė. Žemės naudojimo ir žemės dangos pokyčių analizė yra vienas iš dažniausiai naudojamų metodų, leidžiančių suprasti, kaip žemė buvo naudojama pastaraisiais metais, kaip tikėtina bus naudojama ateityje (Regasa ir kt., 2021). Žemės naudojimo pokyčius gali koreguoti ir užmirkusių žemių atsiradimas (Abalikštienė ir kt., 2024), ir apleistų žemių plėtra (Jurkevičius, 2022; Tiškovas ir kt., 2024).

Žemės naudmenos yra ypatingą svarbą visuomenei turintis gamtos išteklius. Jų išskirtinė reikšmė pabrėžta Konstitucinio Teismo nutarimuose aiškinant Konstitucijos 54 ir 46 straipsnių taikymą (Lietuvos Respublikos..., 1992). Tikslingai naudojant žemės naudmenas svarbu išsaugoti biologinę įvairovę bei kraštovaizdžio ekologinį stabilumą. Tikslingas žemės naudmenų naudojimas sietinas su racionalių žemės naudojimu. Racionalus žemės naudojimas yra darnios tam tikrų šalies regionų plėtros veiksnys. Racionalus žemės naudojimas pasiekiamas subalansuotai veikiant trimis komponentams: ekonominiam, socialiniam ir aplinkosaugos (Yemets ir kt., 2022; Dubovitski ir kt., 2022). Naudojant žemės naudmenas žemės ūkio veiklai svarbu nepamiršti kraštovaizdžio ekosistemų išsaugojimą. Svarbus faktorius kraštovaizdžio ekosistemų išsaugojime yra tai, kad 2023 m. rugsėjo pabaigoje Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba pradėjo tvirtinti pelkių ir šaltinynų bei natūralių pievų ir ganyklų teritorijų, kurioms taikomos specialiosios žemės naudojimo sąlygos (SŽNS), žemėlapius, kurie įtakoja žemės ūkio veiklą. Teritorijose, kuriose nustatytos natūralių pievų ir ganyklų specialiosios žemės naudojimo sąlygos, draudžiama: Suarti, sausinti, keisti žolynų būklę ir sudėtį (gamtiniu požiūriu, žolynų sudėtį nepalankiai keičia tręšimas, kalkinimas, kultūrinių augalų įsėjimas), užsodinti želdiniais, įveisti mišką. Teritorijose, kuriose nustatytos pelkių ir šaltinynų specialiosios žemės naudojimo sąlygos, draudžiama: Sausinti, t. y. įrengti sausinimo sistemas, keisti šaltinynų ir jų grupių hidrologinį režimą, t. y. ne tik juos nusausinti, bet ir patvenkti, ardyti pelkių ir apypelkių augalinę dangą, suarti, sodinti mišką (Lietuvos Respublikos..., 2019).

Natūralios pievos ir ganyklos, pelkės ir šaltinynai atlieka svarbų vaidmenį gamtoje ir mūsų visų gyvenime. Sugerdamos anglies dvideginį iš atmosferos ir stabilizuodamos drėgmės režimą, kaupdamos vandenį ir mažindamos potvynių grėsmes upių žemupiuose, o vėliau sausringais laikotarpiais lėtai jį atiduodamos, jos yra svarbios daugelio organizmų rūšių, įskaitant paukščius ir natūralius augalų apdulkintojus, buveinės. Šiems kraštovaizdžio elementams kyla grėsmė išnykti. Keičiantis ūkininkavimo pobūdžiui natūralių pievų ir ganyklų ekosistemos traukiasi. Bendras pelkių plotas Lietuvoje dar išlieka gana stabilus, bet neišvengiama iššūkių dėl gretimuose plotuose intensyvėjančio žemės ūkio, transformacijos į kitas žemės naudmenas, urbanizacijos, atnaujinamos melioracijos ir durpių kasybos, klimato kaitos. Nutrūkus ekstensyviai žemės ūkio veiklai pelkėse, atviri jų plotai mažėja, nes užželia nendrėmis, krūmais ir medžiais. Todėl siekiant užtikrinti šių ekosistemų

stabilumą imtasi teisinės šių teritorijų apsaugos taikant specialiąsias žemės naudojimo sąlygas, numatančias tam tikros veiklos ribojimą.

Prie kraštovaizdį įvairinančių naudmenų galima priskirti ir apleistas žemes (ypač tas kurios formuojasi miško pakraščiuose ir dėl jų didėja miško plotai). Aišku apleistos žemės įsiterpusios žemės ūkio paskirties plotuose, kurie skirti žemės ūkio veiklai trukdo racionaliai dirbti žemę. Bet kalbant iš biologinės įvairovės ir kraštovaizdžio ekologinio stabilumo išsaugojimo pusės tai problemų nesukelia, o tik prisideda prie jų tvarios plėtros. Svarbu, kad siekiant apsaugoti ir stiprinti kraštovaizdžio stabilumą būtų įgyvendinamos priemonės, skatinančios tvarius žemės naudojimo pokyčius. Žemės apleidimas skatina pusiau natūralių augmenijos tipų, tokių kaip krūmynai ir miškai, daugėjimą.

Tyrimas aktualus tuo, kad laikui bėgant pastebima žemės naudmenų kaita, kraštovaizdžio elementų mažėjimas, nepalankios teritorijos žemės ūkio veiklai lieka apleistos, blogėja jų agrarinė būklė, keičiasi vietovės ekologinis stabilumas. Tik diferencijuojant žemės naudojimo sąlygas ir ūkinę veiklą kaimo vietovėje, bus užtikrintas kraštovaizdžio ekologinis stabilumas.

**Tyrimo tikslas** – įvertinti žemės dangos natūralumą Marijampolės, Kauno, Šilalės, Prienų, Šakių ir Raseinių rajonų savivaldybių agrariniame kraštovaizdyje.

Tiksliui pasiekti iškelti **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti Marijampolės, Kauno, Šilalės, Prienų, Šakių ir Raseinių rajonų savivaldybių žemės naudmenų pasiskirstymą.
2. Nustatyti teritorijas, kurios pažymėtos pelkių ir šaltynų bei natūralių pievų ir ganyklų teritorijų žemėlapyje, kurioms taikomos specialiosios žemės naudojimo sąlygos.
3. Ištirti teritorijų ekologinį stabilumą Marijampolės, Kauno, Šilalės, Prienų, Šakių ir Raseinių rajonų savivaldybėse.
4. Apibūdinti apleistos žemės plotus pasirinktoje Kauno rajono savivaldybės dalyje.

## Tyrimo metodika

Straipsnyje taikyti literatūros šaltinių, statistinės informacijos ir kartografinės medžiagos analizės, kiekybinės ir erdvinės informacijos analizės, palyginimo bei apibendrinimo metodai.

Analizuojant žemės naudmenų pasiskirstymą naudoti Žemės išteklių stebėsenos informacinėje sistemoje pateikti duomenys. Ūkininkų ūkių valdoma žemė ir jų skaičius analizuoti remiantis Žemės ūkio duomenų centro duomenimis. Informacija apie natūralių pievų ir ganyklų bei pelkių ir šaltynų plotus išskaičiuota iš erdviųjų duomenų rinkinio, esančio Lietuvos erdvinės informacijos portale, kuriame yra pažymėtos teritorijos, kurios priskirtos natūralioms pievoms ir ganykloms bei pelkėms ir šaltynams. Taip pat buvo analizuojami melioracijos, dirvožemio našumo balo bei granulometrinės sudėties erdviųjų duomenų rinkiniai.

Atliekant ekologinio stabilumo vertinimą buvo naudojama P. Aleknavičiaus (2008) ekologinio stabilumo rodiklių nustatymo metodologija. Ekologinis stabilumas (**Ke**) buvo apskaičiuotas pagal formulę:  $Ke = \Sigma(kie \times \pi_i) / \Sigma \pi_i$ , čia kie – naudmenų rūšies ekologinio stabilumo koeficientas,  $\pi_i$  – rūšies žemės naudmenų plotas. Naudmenų rūšims priskiriami koeficientai pagal žemės naudmenas (1 lentelė).

**1 lentelė.** Ekologinio stabilumo koeficientai (Aleknavičius, 2008)

**Table 1.** Ecological stability coefficient (Aleknavičius, 2008)

| <b>Naudmena</b><br><i>Land use</i>                                   | <b>Ekologinio stabilumo koeficientas</b><br><i>Ecological stability coefficient</i> |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Ariamoji žemė/ <i>Arable land</i>                                    | 0,14                                                                                |
| Pievos ir natūralios ganyklos/ <i>Meadows and natural grasslands</i> | 0,65                                                                                |
| Sodai/ <i>Gardens</i>                                                | 0,43                                                                                |
| Mišakai/ <i>Forests</i>                                              | 1,00                                                                                |
| Medžių ir krūmų augalija/ <i>Tree and shrub vegetation</i>           | 0,40                                                                                |
| Pelkės/ <i>Swamps</i>                                                | 0,79                                                                                |
| Vandens telkiniai/ <i>Waters</i>                                     | 0,79                                                                                |
| Kitos žemės/ <i>Other land</i>                                       | 0,68                                                                                |

Teritorija vadinama ekologiškai stabilia, kuomet teritorinio vieneto ekologinio stabilumo koeficientas  $K_e \geq 0,67$ . Vidutiniškai stabilia teritorija laikoma tuomet, kai koeficientas yra 0,51 – 0,66, mažai stabilia –  $K_e$  0,34 – 0,50, o nestabilia –  $K_e$  0,34 (Aleknavičius, 2008). Ekologinio stabilumo ir ekologinės įvairovės rodikliai reikalingi sprendžiant klausimus dėl miškų įveisimo žemės ūkio naudmenose pagrindimo ir dėl natūralių žemės naudmenų (miškų, krūmynų, pelkių, pievų ir ganyklų) pavertimo ariamąja žeme, vykdant melioracijos darbus, tikslingumo. Pagal Žemės įstatymo 22 straipsnį, negalima mažinti vertingų žemės ūkio naudmenų, išskyrus atvejus, kai tai yra ekologiškai nuskurdinta teritorija.

Apleistų žemių analizei pasirinkta Kauno rajono savivaldybės Domeikavos seniūnijos dalis. Ši teritorija pasirinkta dėl to, kad Kauno rajono savivaldybėje yra mažiausiai žemės ūkio veikla užsiimančių asmenų ir siekiant nustatyti ar tikrai yra naudojama žemė pagal paskirtį. Apleistos žemės plotai buvo nustatyti remiantis erdvinį duomenų rinkiniu. Siekiant išsamiau išanalizuoti Domeikavos kadastro vietovėje esančias apleistas žemes jos buvo apžiūrėtos vietovėje. Lauko tyrimas buvo atliekamas 2024 m. vasarą.

## Rezultatai

Lietuvos teritorijoje esanti privati, valstybinė ir savivaldybių žemė sudaro bendrą valstybės žemės fondą. Pagal teritorijos gamtinius ypatumus ir tradicinę žmonių veiklą Lietuvoje žemė skirstoma į 6 paskirtis, iš kurių svarbiausia yra žemės ūkio paskirties žemė. 2024 m. sausio 1 d. duomenimis Lietuvoje ji sudaro didžiausią žemės fondo dalį (60,6 proc.). Per 2003-2024 metus žemės ūkio paskirties žemės plotas šalyje mažėjo. 2010 m., palyginti su 2024-aisiais, jis sumažėjo 6,6 tūkst. ha, dalį šių žemių apsodinus mišku, padidinus konservacinės ir kitos paskirties žemių plotus. Didžiausią žemės ūkio paskirties žemės dalį sudaro žemės ūkio naudmenos (85,0 proc.), kurios yra tiesiogiai naudojamos žemės ūkio produktų gamyboje. Žemės ūkio naudmenos pagal naudojimo pobūdį susideda iš atskirų naudmenų, iš kurių svarbiausia yra ariamoji žemė. 2010 m. ariamosios žemės plotas, palyginti su 2024 m., padidėjo 2,2 tūkst. ha. Būtent ariamosios žemės pokyčiai įtakoja kraštovaizdžio natūralumą. Ariamosios žemės naudojimas išsaugojant kraštovaizdžio natūralumą yra sietinas su ekologiniu ūkininkavimu. Natūralaus kraštovaizdžio buvimas

šalia žemės ūkio naudmenų didina regiono patrauklumą rekreacijai ir turizmui, kurios gali suteikti papildomų pajamų ūkininkams.

Analizuojant žemės naudmenų pasiskirstymą nustatyta, kad daugiausia natūralių kraštovaizdžio elementų (miškai, vandenys) turi Marijampolės ir Kauno rajono savivaldybės. Kauno rajono savivaldybė išsiskiria labiausiai pagal mažą vidutinį ūkio dydį. Kauno rajono savivaldybėje yra didžiausias užstatytos teritorijos plotas, kuri plečiasi žemės ūkio paskirties žemės sąskaita. Didėjant urbanizuotai teritorijai nebelieka žemės ūkio veiklai naudojamų plotų ir mažėja ūkininkaujančių asmenų.

Analizuojant pasirinktų savivaldybių 2024 sausio 1 d. duomenis, nustatyta, kad visose savivaldybėse, kaip ir bendrai Lietuvoje, daugiausia yra žemės ūkio naudmenų (2 lentelė).

**2 lentelė.** Duomenys apie žemės naudmenų pasiskirstymą bei ūkininkų ūkius  
(<https://zudc.lt/>)

**Table 2.** Data on the distribution of land use and farmers' farms (<https://zudc.lt/>)

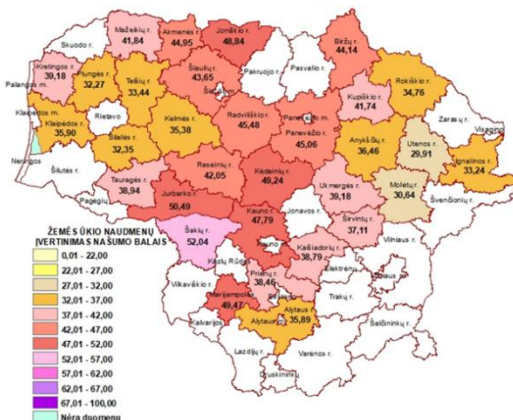
| Savivaldybė<br>Municipality | Žemės ūkio naudmenos, proc.<br>Agricultural land, % | Miškai, proc.<br>Forests % | Keliai, proc.<br>Roads % | Vandenys, proc.<br>Waters % | Užstatyta teritorija, proc.<br>Built-up area % | Kita žemė, proc.<br>Another land % | Ūkininkų ūkiai, skaičius<br>Number of farms | Ūkininkų valdoma žemė, ha<br>Total farms land area, ha | Vidutinis ūkio dydis, ha<br>Average farm size, ha |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Prienų rajono               | 57,61                                               | 27,70                      | 1,87                     | 3,13                        | 4,39                                           | 5,30                               | 1745                                        | 16137,05                                               | 9,25                                              |
| Marijampolės                | 51,64                                               | 32,91                      | 1,64                     | 4,13                        | 3,78                                           | 5,90                               | 1566                                        | 17697,77                                               | 11,30                                             |
| Šilalės rajono              | 60,06                                               | 29,47                      | 1,69                     | 2,47                        | 2,82                                           | 3,49                               | 3248                                        | 36077,81                                               | 11,11                                             |
| Šakių rajono                | 67,29                                               | 23,23                      | 1,58                     | 2,32                        | 3,01                                           | 2,07                               | 1972                                        | 36653,16                                               | 18,59                                             |
| Raseinių rajono             | 66,28                                               | 23,82                      | 1,59                     | 2,24                        | 2,76                                           | 3,31                               | 2853                                        | 55001,02                                               | 19,28                                             |
| Kauno rajono                | 49,49                                               | 32,43                      | 2,14                     | 5,08                        | 6,76                                           | 4,10                               | 2437                                        | 12475,21                                               | 5,12                                              |

Iš lentelės duomenų matyti, kad daugiausia žemės ūkio naudmenų yra Šakių ir Raseinių rajono savivaldybėse (šiose savivaldybėse yra didesnis našumo balas nei kitose analizuojamose savivaldybėse (1 pav.). Kurių savivaldybių žemės našumo balas didesnis tose savivaldybėse yra ir daugiau ūkininkų ūkių. Tai rodo ir vidutinis ūkininkų ūkio dydis (ūkininkų ūkiai šiose savivaldybėse yra stambesni, lyginant su kitomis savivaldybėmis).

Žemės ūkio naudmenų ploto išsaugojimas ir tinkamas jų naudojimas yra privalomi kiekvienam žemės savininkui ir naudotojui. Žemės įstatymo 21 straipsnyje nurodyta, kad

kiekvienas žemės naudotojas privalo žemę naudoti pagal pagrindinę tikslinę žemės naudojimo paskirtį, būdą ir pobūdį, laikytis žemės sklypui nustatytų specialiųjų žemės naudojimo sąlygų ir teritorijų planavimo dokumentuose nustatytų reikalavimų, racionaliai naudoti ir tausoti žemę.

Dirvožemio našumo balas yra pagrindinis faktorius užsiimti žemės ūkio veikla. Analizuojant žemės našumo balą pasirinktose savivaldybėse nustatyta, kad jis svyruoja nuo 32,35 balo Šilalės rajono savivaldybėje iki 52,04 balo Šakių rajono savivaldybėje (1 pav.).



**1 pav.** Žemės našumo vertinimo žemėlapis 2023 m. ([www.zisis.lt](http://www.zisis.lt))

**Fig. 1.** Land Productivity Assessment Map 2023 ([www.zisis.lt](http://www.zisis.lt))

Ariamoji žemė yra pati vertingiausia augalininkystės produktams gaminti, todėl labai svarbu įvertinti jos išnaudojimo laipsnį. Ariamosios žemės panaudojimo lygį parodo žemės ūkio augalų pasėlių plotas, t. y. kiek iš viso yra išarta žemės. Ariamoji žemė visų kategorijų šalies ūkiuose kasmet geriau panaudojama. Remiantis statistiniais duomenimis, ūkininkų ūkiuose 2003 m. pasėliai sudarė 89,3 proc. ariamosios žemės, o 2023 m. - 94,2 proc. Tai rodo, kad dėl kai kurių priežasčių tam tikra ariamosios žemės dalis lieka kaip juodasis pūdymas arba kaip nenaudojama žemė - dirvonas. Dėl to kiekvieno ūkininko, žemės savininko, ūkio vadovo, agronomo pareiga - siekti, kad visa ariamoji žemė būtų užimama pasėliais ir nedirvonuotų. Apie žemės ūkio naudmenų naudojimo intensyvumą taip pat galima spręsti pagal deklaruotų žemės ūkio naudmenų ploto santykį su visu statistiniu žemės ūkio naudmenų plotu. Nacionalinės mokėjimo agentūros duomenimis, deklaruoto ir statistinio žemės ūkio naudmenų ploto santykis 2009 m. buvo 0,786, o 2023 m. - 0,799. Tai rodo, kad žemės ūkio veiklos subjektai panaudoja ne visas turimas žemės ūkio naudmenas. Siekiant racionaliai naudoti žemę, galimas žemės naudmenų sudėties pakeitimas, taip gerinant jos savybes, siekiant užtikrinti gamtos apsaugą bei formuojant kultūrinį kraštovaizdį.

Natūralios pievos ir ganyklos, pelkės ir šaltynai – tai neatskiriama Lietuvos kraštovaizdžio dalis, šios ekosistemos atlieka svarbų vaidmenį gamtoje ir mūsų visų gyvenime. Sugerdamas anglies dvideginį iš atmosferos ir stabilizuodamos drėgmės režimą, jos yra svarbios daugelio organizmų rūšių, įskaitant paukščius ir natūralius augalų apdulkintojus, buveinės. Lietuvoje, kaip ir visoje Europos Sąjungoje, natūralių pievų ir ganyklų plotai palaipsniui mažėja, nes žemės ūkiui intensyvėjant pievos suiriamos ir persėjamos. Viena iš pagrindinių uždavinių siekiant išsaugoti pievas – sugrąžinti į pievas tradicinį ganymą ir šienavimą, remiant smulkius ūkininkus. Pelkių ir šlapynių vaidmuo taip pat yra labai svarbus palaikant planetos sveikatą: pelkės palaiko biologinę įvairovę, valo

vandenį, reguliuoja potvynius, švelnina klimato kaitą ir teikia įvairią ekologinę, ekonominę ir kultūrinę naudą. Siekiant išsaugoti nykstančius, mažėjančius natūralių pievų, ganyklų, pelkių, šaltinių plotus, kai kuriems žemės sklypams taikomi Specialiosios žemės naudojimo sąlygų apribojimai ir tuo pačiu skatinamas smulkusis ūkininkavimas, kuris padėtų išsaugoti šiuos svarbius plotus (2 pav.).



**2 pav.** Ištrauka iš erdvinį duomenų rinkinio „Natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinių teritorijos, kuriose nustatomos specialiosios žemės naudojimo sąlygos“ ([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))

**Fig 2.** Excerpt from the spatial data set "Territories of natural meadows and pastures, marshes and springs where special land use conditions are determined" ([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))

Šiems iš pažiūros įprastiems kraštovaizdžio elementams dabar irgi kyla grėsmė išnykti. Šios ekosistemos patiria didėjančią spaudimą dėl intensyvėjančio žemės ūkio, urbanizacijos, atnaujinamų melioracijos ir durpių kasybos projektų, taip pat dėl veiksnių, susijusių su klimato kaita. Atvirų pelkių plotai sparčiai mažėja dėl užžėlimo nendrėmis, krūmais ir medžiais. Atlikus pasirinktų seniūnijų teritorijose, esančių natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinių analizę nustatyta, kad tokių teritorijų yra visose analizuojamose seniūnijose (3 lentelė).

**3 lentelė.** Duomenys apie natūralias pievas ir ganyklas, pelkes ir šaltinius (sudaryta autorės)

**Table 3.** Data on natural meadows and pastures, wetlands and springs (compiled by the author)

| Seniūnija/Eldership                             | Aprašymas/Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Raseinių rajono savivaldybės Pagojukų seniūnija | Natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinių plotas yra 163,61 ha, kuris išsidėstę 56 plotuose, iš jų 17 pelkių (plotas 80,98 ha), 38 pievos ganyklos (plotas 79,49 ha), 1 šaltinys (plotas 0,47ha) ir 1 pelkėta pieva (plotas 2,67ha). Iš visų natūralių pievų ir ganyklų 30 plotų yra mažo našumo balo (<32) ir 6 plotų našumo balas |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | aukštesnis negu 32 balo. Natūralių pievų ir ganyklų vyraujantis dirvožemis yra smėlingas lengvas priemolis, smėlis ir durpė.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Šakių rajono savivaldybės Griškabūdžio seniūnija | Natūralių pievų ir ganyklų plotas 64,9335 ha, kuris išsidėstęs 53 plotuose. Vidutinis našumo balas yra 21,23. Labiausiai dominuojantis dirvožemis priesmėlis, smėlis. Trečdalis sklypų melioruoti.                                                                                                                                                                                           |
| Šilalės rajono savivaldybės Laukuvos seniūnija   | Natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinynų plotas yra 211,66 ha, kuris išsidėstęs 113 plotų. Natūralios pievos ir ganyklos sudaro 61,59 ha iš viso 44 plotai. Pelkių yra 69, plotas 150,07 ha. Našumo balas svyruoja nuo 16 iki 48,2 balo. Pelkėse vyrauja durpė. Pievose ir ganyklose didžiąją dalį sudaro priesmėlis. Melioracinės sistemos įrengtos yra 8 pievų ir ganyklų plotuose. |
| Marijampolės savivaldybės Igliaukos seniūnija    | Natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinynų plotas yra 669,77 ha, kuris išsidėstęs 68 plotuose. 60 plotų yra natūralios pievos ar ganyklos, plotas 534,81 ha. Vyraujantys dirvožemiai yra smėlis ir priemolis. Našumo balai nuo 18,6 iki 44,6. Labai maža dalis plotų yra melioruota.                                                                                                    |
| Prienų rajono savivaldybės Veiverių seniūnija    | Natūralių pievų ir ganyklų plotas yra 98,5785 ha, kuris išsidėstęs 91 plote. Yra 7 pelkės kurių plotas yra 5,5466 ha. Tik 5 sklypai yra melioruoti. Beveik visuose sklypuose našumo balas yra tarp 22,80 – 31,50. Didžioji sklypų dirvožemis yra priesmėlis.                                                                                                                                 |

Surinkti duomenys rodo, kad natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltinynų yra tiriamame agrariniame kraštovaizdyje. Verta paminėti, kad tiek natūraliose pievose ir ganyklose, tiek pelkėse ir šaltinynuose galima deklaruoti žemės ūkio veiklą, atitinkančią specialiąsias žemės naudojimo sąlygas, ir gauti atitinkamas išmokas. Be to, tinkamuose plotuose gali būti ūkininkaujama laikantis ekologinių sistemų reikalavimų.

Dar vienas rodiklis, kuris parodo žemės dangos natūralumą yra ekologinio stabilumo koeficientas. Ekologinio kraštovaizdžio natūralumo įvertinimui tikslinga skaičiuoti ekologinio stabilumo koeficientus. Ryškiausią įtaką ekologinio stabilumo koeficientui turi miškų plotai, kadangi miško naudmenai priskiriamas didžiausias koeficientas. Atlikus ekologinio stabilumo skaičiavimus nustatyta, kad visos analizuojamos savivaldybės yra mažo stabilumo teritorijos (4 lentelė).

**4 lentelė.** Ekologinio stabilumo įvertinimas (sudaryta autorės)  
**Table 4.** Ecological stability coefficient (compiled by the author)

| Savivaldybė<br>Municipality | Ariamoji žemė<br>Arable land | Sodai<br>Gardens | Pievos ir natūralios<br>ganyklos<br>Meadows and<br>natural grasslands | Mišakai<br>Forests | Kita žemė<br>Other land | Žemė užimta vandens<br>telkinių<br>The earth is occupied by | Medžių ir krūmų želdiniai<br>Tree and shrub vegetation | Pelkės<br>Swamps | Ekologinio stabilumo<br>įvertinimas |
|-----------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Prienų r.<br>sav.           | 53551,<br>55                 | 647,<br>02       | 5288,5                                                                | 2860<br>0,37       | 1449,<br>88             | 3235,<br>34                                                 | 3489,<br>14                                            | 536,4<br>6       | 0,46                                |
| Šilalės r.<br>sav.          | 64637,<br>88                 | 164,<br>63       | 6549,5<br>4                                                           | 3501<br>4,25       | 539,6<br>9              | 2932,<br>53                                                 | 2206,<br>43                                            | 1396,<br>67      | 0,46                                |
| Marijamp<br>olės sav.       | 50952,<br>14                 | 332,<br>05       | 2216,8                                                                | 1108<br>6,01       | 462,3<br>4              | 1948,<br>62                                                 | 1071,<br>09                                            | 1411,<br>06      | 0,33                                |
| Šakių r.<br>sav.            | 94907,<br>01                 | 221,<br>66       | 3398,8<br>6                                                           | 3376<br>3,89       | 763,6<br>1              | 3367,<br>62                                                 | 2047,<br>65                                            | 201,4<br>3       | 0,38                                |
| Raseinių<br>r. sav.         | 98697,<br>13                 | 278,<br>02       | 5269,7<br>6                                                           | 3747<br>4,49       | 1246,<br>6              | 3523,<br>07                                                 | 3675,<br>89                                            | 282,2            | 0,39                                |
| Kauno r.<br>sav.            | 67085,<br>38                 | 680,<br>63       | 6256.1<br>3                                                           | 4850<br>2,50       | 6129,<br>54             | 7602,<br>55                                                 | 3615,<br>93                                            | 254,4<br>4       | 0,53                                |

Ekologinį nestabilumą lemia labai dideli dirbamos žemės ir ganyklų plotai. Siekiant pagerinti ekologinę situaciją savivaldybėse siūloma skatinti ekologinį ūkininkavimą, tikslinga didinti miškų plotus, skatinti rekreaciją, kuri padėtų išlaikyti teritorijas tvarkingas. Didžiausias ekologinio stabilumo koeficientas yra Kauno rajono savivaldybėje dėl didelio vandenų ir miškų ploto.

Kaip minėta anksčiau kraštovaizdžio natūralumo suteikia ir apleistos žemės (priklausomai nuo jų buvimo vietos). Išanalizavus Geoportalo duomenis nustatyta, kad apleistos žemės Kauno rajono Domeikavos kadastro vietovėje yra 67,49 ha., kurie išsidėstę 110 plotų (duomenys analizuoti 2024 m rugsėjo mėn.). Bendras Domeikavos kadastro vietovės plotas yra 9242,33 ha., o apleistos žemės plotas yra apie 0,7 proc. bendro kadastro vietovės ploto. Didžiausias apleistos žemės plotas yra virš 4 ha. Analizuojant Geoportalo duomenis matyti, kad daugiausia plotų apleistos žemės yra išsidėstę netoli Domeikavos gyvenamosios vietovės (3 pav.).



**3 pav.** Apleistos žemės išsidėstymas aplink Domeikavos gyvenamąją vietovę  
([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))

*Fig. 3. The layout of abandoned land around the residential area of Domeikava  
([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))*

Apleistuose mažo našumo, bepradedančiuose mišku apaugti plotuose tikslinga veisti mišką dėl kraštovaizdžio natūralumo didinimo. Tuose plotuose, kur auga tik menkavertė augmenija ir kurie yra išsidėstę šalia kitų žemės naudotojų dirbamų laukų tikslinga būtų grąžinti į žemės ūkio veiklą. Kai kuriuose plotuose tikslinga būtų investuoti ir plėtoti netradicinę žemės ūkio veiklą. Pagal šiuo metu vykdomas kaimo plėtros programas galima plėsti žemės ūkį ir alternatyvius verslus, modernizuoti ūkius, todėl savininkai turėtų būti suinteresuoti, kad jų žemė nebūtų apleista. Pagrindinė priežastis dėl ko žemė apleista tai pačių žemės savininkų nenoras ją sutvarkyti, išnuomoti ar pan. Apleistas žemes galima būtų sutvarkyti 3 būdais: miško įveisimas ne miško žemėje, grąžinimas žemės ūkio veiklai, panaudojimas ne žemės ūkio veiklai.

Apleistos žemės Domeikavos kadastro vietovėje daugiausia yra pietrytinėje kadastro vietovės dalyje. Taip pat nemažai apleistos žemės yra ir aplink Varlavos gyvenvietę (4 pav.).



**4 pav.** Apleistos žemės išsidėstymas aplink Varlavos gyvenvietę  
([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))

**Fig. 4.** *The layout of abandoned land around the settlement of Varlava*  
([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt))

Domeikavos kadastro vietovė ribojasi su Kauno miestu, kas didina urbanizacijos plėtrą. Dalis apleistų sklypų yra padalinti į mažus sklypus, siekiant parduoti kaip namų valdas. Kadangi pirkėjų nesulaukiama, sklypai yra nedirbami, neprižiūrėti, dėl to užauga menkavertė augalija. Nors yra vykdoma valstybinė žemės kontrolė, kurios metu yra tikrinami apleisti sklypai, surašomi žemės tikrinimo ir pažeidimo aktai bei skiriamos baudos už pažeidimus, tačiau privačių žemės sklypų savininkai ne labai į tai reaguoja. Nepriverčia žemės sklypų sutvarkyti ir padidintas žemės mokestis.

Analizuojant melioracijos duomenų rinkinį nustatyta, kad daugiausia apleistos žemės yra nusausinga dreناžu. Tik keli apleistos žemės sklypai yra nesusausinti. Taip pat buvo analizuojami sklypai ir pagal dirvožemio granulimetrinę sudėtį. Pagal dirvožemio granulimetrinę sudėtį vyrauja smėliai ir priemoliai. Analizuojant žemės našumo balą nustatyta, kad Domeikavos kadastro vietovėje žemės yra našios (balas yra virš 50), tik kai kur jis nesiekia 40 balų. Didžiausias žemių našumo balas yra Vandžio galos seniūnijoje, o mažiausias Domeikavos seniūnijoje. Galima daryti išvadą, kad apleistas žemes galima būtų sutvarkyti ir naudoti žemės ūkio veiklai. Jame auga menkaverčiai krūmai, piktžolės. Atlikus apleistų žemės sklypų patikrą vietovėje nustatyta, kad visi plotai yra buvę dirbami, nes matosi kad jo paviršius nėra lygus, tai rodo, kad buvo suartas, o vėliau tapo neprižiūrimu (5 pav.).



**5 pav.** Apleistas žemės sklypas Žalčio gatvėje  
**Fig. 5.** *Abandoned plot of land on Žalčio street*

Apleistos žemės plotus patikrinus vietovėje, nustatyta, kad daugumoje apleistos žemės plotuose auga krūmai, sumedėjusi žolinė augalija. Buvo rasti tik 2 sklypai, kuriuose telkšojo vanduo ir 1 sklypas, apaugęs kenksmingais augalais. Atlikus apleistų žemių analizę galima teigti, kad šios vietovės apleisti plotai kraštovaizdžiui vaizdingumo nesuteikia.

Atlikus tyrimą galima teigti, kad žemės dangos natūralumo vertinimas yra svarbi priemonė siekiant suderinti intensyvią žemės ūkio veiklą su ekosistemų apsauga, užtikrinti kraštovaizdžio ekologinį stabilumą ir ilgaamžiškumą. Agrariniame kraštovaizdyje intensyvi žemdirbystė dažnai sukelia ekosistemų degradaciją ir natūralių plotų mažėjimą. Natūralumo vertinimas leidžia įvertinti, kur galima didinti gamybinę veiklą nesumažinant aplinkos vertės, ir kur būtina išlaikyti ar atkurti natūralias zonas. Agrariniai kraštovaizdžiai dažnai pasižymi intensyvia žmogaus veikla, dėl kurios mažėja natūralių buveinių ir nyksta biologinė įvairovė. Žemės dangos natūralumo vertinimas leidžia nustatyti, kurie

kraštovaizdžio elementai – tokie kaip natūralios pievos, miškai, šlapynės – yra natūralūs ar pusiau natūralūs, ir kaip jie prisideda prie biologinės įvairovės apsaugos. Pavyzdžiui, natūralios pievos gali būti svarbios retoms augalų rūšims, o miškai gali suteikti buveinę nykstantiems gyvūnams.

## Išvados

1. Atlikus žemės naudmenų pasiskirstymo analizę nustatyta, kad daugiausia žemės ūkio naudmenų yra Šakių ir Raseinių rajono savivaldybėse. Taip pat galima teigti, kad ūkininkų skaičius priklauso nuo dirvožemio našumo balo. Daugiausia ūkininkaujančių asmenų yra Šilalės ir Raseinių rajonų savivaldybėse. Analizuojant žemės naudmenų pasiskirstymą nustatyta, kad daugiausia natūralių kraštovaizdžio elementų (miškai, vandenys) turi Marijampolės savivaldybė. Kauno rajono savivaldybė išsiskiria labiausiai pagal mažą vidutinį ūkio dydį. Kauno rajono savivaldybėje yra didžiausias užstatytos teritorijos plotas, kuri plečiasi žemės ūkio paskirties žemės sąskaita. Didėjant urbanizuotai teritorijai nebelieka žemės ūkio veiklai naudojamų plotų ir mažėja ūkininkaujančių asmenų skaičius.
2. Natūralių pievų ir ganyklų, pelkių ir šaltynų teritorijų, kuriose nustatomos specialiosios žemės naudojimo sąlygos daugiausia yra Šilalės rajono savivaldybėje, o mažiausiai Šakių rajono savivaldybėje. Natūralių pievų ir ganyklų yra visose analizuojamose savivaldybėse daugiau nei pelkių. Šaltinynas yra tik Raseinių rajono savivaldybės Pagojukų seniūnijoje.
3. Kraštovaizdžio teritorijos analizuotose visose savivaldybėse yra mažai stabilios. Ekologinį nestabilumą lemia labai dideli dirbamos žemės ir ganyklų plotai. Siekiant pagerinti ekologinę situaciją savivaldybėse siūloma skatinti ekologinį ūkininkavimą, kai kuriose savivaldybėse tikslinga didinti miškų plotus, skatinti rekreaciją, kuri padėtų išlaikyti teritorijas tvarkingas. Gauti ekologinio stabilumo koeficientai svyruoja nuo 0,33 (Marijampolės rajono savivaldybė iki 0,53 (Prienu ir Šilalės rajonų savivaldybės 0,46, o Kauno rajono savivaldybė 0,53).
4. Apleistos žemės analizuotoje Kauno rajono Domeikavos kadastro vietovėje yra 67,49 ha., kurie išsidėstę 110 plotų. Bendras Domeikavos kadastro vietovės plotas yra 9242,33 ha., o apleistos žemės plotas yra apie 0,7 proc. bendro kadastro vietovės ploto. Didžiausias apleistos žemės plotas yra virš 4 ha.

## Literatūra

1. Abalikstienė, E., & Salkauskienė, V. (2024). Investigation of Waterlogged Land Area-A Case of Lithuania. Journal of Ecological Engineering, 25(12). DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/194567>
2. Aleknavičius, P. 2008. Žemės tvarkymo reglamentavimas. Kaunas: Ardiva
3. Darvishi, A., Yousefi, M., & Marull, J. (2020). Modelling landscape ecological assessments of land use and cover change scenarios. Application to the Bojnourd Metropolitan Area (NE Iran). Land use policy, 99, 105098. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105098>
4. Dubovitski A. A. et al. (2022). Priority tasks of improving the mechanism of rational land use in agriculture. Poland. DOI:10.31442/0235-2494-2022-0-1-49-55
5. Dullinger, I., Essl, F., Moser, D., Erb, K., Haberl, H., & Dullinger, S. (2021). Biodiversity models need to represent land-use intensity more comprehensively.

6. Yemets O., Hryhov O. et al. (2022). Accounting of land plots and rational use of land in agriculture. National Academy of Sciences of Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2022.4.17>
7. Jurkevičius, M. (2022). Apleistos žemės plotų dinamika Lietuvoje. Biosistemų inžinerija: VDU ŽŪA Inžinerijos fakulteto mokslo populiarinimo žurnalas, (1 (27)), 146-150.
8. Lietuvos Respublikos Konstitucija. 1992. [žiūrėta 2024-11-06]. Prieiga per internetą: <https://www.lrs.lt/home/Konstitucija/Konstitucija.htm>
9. Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymas. 2019 m. birželio 6 d. Nr. XIII-2166. Suvestinė redakcija nuo 2024-01-01. <https://e-seimas.lrs.lt/>
10. Lietuvos Respublikos žemės fondas. 2024. Prieiga per internetą: [https://www.nzt.lt/get\\_file.php?file=YWFacm1NV1ltdHlZcUpWbGxKNXBsSktYkklMkZGeDJ5aG5LU1p5cFRXa1dKa3IyeWRsWjVwem1lWmFhbkdZR1RMeHFGdm5KakdtMjdGY1pxYllaekRhMnBtYktnRW1XZklabSUyQlVhSlJoWTViRGNXeGdtNUpuYUp4cHhvVm92WktZYUtXV25KbW9ib0pybW1tbG1wOW95Y09aYXFPWWoyZW9tWnpHeTVTZWxtNWk=](https://www.nzt.lt/get_file.php?file=YWFacm1NV1ltdHlZcUpWbGxKNXBsSktYkklMkZGeDJ5aG5LU1p5cFRXa1dKa3IyeWRsWjVwem1lWmFhbkdZR1RMeHFGdm5KakdtMjdGY1pxYllaekRhMnBtYktnRW1XZklabSUyQlVhSlJoWTViRGNXeGdtNUpuYUp4cHhvVm92WktZYUtXV25KbW9ib0pybW1tbG1wOW95Y09aYXFPWWoyZW9tWnpHeTVTZWxtNWk=) (žiūrėta 2024-11-30).
11. Nedd, R., Light, K., Owens, M., James, N., Johnson, E., & Anandhi, A. (2021). A synthesis of land use/land cover studies: Definitions, classification systems, meta-studies, challenges and knowledge gaps on a global landscape. *Land*, 10(9), 994. <https://doi.org/10.3390/land10090994>
12. Pongratz, J., Dolman, H., Don, A., Erb, K.-H., Fuchs, R., Herold, M., Jones, C., Kuemmerle, T., Luyssaert, S., Meyfroidt, P., & Naudts, K. (2018). Models meet data: Challenges and opportunities in implementing land management in Earth system models. *Global Change Biology*, 24(4), 1470–1487. <https://doi.org/10.1111/gcb.13988>
13. Regasa, M. S., Nones, M., & Adeba, D. (2021). A review on land use and land cover change in Ethiopian basins. *Land*, 10(6), 585. <https://doi.org/10.3390/land10060585>
14. Roy, P.S., Ramachandran, R.M., Paul, O. et al. (2022). Anthropogenic Land Use and Land Cover Changes—A Review on Its Environmental Consequences and Climate Change. *J Indian Soc Remote Sens* 50, 1615–1640. <https://doi.org/10.1007/s12524-022-01569-w>
15. Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., Ammer, C., Bauhus, J., Fischer, M., Habel, J. C., Linsenmair, K. E., Naus, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E.-D., Vogt, J., Wöllauer, S., & Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671–674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
16. Synes, N. W., Brown, C., Palmer, S. C. F., Bocedi, G., Osborne, P. E., Watts, K., Franklin, J., & Travis, J. M. J. (2019). Coupled land use and ecological models reveal emergence and feedbacks in socio-ecological systems. *Ecography*, 42(4), 814–825. <https://doi.org/10.1111/ecog.04039>
17. Stürck, J., Levers, C., van der Zanden, E. H., Schulp, C. J. E., Verkerk, P. J., Kuemmerle, T., Helming, J., Lotze-Campen, H., Tabeau, A., Popp, A., Schrammeijer, E., & Verburg, P. (2018). Simulating and delineating future land

change trajectories across Europe. *Regional Environmental Change*, 18(3), 733–749. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0876-0>

18. Tiškovas, V., & Jonikavičius, D. (2024). Apleistų žemių identifikavimo metodikos tobulinimas taikant lazerinio skenavimo duomenis. In *Young Scientist, Conference/Jaunasis mokslininkas, konferencija* (pp. 725-730).

**Vilma Šalkauskienė**

## **Evaluation of Land Cover Naturalness in an Agricultural Landscape**

### *Summary*

Land use is a fundamental tool for conserving landscape ecosystems and a key factor in shaping the environment while ensuring a harmonious relationship between human activity and nature. With rapid urbanisation, agricultural expansion, and intensifying infrastructure development, sustainable land use has become increasingly crucial for preserving landscape ecosystems. In agricultural landscapes, where human activity is particularly intense, the assessment of land cover naturalness plays a vital role. This assessment determines the extent to which landscapes have retained their natural characteristics and reveals the impact of human activity on ecosystems. A comprehensive evaluation of land cover naturalness facilitates the development of sustainable solutions that balance agricultural expansion with biodiversity conservation and the maintenance of ecosystem services.

Natural land cover areas, such as forests, wetlands, and grasslands, serve as essential habitats for numerous species. Assessing the naturalness of land cover helps to determine the remaining extent and condition of these areas. This, in turn, enables informed decision-making aimed at reducing habitat loss and promoting biodiversity protection.

The objective of this study is to assess the naturalness of land cover in the agricultural landscapes of the Marijampolė, Kaunas, Šilalė, Prienai, Šakiai, and Raseiniai district municipalities. The research employs both quantitative and qualitative methods.

A literature review indicates that natural land cover areas provide numerous ecosystem services, including carbon dioxide absorption, soil erosion prevention, water filtration, and climate regulation. Evaluating land cover naturalness enhances the understanding of which landscape elements perform critical ecological functions, thereby enabling the preservation of their effectiveness. The analysis of collected data reveals that land cover naturalness is similar across all studied municipalities. The assessment of land cover naturalness in agricultural landscapes is a multifaceted issue encompassing ecological, economic, and social dimensions.

*Keywords: land areas in use, land use, landscape*

# SKAITMENINIŲ IR PALYDOVINIŲ ĮRANKIŲ INTEGRACIJA Į TIKSLIĄSIAS TECHNOLOGIJAS SUKURIANT AUKŠTESNĘ PRIDĖTINĘ VERTĘ

**Romutė Mikučionienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Šiuolaikinių skaitmeninių įrankių integracija į žemės ūkyje taikomas tikslias technologijas sukuria papildomą pridėtinę vertę, didina ūkyje taikomų technologijų efektyvumą ir tuo pačiu skatina ūkio konkurencingumą. Atsižvelgiant į aplinkosauginius reikalavimus dėl azoto išplovimo tikslinga taikyti bekontakčius azoto poreikio nustatymo metodus. Skaitmeninių ir palydovinių duomenų dėka efektyviau naudojami ūkio resursai bei gaunama papildoma nauda – didesnis bei aukštesnės kokybės derlius, sutaupoma trąšų ir pan. Šiuolaikinės technologijos leidžia integruoti į žemės ūkio techniką įvairius sensorinius jutiklius ir naudotis palydoviniais duomenimis, kurie padeda įvertinti pasėlio būklę realiu laiku ir atlikti augalų priežiūros (tręšimo, purškimo) darbus. Gamybinis bandymas atliktas žeminių kviečių pasėlyje vidurio Lietuvoje. Azoto poreikiui augaluose nustatyti naudoti azoto jutikliai su parinktu tiksliniu bei dviejų taškų algoritmu ir palydoviniai augalų vegetacijos indekso (NDVI) duomenys, skirti optimizuoti augalų azotinę tręšimą realiu laiku. Nustatyta, kad azoto jutiklių pagalba azoto trąšos pasėlyje paskirstomos tiksliai ten, kur reikia, ir tiek, kiek reikia, taip pat buvo užtikrinta tolygesnė augalų mityba. Subalansavus augalų mitybą azoto trąšomis padidėjo jų derlingumas nuo 2 iki 7 proc., pasėlis neišgulė ir sutaupyta iki 13 proc. azotinių trąšų. Azoto jutiklių integravimas į žemės ūkio techniką ir įdiegimas į tręšimo technologiją atsiperka per skirtingą laiką, priklausomai nuo jų naudojimo intensyvumo, ūkio dydžio ir tikslų.

*Raktažodžiai: azoto jutikliai, algoritmas, augimo tarpsnis, tręšimas, žeminiai kviečiai.*

## **Įvadas**

Žemės ūkio politika, aplinkosauginiai reikalavimai ir ES “žalioji kurso” iššūkiai įpareigoja ieškoti naujų technologijų, sukuriančių aukštesnę pridėtinę vertę, įgalina tausiau ir tvariau naudoti gamybinius išteklius, pvz.: mineralines trąšas, augalų apsaugos produktus, auginti dengiamuosius augalus ir pan. Sėkmingos augalininkystės ir aplinkos apsaugos derinimas yra pagrindinis reikalavimas šiandien ir ypatingas dėmesys skiriamas tręšimui azotinėmis trąšomis. Azoto pasisavinimas žeminių kviečių pasėliuose priklauso nuo daugelio veiksnių ir jų sąveikos tarpusavyje ir lauke gali labai skirtis (Šidlauskas, 2002, Sinclair et al., 2012). Nors vienas iš svarbiausių ir efektyviausių egzogeninių veiksnių maistinių kokybės rodiklių reguliavimui yra tręšimo azotinėmis trąšomis laiko ir normų optimizavimas, tačiau tikslieji tyrimai neperanda svarbos.

Ne tik naujos veislės, besikeičiančio klimato sąlygos, kai ilgėja šiltasis periodas rudenį bei mažėja iškritusių kritulių kiekis atsinaujinus žeminių kviečių vegetacijai bet ir išmaniųjų mašinų bei jutiklių integracija į ūkininkavimo procesus skatina ieškoti tinkamų sprendimų sėkmingoms tręšimo prielaidoms suformuoti (Sundmaecker et al., 2016). Azotas yra struktūrinis metabolinių fermentų komponentas ir statybinė medžiaga ląstelių medžiagų sudėtyje. Jis yra ne tik sudedamoji baltymų, chlorofilo, fermentų ir vitaminų dalis, bet ir elementas nulemiantis lapų suformavimą, fotosintezės intensyvumą lapo ploto vienetui (Tranavičienė, 2009). Moksliniais tyrimais nustatyta, kad apie 95 proc. augalo sausųjų medžiagų sukurama fotosintezės metu, kurį tiesiogiai lemia dirvožemio našumas bei tręšimo intensyvumas. Tarp chlorofilo ir azoto kiekio lapuose nustatytas nuo genotipo priklausantis kreivlinis ryšys. Azoto trūkumas stabdo ląstelių dalijimąsi, fotosintezės vyksmą, sulėtina augimo ir pagreitina senėjimo procesus. Labai svarbu palaikyti aukšto lygio asimiliacinio ploto prieauglį, o vėlesniuose tarpsniuose išlaikyti efektyviai fotosintetinantį lapų plotą. Beveik 60 proc. reikalingo nitratinės ir amoniakinės formos azoto

grūdų pildymo metu paimama iš aplinkos, o 90 proc. azoto grūdų brandos metu yra remobilizuojami iš vegetatyvinių organų (Dordas, 2009; Kong et al., 2016, Xiaokang et al, 2022). Moksliškai pagrįstos priemonės fotosintezės intensyvumui ir efektyvumui didinti (drėgmės ir mineralinės mitybos režimas bei apšvietimo optimizavimas) užtikrina augalo fotosintezės produktyvumo padidėjimą (Tranavičienė, 2009, Dromantienė, 2012). Tačiau ryšys tarp fotosintezės ir derliaus yra itin kompleksiškas reiškinys, todėl modeliuojant augalų derlingumo potencialą būtina atsižvelgti į išorinių ir vidinių veiksnių visumą.

Šiltėjant klimatui ekstremalūs temperatūros ir kritulių pokyčiai šaltuoju metų laiku bei keičiantis šilumos ir drėgmės pasiskirstymui atsinaujinus augalo vegetacijos laikotarpiui atsiranda žinių ir technologinių sprendimų trūkumas, kaip reikėtų elgtis norint užtikrinti žieminių kviečių derlingumo lygį. Klimatologai prognozuoja, kad vidutinė metinė temperatūra kils, augs vidutinė maksimali oro temperatūra, išaugs stichinių kaitrų tikimybė (apie 31 proc.), kritulių atvejų skaičius nesikeis, tačiau didės kritulių intensyvumas, išaugs kritulių kiekis žiemos sezonu. Vidutinis mėnesio kritulių kiekis labiausiai keisis (didės) gruodžio bei sausio mėn., dėl ko tikėtina padaugės ilgai trunkantys lietingi periodai ir jų tikimybė svyruos priklausomai nuo sausringų ir lietingų ilgalaikių periodų (Kilpys, 2013). Šie klimato pokyčiai, kai keičiasi temperatūros ir kritulių režimai metų bėgyje, sudaro netipines meteorologines sąlygas augalo vegetacijos pradžioje (rugsėjis, spalį), ramybės ir jovarizacijos laikotarpiu (lapkritis-vasaris), atsinaujinus vegetacijai (kovas-balandis) bei bamblėjimo ir žydėjimo tarpsniuose (gegužė – birželis). Pavyzdžiui, nelygu veislė, žieminiai kviečiai nuo sėjos iki žydėjimo turi „sukaupiti“ nuo 532 iki 700 °C, o iki brandos nuo 1173 iki 1643 °C aktyvių temperatūrų sumą. Todėl, keičiantis klimato sąlygoms, tręšiamųjų produktų pasiūlai, veislių įvairovei, žemės ūkio politikai, griežtėjant aplinkosauginiams reikalavimams atsiranda žinių spragos kaip efektyvinti mineralinių azotinių trąšų naudojimą, kurios būtų draugiškesnės aplinkai bei efektyvesnės augalo struktūrinių elementų formavimui. Skaičiai rodo, kad ne trąšų išpylimo kiekis lemia krūvį, tenkantį aplinkai, bet nulemia tai, kuriuo laiku ir kaip tinkamai jos yra išberiamos, kaip gerai ar blogai jos yra įsisavinamos (Pranskietienė, 2022). Reikia ieškoti ne trąšų mažinimo būdų, bet jų naudojimo efektyvinimo. Todėl mokslo žinios, paremtos tyrimais, darosi vis aktualesnės šiandien.

Literatūros analizė parodė, kad egzistuoja žieminių kviečių auginimo moksliniai/technologiniai neapibrėžtumai, kurie reikalauja sprendinių, įgalinančių padėti sukurti pažangią, aplinką tausojančią ir prie netipinių meteorologinių sąlygų pritaikytą žieminių kviečių tręšimo technologiją pritaikant skirtingus azoto poreikio nustatymo ir atidavimo modelius.

Azoto normų tręsimui nustatyti jutiklių ir skaitmeninių įrankių pagalba reikalinga išspręsti šiuos mokslinius/technologinius neapibrėžtumus:

1. Nėra žinoma, kaip azoto jutikliai ir skaitmeniniai įrankiai veikia optimizuojant azoto trąšų normų augalo krūmijimosi ir bamblėjimo tarpsniuose aukšto lygio asimiliacinio ploto prieauglio ir fotosintetinio potencialo užtikrinimui esant netipinėms meteorologinėms sąlygoms.

2. Nėra žinoma, kokie dėsningumai reiškiasi priklausomai nuo naudojamų inovatyvių azoto poreikio nustatymo įrankių augalo organinio augimo ir azoto metabolizmo procesų metu esant netipinėms meteorologinėms sąlygoms.

Šio **darbo tikslas**: išsiaiškinti skirtingų algoritmų azoto jutikliuose ir palydovinių duomenų NDVI indekso pritaikomumo efektyvumą žieminių kviečių tręšimo technologijoje esant netipinėms meteorologinėms sąlygoms.

#### **Uždaviniai:**

1. Išanalizuoti azoto jutiklių su skirtingais algoritmais ir tręšimo plano,

sudaryto pagal palydovinį NDVI indeksą, azoto poreikio nustatymo tikslumą realiu laiku, siekiant suformuluoti ir patvirtinti žieminių kviečių tręšimo normas azotu pavasarį.

2. Remiantis gautais rezultatais nustatyti ir apibrėžti sąsajas tarp taikytų algoritmų bei NDVI indekso ir azotinių trąšų bei grūdų derliaus pokyčių.

## Tyrimai ir metodai

Azoto jutiklių ir palydovinių NDVI indekso duomenų panaudojimo tręšimo technologijoje tyrimas atliktas žieminių kviečių pasėlyje 2022 ir 2023 metais. Bandymas įrengtas gamybiniame demonstraciniame lauke „Ateities ūkyje“, Radviliškio r. Remiantis geoportalo.lt duomenimis tyrimų dirvožemis yra smėlingo lengvo priemolio giliau karbonatingas sekliu glėjiškas rudžemis.

Bandymas įrengtas pagal šią schemą (1 lentelė):

**1 lentelė.** Bandymo schema

**Table 1.** Schema of experimental

| Eil.<br>Nr. | Variantas                    | Azoto normos paskaičiavimas                                                                                                                                         | I-as papildomas tręšimas | II-as papildomas tręšimas |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1.          | Įprastas tręšimas (kontrolė) | Pasėlis tręšiamas vienoda nustatyta norma                                                                                                                           | BBCH 33-44               | BBCH 55-57                |
| 2.          | Tikslinės normos algoritmas. | Pasėlis tręšiamas kintama norma pagal nurodytą tikslinę normą, kuri susieta su CropSpec skenavimo verte.                                                            |                          |                           |
| 3.          | Dviejų taškų algoritmas.     | Dviejų taškų algoritmas. Pasėlis tręšiamas kintama norma pagal nustatytas dviejų vidurkių (gerų ir prastų lauko vietų) normas, susietas su CropSpec skenavimo verte |                          |                           |
| 4.          | Kitas azoto jutiklis         | Pasėlis tręšiamas kintama norma pagal jutiklio skenavimo duomenis                                                                                                   |                          |                           |
| 5.          | Skaitmenis įrankis Agro247   | Pasėlis tręšiamas kintama norma, sugeneravus tręšimo žemėlapi, pagal naujausius NDVI palydovinius duomenis.                                                         |                          |                           |

Rudeninis tręšimas sėjos metu ir pavasarinis tręšimas atsinaujinus augalų vegetacijai (krūmijimosi pabaiga) visuose bandymo variantuose buvo vienodas. 2022 metų ankstyvą pavasarį, atsinaujinus augalų vegetacijai, buvo išberta 115 kg ha<sup>-1</sup>, o 2023 metais – 124,8 kg ha<sup>-1</sup> azoto veikliosios medžiagos.

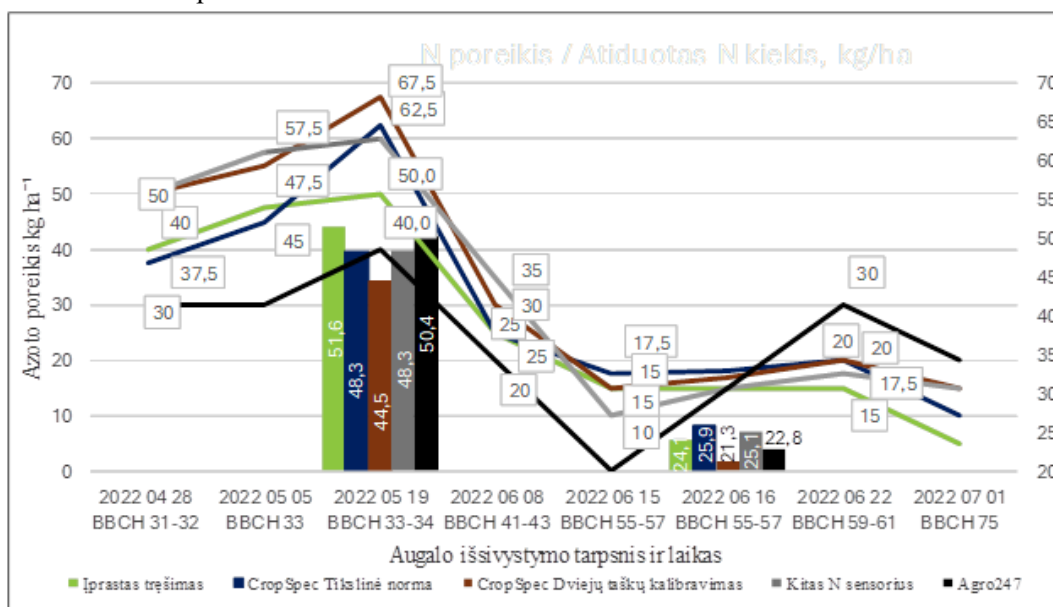
Azoto poreikis augaluose (kg ha<sup>-1</sup>) ir produktyvių stiebų skaičius (mln. vnt. ha<sup>-1</sup>) buvo vertinamas kas dvi savaites. Rankiniu azoto testeriu SPAD-502Plus išmatuotas chlorofilo kiekis augalo lapuose ir apskaičiuotas azoto poreikis. Žieminių kviečių stiebų skaičius buvo skaičiuotas 1 m<sup>2</sup>. Matavimai ir skaičiavimai buvo atlikti visuose

tiriamuosiuose laukuose (variantuose), 4-ose skirtingose vietose ir išvestas reikšmių vidurkis. Papildomi tręšimai azotu atlikti augalų bambėjimo (BBCH 33-34) ir plaukėjimo (BBCH 55-57) tarpsniuose. Kiti pasėlio priežiūros darbai atlikti pagal augalų apsaugos ir tręšimo per lapus technologijas.

Derliaus apskaita buvo atlikta apskaitiniuose laukeliuose, kurių plotas buvo išmatuotas rankiniu GPS matuokliu, technologinės vėžės buvo eliminuotos ir kiekvieno apskaitinio laukelio derlius sveriamas atskirai. Derlius nukultas 2022 08 18 ir 2023 08 04.

## Rezultatai

Pavasariį kviečių vegetacija atsinaujina ir prasideda intensyvi augalų mityba per šaknis, kai vidutinė oro temperatūra pakyla iki 3–5 °C, o vegetacija spartėja kai vidutinė oro temperatūra būna aukštesnė nei +8 °C. Mūsų tyrimų duomenys rodo, kad azoto poreikis pasibaigus krūmijimosi tarpsniui buvo nevienodas ir daugiausiai azoto augalams reikėjo bambėjimo (BBCH 33-34) tarpsnyje (1 pav.). Tai rodo, žieminiai kviečiai yra reiklūs azotui bambėjimo tarpsniu ir labai svarbu nepamažinti azoto trąšų normos šiuo momentu. Teigiama, kad žieminiams kviečiams iki pirmojo bamblio reikia apie 30 %, nuo pirmo bamblio iki vėliavinio lapo – 40 % azoto.



**1 pav.** Azoto poreikis augalo skirtingo išsivystymo tarpsniuose ir tręšimo norma  $\text{kg ha}^{-1}$  2022 m.

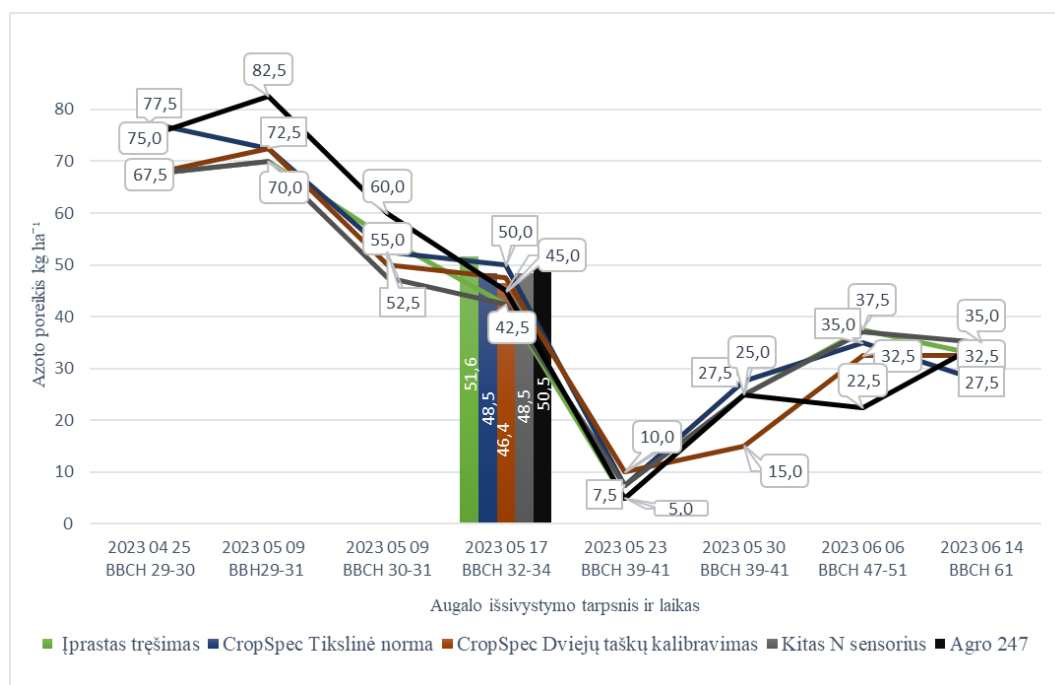
Šaltinis – „Ateities ūkis“, Radviliškis

**Fig. 1.** Nitrogen requirement in different development stages of plant and fertilization rate  $\text{kg ha}^{-1}$ , 2022 m.

2022 metų pavasarį žieminių kviečių azoto poreikis 3-4 bamblio augimo tarpsnyje (BBCH 33-34) skirtinguose tręšimo variantuose svyravo nuo 42,5 iki 67,5  $\text{kg ha}^{-1}$ . Didžiausias azoto poreikis nustatytas variantuose, kuriuose tręšimas buvo atliekamas azoto sensorių pagalba. Tręšimui naudojant CropSpec sensorius azoto buvo išberta 48,3  $\text{kg ha}^{-1}$  tikslinės normos algoritmą ir 44,5  $\text{kg ha}^{-1}$  dviejų taškų kalibravimo laukeliuose. Taikant kito gamintojo azoto jutiklį atiduotas augalams azoto kiekis (48,3  $\text{kg/ha}$ ) buvo toks pat kaip ir

CropSpec tikslinės normos laukeliuose, o azoto poreikis buvo ( $60,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Mažesnė azoto trąšų norma ištręšta, nes sensorių pagalba pasėlis buvo tręšiamas kintama norma. Didžiausia azoto norma ( $50,4 - 51,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) išberta tręšiant įprastai arba naudojant Agro247 programos tręšimo žemėlapius, nors šiuose laukeliuose azoto poreikis nustatytas mažiausias ( $42,5-45,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Kitas tręšimas azotu atliktas plaukėjimo tarpsnio pabaigoje (BBCH 55-57), tačiau azoto poreikis buvo jau per pus mažesnis, lyginant su intensyvios fotosintezės laikotarpiu. Mokslininkai teigia, kad intensyviausiai augalas mitybos elementus įsisavina bambulėjimo - vamzdelėjimo tarpsniuose ir per dieną sunaudoja nuo  $2,4$  iki  $3,0 \text{ kg}$  per dieną azoto.

2023 metais susiklostė kitokia situacija. Ankstyvą, tačiau ilgą ir šaltą pavasarį augalams reikėjo daug daugiau azoto ( $70-82,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) krūmijimosi pabaigoje BBCH 29-30 (2 pav.). Šis azoto poreikis buvo patenkintas su ankstyvuoju tręšimu pavasarį azotinėmis trąšomis ( $124,8 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto veikliąja medžiaga). Pasibaigus krūmijimuisi azoto poreikis augalams buvo panašus kaip ir 2022 metais.



**2 pav.** Azoto poreikis augalo skirtingo išsivystymo tarpsniuose ir tręšimo norma  $\text{kg ha}^{-1}$ , 2023 m.

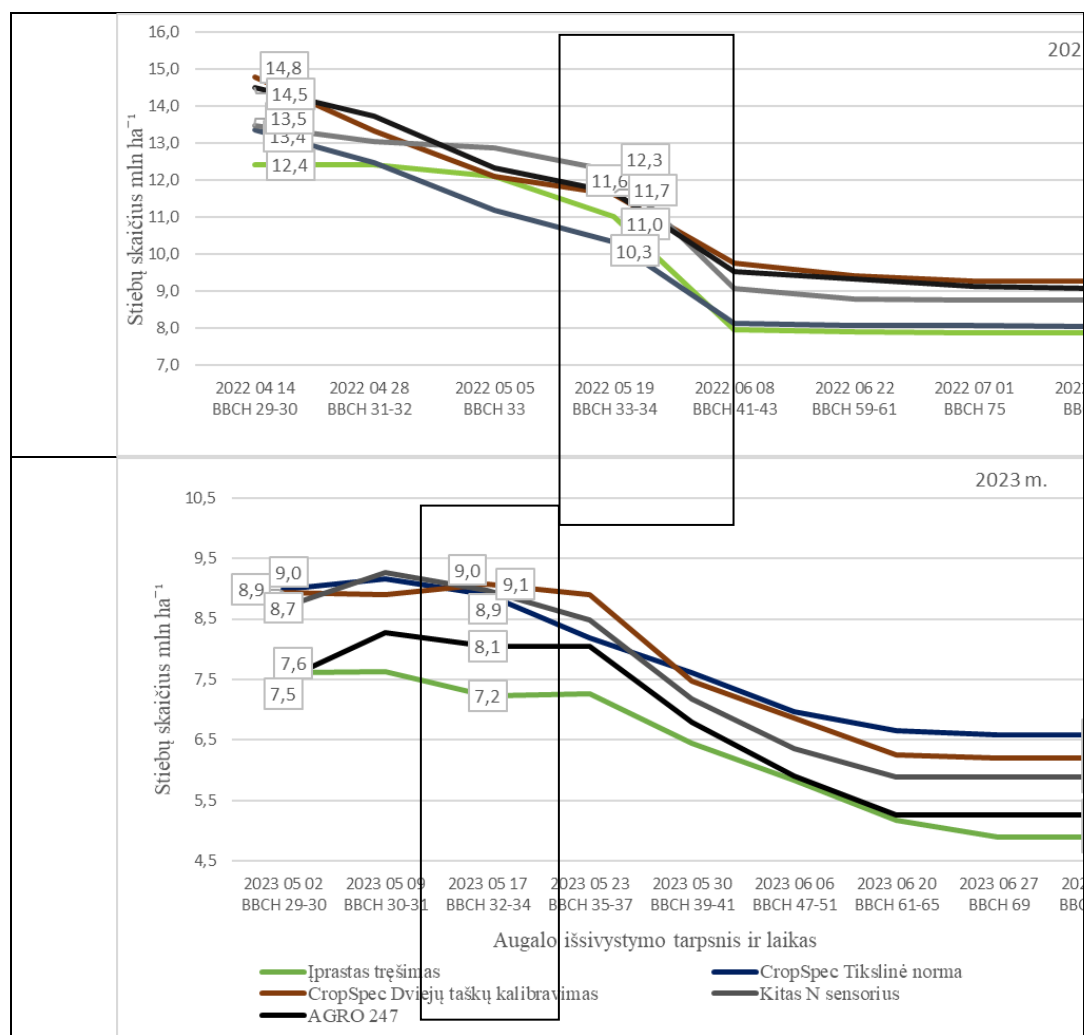
Šaltinis – „Ateities ūkis“, Radviliškis

**Fig. 2.** Nitrogen requirement in different development stages of plant and fertilization rate  $\text{kg ha}^{-1}$ , 2023 m.

Mažiausiai azoto augalams buvo atiduota tręšiant kintama norma su CropSpec azoto jutikliais, naudojant dviejų taškų arba tikslinės normos algoritmą ( $46,4-48,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Vertinant kito gamintojo azoto jutiklį atiduotas azoto kiekis augalams ( $48,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) buvo panašus kaip ir CropSpec jutiklių. Iš pateiktų duomenų matyti, kad azoto poreikis buvo patenkintas ir jo užteko iki stiebų augimo pabaigos (BBCH 39-41) (2 pav.). Tačiau prasidėjęs sauringas laikotarpis išdžiovino viršutinį dirvožemio sluoksnį ir apsunkino sparčiai besivystančių javų mitybą maisto medžiagomis. Tai rodė ir smarkai kylantis azoto

poreikis augaluose (BBCH 47-51), tačiau dėl sausų ir karštų orų nuo gegužės pabaigos iki birželio vidurio papildomas tręšimas plaukėjimo tarpsnyje nebuvo atliktas. Vyko natūrali šoninių ūglių redukcija. Kadangi ūkyje taikyta ir intensyvi tręšimo per lapus technologija, šis procesas vyko lėčiau, net užsitęsęs sausrui mažesnė stiebų dalis buvo prarasta (3 pav.). Mūsų tyrimai patvirtino teiginį, kad žydėjimo metu ir vėlesniais augalo tarpsniais azoto įsisavinimas per šaknis sulėtėja. Po žydėjimo, mitybos elementų įsisavinimas per šaknis tesudaro apie 10-20 proc.

Užsienyje ir Lietuvoje atlikta daug tyrimų, kurių metu vertinta azoto įtaka kviečių augimui ir vystymuisi, derlingumo formavimui ir grūdų kokybei (Mašauskienė ir kt., 2004; Pečkytė, 2009; Imran ir kt., 2011, Juchnevičienė ir kt., 2016). M. Imran ir Z. A. Gurmani (2011) tyrimų duomenimis, krūmijimosi tarpsniu javus patręšus nepakankama azoto norma ir esant šio elemento trūkumui, augalai neformuoja šoninių ūglių (arba redukuoja jau suformuotus) ir augina mažiau produktyvias varpas. Vertinant taikytas tręšimo azotu technologijas matome, kad stiebų skaičius nuo bamblėjimo pradžios (BBCH 31-32) iki vamzdelėjimo pradžios (BBCH 41-43) sumažėjo nuo 28 iki 34 proc. 2022 metais ir 21-26 proc. 2023 metais (3 pav.).

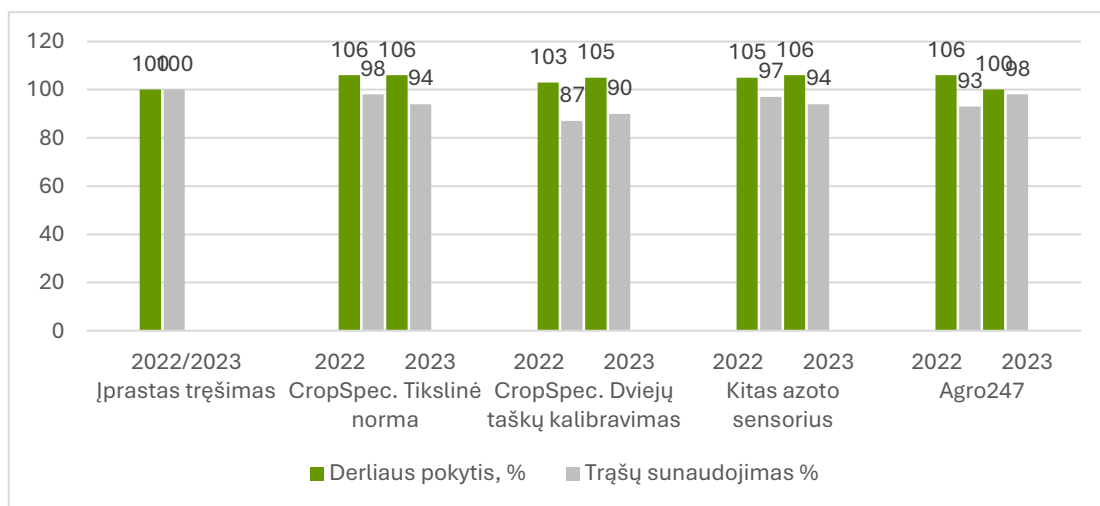


**3 pav. Augalo stiebų skaičius (mln ha<sup>-1</sup>) skirtinguose tręšimo variantuose, 2022 – 2023 m.**

Šaltinis – „Ateities ūkis“, Radviliškis

**Fig. 3.** The number of plant stems (mln ha<sup>-1</sup>) in different fertilization options, 2022 – 2023 m.

2022 metų gauti derliaus duomenys parodė, kad naudojant CropSpec sensorius galima gauti nuo 3 iki 6 procentų derliaus priedą ir sutaupyti trąšų nuo 2 iki 13 proc., palyginus su įprastine tręšimo technologija (4 pav). Panašūs derliaus duomenys gauti ir taikant kito gamintojo azoto sensorių bei programą Agro247, tačiau trąšų 7 proc. sunaudota mažiau tręšiant panaudojus NDVI palydovinius duomenis (Agro247). Dėl trąšų ekonomijos (13 proc.) labiausiai pasiteisino dviejų taškų kalibravimo CropSpec sensoriaus technologija, nors čia derliaus priedas tesudarė 3 proc.



**4 pav. Grūdų derliaus ir trąšų sunaudojimo pokyčiai (%) taikant skirtingus tręšimo būdus, 2022-2023 m.**

Šaltinis – „Ateities ūkis“, Radviliškis

**Fig. 4.** Impact on grain yield and consume N fertilizes in different fertilization methods, 2022-2023 m.

Panaši tendencija buvo ir 2023 metais. Derliaus priedai svyravo nuo 5 iki 6 proc., o trąšų sutaupyta nuo 6 iki 10 proc. Mažiausia azoto trąšų sunaudota tręšiant augalus dviejų taškų kalibravimo CropSpec sensoriaus pagalba. Tręšimas panaudojus NDVI palydovinius duomenis (Agro247) 2023 metais buvo kur kas sudėtingesnis. Dėl netipinių oro sąlygų susidūrėme su iššūkiais gaunant naujus ir patikimus NDVI indekso palydovinius duomenis. Kokybiškiems palydoviniams vaizdams gauti reikalingos tinkamos sąlygos, o šių metų pavasarį vyraavusios kontrastingos oro sąlygos neleido surinkti kokybiškų duomenų. Tai rodo, kad palydoviniai duomenys yra mažiau patikimi lyginant su realiu laiku dirbančiais sensoriais, kurių pranašumas šiais metais buvo akivaizdus.

Norėdami palyginti azoto sensorių panaudojimo atsiperkamumą atlikome sensorių tyrimų analizę per kitas naudas. Gauti duomenys rodo, kad patręšus augalus pagal pasirinktą algoritmą, gautas derlius buvo didesnis 3-6 proc., trąšų sutaupyta iki 13 proc., grūdų

baltymingumas padidėjo 0,2-0,4 proc. Taip pat buvo suvaldytas pasėlių išgulimas dėl tręšimo per didelėmis azoto trąšų normomis (išgulimas sumažėjo nuo 80 iki 100 proc.). Pečkaitės (2009) tyrimai patvirtino, kad per didelės azoto normos didina javų išgulimo riziką, skatina ligų plitimą ir blogina dirvožemio biologines savybes.

Atlikus ekonominį paskaičiavimą per kitas naudas, gavome, kad kuliant 7 t ha<sup>-1</sup> javų derlių, galime gauti papildomas pajamas per derliaus priedą – 75,65 eur ha<sup>-1</sup>, sutaupyti 9 eur ha<sup>-1</sup> trąšoms, o taip pat gauti dar papildomai iki 42 eur ha<sup>-1</sup>, jei įvertinsime ir padidėjusi baltymų kiekį. Skaičiavimai atlikti remiantis šiais įkainiais: 2 kl. grūdų kaina 217 € t<sup>-1</sup>, amonio salietra – 450 € t<sup>-1</sup>.

## Diskusija

Ištestuota žieminių kviečių tręšimo technologijos modelio apimtyje inovatyvūs azoto poreikio nustatymo įrankiai (azoto jutikliai ir skaitmeninis įrankis) skirtingomis meteorologinėmis sąlygomis. Tyrimo rezultatai pademonstravo, kad tikslinės normos ir dviejų taškų algoritmų pagalba paskaičiuotos azoto trąšų normos pasėlyje paskirstomos tiksliai ten kur reikia ir tiek kiek reikia, užtikrinama tolygesnė augalų mityba. Remiantis šiais rezultatais sudarytos prielaidos, kad azoto jutiklių pagalba azoto poreikis efektyvina azotinių trąšų panaudojimą ir grūdų derlingumą. Taip patręšus augalus padidėja jų derlingumas nuo 2 iki 7 proc. Subalansavus augalo mitybą azotinėmis trąšomis pasėlis neišgula, subręsta vienodesnės kokybės ir aukštesnės klasės grūdai bei sutaupoma iki 13 proc. trąšų. Tokią prielaidą leidžia daryti ir užsienio mokslininkų surinkti ir apibendrinti tyrimų duomenys, kurie teigia, kad azoto normų valdymas pasitelkus optinius ar lazerinius jutiklius leidžia realiu laiku užtikrinti subalansuotą augalų mitybą ir mažinti azoto nuostolius dėl išsiplovimo ar kitų jo praradimo būdų (Stettmer et al, 2022; Wolfert et al., 2017)

Nors skaitmeniniai įrankiai bei tręšimams generuoti skirtos programėlės ir yra pigesnės, tačiau jų grąža ne visuomet užtikrinta ir gali kisti dėl palydovinių duomenų netikslumų. Palydovinius duomenis iškreipti gali netinkamos oro sąlygos (apšviestumas, debesuotumas, lietus, ir pan.). Tikslių technologijų ūkiuose diegimas atsiperka per skirtingą laiką, priklausomai nuo jų naudojimo intensyvumo ir ūkio dydžio ir ūkio keliamų tikslų.

**Išvados:** (turi atitikti su uždaviniais)

1. Azoto jutiklių su skirtingais algoritmais ir palydovinių duomenų NDVI indeksas leido koreguoti tręšimo planus ir paskirstyti trąšas tiksliai ten kur reikia ir tiek kiek reikia bei užtikrinti tolygesnę augalų mitybą. Tiksliesni ir mažiau sąnaudų reikalaujantys buvo azoto jutikliai su skirtingais algoritmais.
2. Gauti rezultatai leidžia teigti, kad buvo suvaldytas pasėlių išgulimas dėl tręšimo per didelėmis azoto trąšų normomis, o gautas derlius buvo didesnis 3-6 proc., trąšų sutaupyta iki 13 proc. Palydovinių NDVI duomenų pagrindu sugeneruoti tręšimams skirtos programėlės yra pigesnės, tačiau jų grąža ne visuomet užtikrinta ir gali kisti dėl palydovinių duomenų netikslumų.

**Padėka:** Šį tyrimą finansavo ir vykdė UAB Agrokonzerno Tikslųjų technologijų centro ir Inovacijų ir tyrimų centro komandos.

**Literatūros sąrašas**

1. Dordas C. 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relations, *Eur. J. Agron.* 30 129–139.
2. Dromantienė R. 2011. The use of amino acids for Winter wheat biological potential enhancement introduction. Summary of doctoral dissertation. *Akademija*, p. 26
3. Juchnevičienė A., Vagusevičiienė I., Brazaitytė A., Duchovskis P. 2016. Žieminių kviečių grūdų kokybinių rodiklių priklausomumas nuo tręšimo azoto trąšomis // *Žemės ūkio mokslai*. T. 23, Nr. 2, p. 47-55
4. Imran, M, Gurmani, Z. 2011. A. Role of macro and micro nutrients in the plant growth and development. *Science Technology and Development*; Vol. 30; p. 36-40.
5. Kilpys J., 2013. “Klimato kaitos prognozės Vilniaus miestui XXI a., remiantis A1B scenarijumi.” Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. P. 30
6. Kong L., Xie Y., Hu L., Feng B., Li S., 2016. Remobilization of vegetative nitrogen to developing grain in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Field Crops Res.* Vol. 196, p. 134–144.
7. Janušauskaitė D., Šidlauskas G. 2004. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų Vidurio Lietuvoje // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - *Akademija* (Kėdainių r.), t. 88, p.34-47
8. Mašauskienė A., Cesevičienė J. 2004. Žieminių kviečių technologinių savybių kitimas priklausomai nuo tręšimo azoto trąšomis ir grūdų laikymo trukmės // *Maisto chemija ir technologija*. T. 38, Nr. 1, p. 49-60
9. Pečkytė A., 2009. Salyklinių miežių agrobiologinio potencialo bei derliaus kokybės priklausomumas nuo mineralinių ir lapų trąšų. *Daktaro disertacija. Akademija*, p. 95
10. Pranskietienė I. 2022. Trąšų naudojimo efektyvumas, mikroelementai ir jų funkcijos // GŽPK seminaras “Augalų mityba Geros žemdirbystės praktikos kodekse“ 2022 m. balandžio 28 d.
11. Sinclair, T. R., and Rufty, T. W. (2012). Nitrogen and water resources commonly limit crop yield increases, not necessarily plant genetics. *Glob. Food Secur.* 1, 94–98. doi: 10.1016/j.gfs.2012.07.001
12. Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., Pérez Freire, L., 2016. Internet of food and farm 2020. In: Vermesan, O., Friess, P. (Eds.), *Digitising the Industry - Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds*. River Publishers, Gistrup/Delft, p. 129–151.
13. Stettmer, M.; Maidl, F.-X.; Schwarzensteiner, J.; Hülsbergen, K.-J.; Bernhardt, H. 2022. Analysis of Nitrogen Uptake in Winter Wheat Using Sensor and Satellite Data for Site-Specific Fertilization. *Agronomy*, 2022, 12, 1455. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061455>
14. Tranavičienė T. 2009. Azoto poveikis skirtingų paprastojo kviečio (*Triticum aestivum* L.) veislių fotosintezės ir grūdų kokybės rodikliams. *Daktaro disertacija. Akademija*, p. 89
15. Xiaokang Lyu, Yang Liu, Na Li, Liban Ku, Yuting Hou, Xiaoxia Wen. 2022. Foliar applications of various nitrogen (N) forms to winter wheat affect grain protein accumulation and quality via N metabolism and remobilization. // *ScienceDirect The Crop Journal*, 2022, No. 10, p. 1165–1177.
16. Wolfert S., Ge L., Verdouwa C., Bogaardt MJ. 2017. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems* Vol. 153, p. 69–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>

## **Integration of Digital and Satellite Tools into Precision Technologies to Enhance Added Value**

### *Summary*

The integration of modern digital tools into precision technologies in agriculture creates additional value, enhances the efficiency of on-farm technologies, and improves the overall competitiveness of farms. Given the environmental requirements related to nitrogen leaching, the application of non-contact methods for determining nitrogen requirements is particularly relevant. Digital and satellite data enable more efficient resource utilisation on farms, leading to numerous added benefits such as higher and better-quality yields, reduced fertiliser consumption, etc. Modern precision technologies facilitate the integration of various sensors and satellite data into agricultural machinery, allowing real-time crop monitoring and precise plant maintenance activities, including fertilisation and spraying. A field trial was conducted on a winter wheat crop in central Lithuania. To assess the nitrogen demand of the plants and optimise nitrogen fertilisation in real time, nitrogen sensors with a targeted two-point algorithm and satellite-derived Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) data were employed. The findings revealed that nitrogen sensors ensured precise fertiliser distribution, delivering the required amount exactly where it was needed, while also promoting more balanced plant nutrition. By balancing nitrogen fertilisation, crop yields increased by 2% to 7%, lodging was prevented, and up to 13% of nitrogen fertiliser was saved. The integration of nitrogen sensors into agricultural machinery and fertilisation technology provides economic returns over varying timeframes, depending on usage intensity, farm size, and specific objectives.

*Keywords: nitrogen sensors, algorithm, growth stage, fertilisation, winter wheat.*

# ORT2LT IR ORT10LT ERDVINIŲ DUOMENŲ PAGRINDU NUSTATYTŲ PASTATŲ POSŪKIO TAŠKŲ KOORDINAČIŲ (X;Y) TIKSLUMO Palyginimas

**Daiva Gudritienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## Anotacija

ORT2LT, tai planinio mastelio ortofotografiniai duomenys sudaryti apskričių centrų teritorijoms. ORT10LT tai duomenų paketas sudarytas visai Lietuvos teritorijai. Duomenys yra viešai skelbiami LEI portale, juos gali neatlygintinai naudoti įvairių aplinkos inžinerijos specialybių vartotojai, todėl verta analizuoti jų panaudojimo galimybes nustatant objektų koordinates, kad būtų galima atsižvelgti į gaunamų duomenų tikslumą.

Atliekamo tyrimo tikslas: Išanalizavus skirtingus erdvinius duomenis įvertinti kiek tiksliai galima nustatyti 1-2 aukšto pastatų posūkių kampų koordinates X ir Y ORT2LT bei ORT10LT rastriniuose duomenyse. Tyrimo uždaviniai: išmatuoti pastatų posūkio taškų koordinates ortofotografiniame plane ORT2LT bei ortofotografiniame žemėlapyje ORT10LT bei palyginti jas su geodeziškai išmatuotomis koordinatėmis; apskaičiuoti vidutinės kvadratinės paklaidas X ir Y koordinatėms bei aptarti gautus rezultatus; palyginti kiek duomenų tikslumą įtakoja skirtingo mastelio rastriniai duomenys.

Straipsnyje taikyta literatūros šaltinių analizė, erdvinių duomenų analizė, statistinė duomenų analizė, palyginamoji analizė.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad bendras vidutinės kvadratinės paklaidos vidurkis visam ORT2LT tyrimo objektui yra 0,67 m, o ORT10LT tyrimo dalyje ši paklaida yra 0,83 m.

Apibendrinus visą tyrimą galima teigti, kad planiniuose duomenyse pastatų posūkio taškų koordinates galima nustatyti 0,16 m tiksliau nes tiek yra mažesnė vidutinė kvadratinė paklaida. Ši išvada yra padaryta tik apžvelgtam tyrimui ir pasirinktam darbo objektui.

*Raktažodžiai: ORT2LT; ORT10LT; erdvinių duomenų tikslumas.*

## Įvadas

Erdviniai duomenys, tai labai svarbi informacija apibūdinanti geografinę objektų padėtį, formą, objektų tarpusavio ryšius ir ypatybes. (Gudritienė ir kt., 2021). Labai dažnai yra naudojami kartografinio pagrindo duomenys (GRPK, ORT10LT), nes šie duomenų rinkiniai tarnauja pagrindu sudarant teminius bei specialiuosius duomenų rinkinius, kurie plačiai naudojami aplinkos inžinerijoje, krašto apsaugai, žemės ūkiui ir kt. (Salkauskiene and ol., 2022). Šie duomenys yra esminiai kuriant žemėlapius, planus, topografinius modelius ir kitus geografinius produktus, analizuojant miesto infrastruktūrą, stebint gamtos išteklius, planuojant transporto maršrutus, optimizuojant logistikos procesus, prisideda prie efektyvaus sprendimų priėmimo ir plėtros strategijų formavimo. (LEI portalas...2024)

Užsienio šalių autorių pateiktoje informacijoje taip pat akcentuojamas erdvinių duomenų sudarymo būdai poreikis, svarba, tikslumas (Hochmair and ol., 2023). Brovelli M., Zamboni G. analizavo erdvinių duomenų taikymą ir savybes, kurios leidžia lengviau interpretuoti duomenis, nustatyti žemės dangos objektų erdvinę informaciją (Brovelli and ol., 2018).

Apibendrinant aukščiau pateiktus duomenis galima daryti prielaidą, kad ortofotografiniai žemėlapiai ir planai yra svarbi erdvinių duomenų dalis, galima kelti koncepsiją, kad nuo rastrinių duomenų tikslumo dalinai priklauso ir vektorinių duomenų tikslumas. Erdvinių duomenų tikslumas yra svarbus nes jį analizuoja daug Lietuvos ir užsienio šalių autorių ir pateikia savo moksliniuose leidiniuose. Turimus ORT10LT ir ORT2LT duomenis reikia skatinti naudoti įvairių sričių aplinkos inžinerijos specialistams

nes jie teikiami viešai ir neatlygintinai, todėl gali būti naudojami įvairiuose tyrimuose, projektuose bei monitoringuose. Norint juos plačiai naudoti reikia žinoti jų tikslumo galimybes, tai atskleidžia analizuojamos temos aktualumą.

Atliekamo tyrimo tikslas: išanalizavus skirtingus erdvinius duomenis įvertinti kiek tiksliai galima nustatyti 1-2 aukšto pastatų posūkių kampų koordinates X ir Y ORT2LT bei ORT10LT rastriniuose duomenyse.

Tyrimo uždaviniai: išmatuoti pastatų posūkio taškų koordinates ortofotografiniame plane ORT2LT bei ortofotografiniame žemėlapyje ORT10LT bei palyginti jas su geodeziškai išmatuotomis koordinatėmis; apskaičiuoti vidutinės kvadratinės paklaidas X ir Y koordinatėms bei aptarti gautus rezultatus; palyginti kiek duomenų tikslumą įtakoja skirtingo mastelio rastriniai duomenys.

Tyrimo objektas: Pastatų esančių priemiestinėse teritorijose erdviniai duomenys.

## Tyrimo metodika

Tiriamajam darbui atlikti buvo pasirinkti 8 pastatai esantys Kauno ir Vilniaus miestuose bei priemiestinėse teritorijose. Atlikti pastatų kampų koordinatinių matavimai. Pirmiausiai atlikti geodeziniai matavimai naudojant geodezinius matavimo prietaisus – GPNS ir elektroninį tacheometrą. Buvo naudojamas South Galaxy G2 GNSS imtuvas. Šio prietaiso imtuvo antena palaiko ryšį su GPNS, GLONASS, BEIDOU bei GALILEO palydovinėmis sistemomis. Taip pat imtuve įmontuota IMU sistema, kuri leidžia tiksliai matuoti kai gairė yra pasvirusi. Dar matavimams atlikti naudotas ir elektroninis tacheometras Leica TCR1203. Elektroninis tacheometras naudotas matuoti taškų koordinatėms ten, kur dėl prasto palydovinio ryšio nebuvo galima išmatuoti GPNS prietaisu. Visų geodeziškai išmatuotų taškų koordinatinių paklaidą neviršijo 10 cm ribos.

Nuotoliniams matavimams atlikti buvo naudojami du šaltiniai: apskričių centrų skaitmeninis rastrinis ortofografinis planas OR2LT ir ortofografinis žemėlapis ORT10LT. Kiekviename šių šaltinių pastatų posūkio taškų koordinatės vizualiuoju būdu kameraliai buvo fiksuojamos 5 kartus, ir tyrimų rezultatams naudojama vidutinė matavimų rezultatų reikšmė.

Pamatavus pastatų kampų koordinates geodeziškai ir dviejuose nuotoliniuose šaltiniuose atliktas jų palyginimas.

Pirmajame etape buvo paskaičiuoti koordinatinių nesutapimai  $\Delta x$  ir  $\Delta y$ :

$$\Delta x = x_1 - x_2, \quad (1)$$

čia  $x_1$  – taško x koordinatė iš ORT2LT arba ORT10LT duomenų;

$x_2$  – taško x koordinatė iš geodeziškai išmatuotų duomenų.

$$\Delta y = y_1 - y_2, \quad (2)$$

čia  $y_1$  – taško y koordinatė iš ORT2LT arba ORT10LT duomenų;

$y_2$  – taško y koordinatė iš geodeziškai išmatuotų duomenų.

Gavus koordinatinių skirtumus, buvo apskaičiuotas koordinatinių nesutapimai  $\Delta$ :

čia  $\Delta x$  – x koordinatinių nesutapimai;

$\Delta y$  – y koordinatinių nesutapimai.

Antrajame etape apskaičiuotos vidutinės kvadratinės paklaidos gautos lyginant geodezinių matavimų duomenis su duomenimis nustatytais pagal ORT2LT ir pagal ORT10LT. Paklaidą apskaičiuota pagal formulę:

$$M = \sqrt{\frac{M_1^2 + M_2^2 + M_n^2}{n}}, \quad (3)$$

čia  $M_1^2 + M_2^2 + M_n^2$  – atskirų taškų matavimo paklaidos;

n - taškų skaičius.

Trečiajame etape atliktas gautų duomenų palyginimas.

Nuotoliniais metodais sukaupta informacija negali būti tokia pat tiksli kaip matuojant geodeziškai (kontaktiniu būdu), todėl duomenų nesutapimas yra normalus reiškiny. Geodezinio matavimo duomenys šiame tyrime yra laikytinas tiksliausiu rezultatu ir skirtingų parametrų nuotolinių tyrimų duomenys lyginami su jais siekiant išsiaiškinti kiek ląstelės (pikslio) dydis bei duomenų pateikimo mastelis įtakoja galutinį matavimo rezultatą (koordinatę). Gauti tyrimo rezultatai pateikti ir aptarti rezultatų skyriuje.

## Teorinės įžvalgos

Erdvinių duomenų panaudojimą sparčiai įtakoja skaitmenizavimas bei jo pažanga. Sparčiai plečiasi supančios aplinkos, kraštovaizdžio erdvinio duomenų rinkinių informacijos kiekis. Erdviniai duomenys yra funkcionaliai susiję, kadangi šių duomenų rinkimui, pateikimui, vertinimui, analizavimui, naudojami įvairaus tikslumo rastriniai duomenys bei jų kaupimo programos veikiančios skaitmeninėje erdvėje. Nuotoliniais tyrimais fiksuojami rastriniai erdviniai duomenys nuo palydovinių nuotraukų iki vykdomų antžeminių tyrimų (Hochmair ir kt., 2023).

Rastrinių duomenų ypatybė yra ta, kad jie pateikiami pikselių (ląstelių) tinkleliu. Naudojant rastrinius duomenis reikia atsižvelgti į rastro pikselių reikšmes. Nes jie teikia informaciją pagal spalvas ir dydį, taigi kiekvienas konkretus pikselis teikia tam tikrus duomenis. Svarbu žinoti ar rastriniai duomenys yra kokybiški ir informatyvūs. Tai priklauso nuo to kaip jie užfiksuoti, atvaizduojami, koku būdu pateikiami (Rahman and ol., 2023).

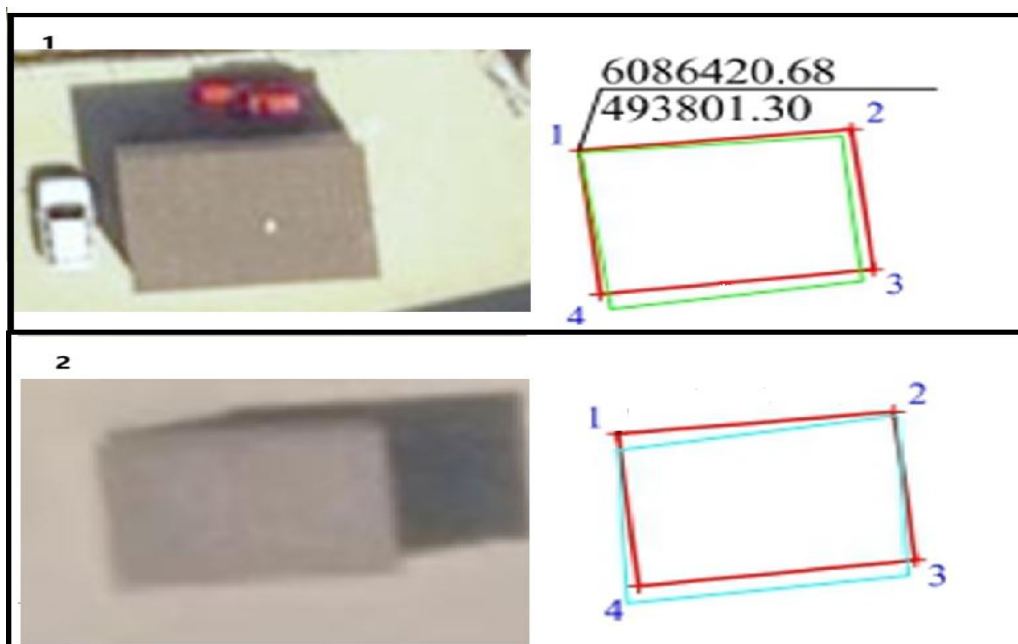
ORT2LT – Lietuvos respublikos apskričių centrų M 1: 2000 skaitmeninis rastrinis ortofotografinis žemėlapis, kuris pirmą kartą buvo sudarytas 2008 metais. 2018 metais duomenų rinkinys yra atnaujintas, duomenų rinkinyje pateikiami rastriniai duomenys Alytaus, Kauno, Klaipėdos, Marijampolės, Panevėžio, Šiaulių, Tauragės, Telšių, Utenos ir Vilniaus miestų teritorijoms. Iš viso yra pagaminti 2529 M 1:2 000 nomenklatūriniai lapai: Alytaus – 148, Kauno – 451, Klaipėdos – 279, Marijampolės – 86, Panevėžio – 176, Šiaulių – 231, Tauragės – 53, Telšių – 60, Utenos – 64 ir Vilniaus – 981. 2018 metais sudaryti ortofotografiniai planai pasižymi labai mažu ląstelių (pikslių) dydžiu, neviršijančiu 10x10 cm vietovėje. Gera matomų vietovės elementų absoliutus tikslumas yra  $RMSE \leq 0,2$  m (vidutinė kvadratinė paklaida). Šie nauji žemėlapiai yra sudaryti naudojant RGB kamerą - raudoną (R), žalią (G), mėlyną (B) (LEI portalas...2024).

Pirmasis Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis M 1:10000 žemėlapis ORT10LT yra pradėtas gaminti 1995-1999 metų aeronuotraukos pagrindu ir apima visą Lietuvos teritoriją. Jis buvo pradėtas kurti po Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo kaip naujas žemėlapių rinkinys, kuris apima Lietuvos teritorijos vaizdą 1:10 000 masteliu (naudojant skaitmeninio ortofotografinio žemėlapio ORT10LT duomenis). Lietuvos skaitmeninio ortofotografinio M 1:10 000 žemėlapio ORT10LT autoriaus teisės priklauso Nacionalinei žemės tarnybai prie aplinkos ministerijos. Duomenų rinkinys nuolat atnaujinamas Lietuvos Respublikos geodezijos ir kartografijos įstatymo numatyta tvarka (Lietuvos Respublikos..., 2024). Nuo 2021 iki 2023 metų sudaromi ortofotografiniai žemėlapiai pasižymi didesne raiška: ląstelės (pikslio) dydis neviršija 20x20 cm, palyginti su ankstesniais metais, kai jis buvo 25x25 cm vietovėje. Matomų vietovių aiškumas ortofotografiniuose žemėlapuose pasiektas absoliutus tikslumas  $RMSE \leq 0,4$  m, prieš tai buvo  $\leq 0,5$  m (vidutinė kvadratinė paklaida). Kiekvienas kanalas sudarytas iš ląstelių (pikslių), atvaizduojančių vieną iš spalvų - raudoną (R), žalią (G), mėlyną (B) arba artimąją infraraudonąją. Tai suteikia žemėlapiams

didesnį detalumo lygį ir tikslumą, padedantį įvertinti teritorijų būklę ir svarbius geografinius bruožus. (LEI portalas...2024). Šis ORT10LT duomenų paketas ir buvo naudotas tyrimui atlikti, nes tyrimo metu dar nebuvo skelbiami 2024 metų duomenys.

## Rezultatai

Tyrime sukaupti ir naudojami erdviniai duomenys apie 8 pastatus. Atrinkti pastatai yra įvairaus tipo, tai gyvenamieji ir inžinerinės paskirties objektai. Duomenų kaupimo ir skaičiavimo rezultatai bus pateikiami vieno pastato detalūs duomenys tam, kad pilnai atskleisti tyrimo eigą, o galutiniai rezultatai aptarti jau išanalizavus visų 8 pastatų duomenis. Straipsnyje lyginami skirtingo tikslumo, skirtingo detalumo duomenys geodezinius rezultatus laikant tikslu rezultatu, nors ir geodezinių matavimų rezultatai gali turėti neženklią keleto centimetrų paklaidą. 1 paveiksle pateikiama vieno iš 8 pastatų grafinė bei rastrinė išraiška (skirtingo rastro vaizdas).



**1 pav.** Pastato rastriniai vaizdai ir posūkio taškų grafinis išsidėstymas ORT2LT (1) ir ORT10LT (2) bei geodezinių matavimų schemas (raudona spalva)

**1 fig.** Raster images of the building and the graphical distribution of turning points in ORT2LT (1) and ORT10LT (2), as well as geodetic measurement schemes (in red)

Jau grafinėje išraiškoje matosi, kad geodezinių nuotolinių matavimų duomenys skiriasi ((1 pav.),( geodeziniai matavimai - raudona spalva, nuotoliniai - mėlyna spalva atvaizduotos figūros). Grafinės išraiškos nepakanka duomenų apdorojimui, todėl visos matematinės reikšmės bei skaičiavimai, pavyzdžiui pasirinktam pastatui, pateikiami lentelėse (1 ir 2 lentelės).

Pastatas yra transformatorinė kuri turi 4 posūkio taškus (1 pav.). Lyginant ORT2LT ir geodezinių matavimų duomenis mažiausi nesutapimai X ir Y koordinatėms yra nustatyti 1 taške. Didžiausias X koordinatės nesutapimas nustatytas 4 taške (0,6 m), Didžiausias Y koordinatės nesutapimas yra 3 posūkio taške (0,31 m) (1 lentelė).

**1 lentelė.** Pastato koordinatės ir nesutapimų su ORT2LT skaičiavimų duomenys

**Table 1.** Building coordinates and discrepancies with ORT2LT calculation data

| 6   | Geodezinių matavimų rezultatai (m)<br><i>Geodetic measurements results (m)</i> |           | ORT2LT nustatytos koordinatės (m)<br><i>ORT2LT results</i> |           | X Nesutapimai $\Delta$ (m)<br><i>Differences (m)</i> |              | Y Nesutapimai $\Delta$ (m)<br><i>Differences (m)</i> |              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------|--------------|
| Nr. | X                                                                              | Y         | X                                                          | Y         | $\Delta x$                                           | $\Delta x^2$ | $\Delta y$                                           | $\Delta y^2$ |
| 1   | 6086420,68                                                                     | 493801,3  | 6086420,59                                                 | 493801,32 | 0,09                                                 | 0,01         | -0,02                                                | 0,00         |
| 2   | 6086421,52                                                                     | 493808,59 | 6086421,25                                                 | 493808,33 | 0,27                                                 | 0,07         | 0,26                                                 | 0,07         |
| 3   | 6086415,89                                                                     | 493809,17 | 6086415,43                                                 | 493808,86 | 0,46                                                 | 0,21         | 0,31                                                 | 0,10         |
| 4   | 6086414,9                                                                      | 493801,85 | 6086414,3                                                  | 493802,15 | 0,6                                                  | 0,36         | -0,3                                                 | 0,09         |

Analogiška lentelė buvo sudaryta ir pastato posūkio gautų taškų koordinatėms palyginimui ORT10LT ir geodeziniuose matavimuose (2 lentelė).

Atlikus skaičiavimus, nustatytas didžiausias posūkio kampų X koordinatės sutapimas taške nr. 2 (0,14 m), o Y koordinatė visiškai sutapo taške nr. 1. Didžiausias neatitikimas nustatytas X koordinatės taške nr. 4 (0,66 m), o Y koordinatėje taip pat taške nr. 4 (0,29 m).

**2 lentelė.** Pastato geodezinių matavimų ir ORT10LT nesutapimų duomenys

**Table 1.** Building coordinates and discrepancies with ORT10LT calculation data

| 6   | Geodezinių matavimų rezultatai (m)<br><i>Geodetic measurements results (m)</i> |           | ORT10LT nustatytos koordinatės (m)<br><i>ORT10LT results</i> |           | X Nesutapimai $\Delta$ (m)<br><i>Differences (m)</i> |              | Y Nesutapimai $\Delta$ (m)<br><i>Differences (m)</i> |              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------|--------------|
| Nr. | X                                                                              | Y         | X                                                            | Y         | $\Delta x$                                           | $\Delta x^2$ | $\Delta y$                                           | $\Delta y^2$ |
| 1   | 6086420,68                                                                     | 493801,3  | 6086420,06                                                   | 493801,3  | 0,62                                                 | 0,38         | 0,00                                                 | 0,00         |
| 2   | 6086421,52                                                                     | 493808,59 | 6086421,38                                                   | 493808,7  | 0,14                                                 | 0,02         | -0,11                                                | 0,01         |
| 3   | 6086415,89                                                                     | 493809,17 | 6086415,3                                                    | 493808,97 | 0,59                                                 | 0,35         | 0,20                                                 | 0,04         |
| 4   | 6086414,9                                                                      | 493801,85 | 6086414,24                                                   | 493801,56 | 0,66                                                 | 0,44         | 0,29                                                 | 0,08         |

1 ir 2 lentelėse pateikti duomenų nesutapimai negali tiksliai išreikšti duomenų tikslumo todėl buvo skaičiuojami paklaidų vidurkiai ir vidutinės kvadratinės paklaidos.

Apskaičiavus vidutinį pastato gauto pagal ORT2LT duomenis paklaidų vidutinį dydį nustatyta: X koordinatės vidutinė paklaida yra 0,36 m; Y koordinatės vidutinė paklaida yra 0,22 m.

Vidutinė kvadratinė paklaida apskaičiuota X koordinatei nustatyta 0,40 m, o Y koordinatei 0,25 m. Matavimai laikomi labai tikslūs remiantis šiuo tyrimu.

Pagal ORT10LT duomenis pastato kampo taškų X koordinatės nesutapimo vidurkis yra 0,5 m, o Y koordinatės 0,15 m.

Vidutinė kvadratinė paklaida X koordinatėje gauta 0,54 m, o Y koordinatėje 0,18 m. Atsižvelgiant į rastrinio žemėlapijo mastelį galima teigti, kad pastatų posūkio taškų koordinatės nustatytos ORT10LT tenkina keliamus reikalavimus, nes yra artimos 0,5 m. Esant 0,4 metrų ortofotografinių žemėlapių vidutinei kvadratinei paklaidai ir 0,2 m skiriamajai gebai tai yra geras rezultatas.

Toks pats tyrimas buvo atliktas dar 7 pastatams ir matematiškai apdoroti tyrimo duomenys, kurie leidžia tiksliau atskleisti analizuojamų duomenų tikslumą.

Nustačius visų 8 pastatų posūkio taškų vidutinės kvadratinės paklaidos vidurkį gautą pagal ORT2LT duomenis, jis pasiskirstė sekančiai: X koordinatės 0,81 m; Y koordinatei 0,54 m. Bendra abiejų koordinatinių vidutinė kvadratinė paklaida šiuo atveju 0,67 m.

Apibendrinant, visų pastatų vidutinės kvadratinės paklaidos vidurkis ORT10LT X koordinatės yra 0,97 m, o Y koordinatės vidutinės kvadratinės paklaidos vidurkis yra 0,68 m. Bendra abiejų koordinatinių vidutinė kvadratinė paklaida yra 0,83 m.

Galima daryti išvadą, kad rastrinių duomenų gardelės dydis turi įtaką erdviųjų duomenų tikslumui, kai rastrinio vaizdo gardelės dydis yra mažesnis, nuotoliniu metodu nustatytos taškų stačiakampės koordinatės yra tikslesnės.

## **Išvados**

1. Tyrimo metu buvo geodeziniu būdu pamatuota ir naudojant ORT2LT bei ORT10LT rastrus nustatytos aštuonių įvairios paskirties pastatų posūkių taškų stačiakampės koordinatės X;Y. Viso pamatuota 46 pastatų posūkio taškų koordinatės. Pastatai pasirinkti skirtingų paskirčių, nuo 1 iki 2 aukštų.
2. Bendras vidutinės kvadratinės paklaidos vidurkis visam ORT2LT tyrimo objektui yra 0,67 m, o ORT10LT tyrimo dalyje ši paklaida yra 0,83 m.
3. Apibendrinus visą tyrimą galima teigti, kad planiniuose duomenyse pastatų posūkio taškų koordinatės galima nustatyti 0,16 m tiksliau, nes tiek yra mažesnė vidutinė kvadratinė paklaida. Ši išvada yra padaryta tik apžvelgtam tyrimui ir pasirinktam darbo objektui.

## **Literatūra**

1. Salkauskiene V., Gudritiene D., Abalikstiene E. Investigation of the Accuracy of Spatial Data of the GRPK Building Layer in the Territory of Lithuania. *Baltic Surveying* 2022 p. 7-14. [žiūrėta 2024-12-11]. Prieiga per internetą: [https://llufb.llu.lv/Raksti/Journal\\_Baltic\\_Surveying/2022/Journal\\_Baltic\\_Surveying\\_Vol\\_16\\_2022.pdf](https://llufb.llu.lv/Raksti/Journal_Baltic_Surveying/2022/Journal_Baltic_Surveying_Vol_16_2022.pdf)
2. Gudritienė D., Abalikštienė E., Šalkauskienė V. ORT10LT pagrindu sudarytų erdviųjų duomenų apie vandens telkinį tikslumo tyrimas. *Miškininkystė ir kraštotvarka. Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*, 2023 2 (22), p.96-101.
3. Norman, J.; Thrower W.; John R. Jensen (2014). *The Orthophoto and Orthophotomap: Characteristics, Development and Application*. p. 39-56. [žiūrėta

2024-10-01]. Prieiga per internetą:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1559/152304076784080249>

4. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. [žiūrėta 2024-12-13]. Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/map/>
5. Brovelli MA, Zamboni G. A New Method for the Assessment of Spatial Accuracy and Completeness of OpenStreetMap Building Footprints. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2018; 7(8):289. <https://doi.org/10.3390/ijgi7080289>
6. Hochmair HH, Navratil G, Huang H. Perspectives on Advanced Technologies in Spatial Data Collection and Analysis. Geographies. 2023; 3(4):709-713. <https://doi.org/10.3390/geographies3040037>
7. Rahman MM, Szabó G. Assessing the Status of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) of Bangladesh. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2023; 12(6):236. <https://doi.org/10.3390/ijgi12060236>

**Daiva Gudritienė**

### **Comparison of the Accuracy of Building Turning Point Coordinates (X;Y) Determined Using ORT2LT and ORT10LT Spatial Data**

#### *Summary*

ORT2LT is an orthophotographic dataset at a plan-scale resolution, compiled for the territories of county centers. ORT10LT, on the other hand, is a dataset covering the entire territory of Lithuania. Both datasets are publicly available on the LEI portal and can be used free of charge by professionals in various environmental engineering fields. Therefore, it is valuable to analyse their applicability in determining object coordinates while considering the accuracy of the obtained data.

The goal of this study is to evaluate the accuracy of determining the X and Y coordinates of building turning points for one- and two-story buildings using ORT2LT and ORT10LT raster data.

#### **Research Tasks:**

- Measure the coordinates of building turning points in the ORT2LT orthophotographic plan and the ORT10LT orthophotographic map and compare them with geodetically measured coordinates.
- Calculate the root mean square error (RMSE) for the X and Y coordinates and analyse the results.
- Assess the extent to which raster data of different scales influence accuracy.

The study employs literature analysis, spatial data analysis, statistical analysis, and comparative analysis.

The results indicate that the overall RMSE for the ORT2LT dataset is 0.67 m, while for ORT10LT, it is 0.83 m. Based on these findings, it can be concluded that in plan-scale datasets, building turning point coordinates can be determined with 0.16 m greater accuracy due to the lower RMSE. However, this conclusion applies specifically to the reviewed study and the selected research object.

*Keywords: ORT2LT, ORT10LT, spatial data accuracy.*

# ŽALIOSIOS GIRIOS BIOSFEROS POLIGONO SPYGLIUOČIŲ MEDŽIŲ BŪKLĖS VERTINIMAS

**Sinilga Černulienė, Ramunė Dambrauskienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Žaliosios girios biosferos poligono spygliuočių nykimas kelia grėsmę ne tik miško ekosistemos stabilumui, bet ir retų paukščių rūšių, tokių kaip juodasis gandras, vapsvaėdis ir žvirblinė pelėda, išlikimui. Šio miško masyvo apsauga yra būtina biologinės įvairovės, ekologinių funkcijų ir regiono socialinės bei ekonominės reikšmės išsaugojimui. Todėl šio tyrimo tikslas - išanalizuoti Žaliosios girios biosferos poligono pušų ir eglių sveikatos būklę, išryškinant pagrindines priežastis, darančias neigiamą poveikį šioms medžių rūšims.

Tyrimo tikslui pasiekti atsitiktiniu būdu buvo atrinkta dešimt tipingų barelių, nustatytos kiekvieno barelio koordinatės, išmatuoti medžių skersmenys, nustatytas medžių aukštis, augavietė, ardiškumas, trakas, pomiškis, žolinė danga, įvertinta medžių būklė. Tyrimo metu į apskaitos barelius pateko 96 medžiai.

Vidutinis paprastosios eglės aukštis siekė 20,5 m, o skersmuo – 19,36 cm, tuo tarpu paprastosios pušies vidutinis aukštis buvo 28 m, o skersmuo – 36 cm. Trako tankis buvo nedidelis, siekiantis iki 10 %, ir dažniausiai sudarytas iš neperspektyvaus paprastosios eglės pomiškio.

Pagal užstelbimo klasifikaciją, C klasės medžiai (užstelbti, su apribotu augimu) sudarė 44 % visų medžių, iš kurių 38 % buvo eglės. Silpnai besivystantys medžiai (B klasė), pasižymintys suspaustomis lajomis ir plonais stiebais, sudarė 30 % visų medžių.

Tyrimo duomenimis, apie 16 % pušų buvo pažeistos dėl sakų gavybos veiklos. Vertinant biotinių pažeidimų poveikį, nustatyta, kad 35 % eglių buvo pažeistos žievėgraužio tipografo, o 18 % pušų – pušinio pjūklelio.

Atlikus lapų defoliacijos analizę, nustatyta, kad 80,1 % eglių priskiriamos 2–4 defoliacijos klasėms (vidutiniškai pažeisti, stipriai pažeisti arba žuvę medžiai). Tuo tarpu 13,5 % pušų pateko į 0 defoliacijos klasę, t. y. neturėjo žymių lapų pažeidimų, kas yra beveik tris kartus daugiau nei eglių atveju.

Tyrimo rezultatai pabrėžia būtinybę vykdyti tvarias miškų kirtimo ir apsaugos priemones, siekiant užkirsti kelią spygliuočių pažeidimams nuo kenkėjų ir kitų neigiamų veiksnių. Eglių ir pušų pažeidimai mažina medžių atsparumą, bei kelia grėsmę biologinei įvairovei, ypač paukščiams, kuriems šie medžiai yra labai svarbūs. Efektyvi miškų apsauga ir atsakingas valdymas yra svarbiausi veiksniai siekiant išsaugoti šias ekosistemas.

*Raktažodžiai: Žalioji giria, spygliuočiai medžiai, pažeidimai*

## **Ivadas**

Medžiai yra tikras gyvybės lopšys. Jie gali išgyventi šimtus metų, atlaikyti įvairiausias aplinkos veiksnias, bei sukurti puikias buveines, slėptuves, maitinimosi ar žiemojimo vietas daugybei kitų organizmų. Didžiausią vertę biologinės įvairovės prasme turi seni, perbrendę ir drevėti medžiai. Juos reikia ypač saugoti, nes jie tampa namais įvairioms organizmų grupėms, tame tarpe ir retiems paukščiams.

Pastaraisiais metais Žaliosios girios biosferos poligone stebimas spartesnis pušų ir eglių nykimas. Šių spygliuočių medžių nykimas kelia ypatingą susirūpinimą ir reikalauja detalaus tyrimo. Šis miškų masyvas yra svarbus ne tik kaip unikali ekosistema, bet ir reikšmingas dėl savo socialinės, rekreacinės bei ekonominės vertės. Prastėjanti spygliuočių būklė gali turėti neigiamų pasekmių visai biologinei įvairovei bei regioninei ekonomikai. Išsaugoti Žaliosios girios ekosistemą, ypač svarbu, norint išlaikyti juodojo gandro (*Ciconia nigra*), vapsvaėdžio (*Pernis apivorus*), žvirblinės pelėdos (*Glaucidium passerinum*) populiacijas teritorijoje. Atsižvelgiant į tai, būtina nustatyti pagrindinius medžių nykimo

veiksnius bei pasiūlyti veiksmingas valdymo strategijas, kurios leistų išsaugoti šių miškų stabilumą ir funkcionalumą.

**Darbo tikslas** - išanalizuoti Žaliosios girios biosferos poligono pušų ir eglių sveikatos būklę, išryškinant pagrindines priežastis, darančias neigiamą poveikį šioms medžių rūšims.

**Uždaviniai:**

1. Atlikti Žaliosios girios biosferos poligono spygliuočių medžių analizę;
2. Išanalizuoti abiotinių veiksnių, vabzdžių, gyvūnų, infekcinių ligų pažeistus medžius;
3. Įvertinti biosferos poligone žievėgraužio tipografo padarytą žalą.

**Tiriamąo darbo objektas** - Žaliosios girios biosferos poligonas. Jis užima 14174 ha. Šis biosferos poligonas buvo įkurtas 2004 m. Tikslas – išsaugoti retus gyvūnus, augalus ir jų augavietes.

Straipsnis susideda iš santraukos, reikšminių žodžių, teorinės įžvalgos, metodikos, tyrimo rezultatų ir išvadų.

## **Teorinės įžvalgos**

Miškai yra esminės buveinės daugeliui retų ir saugomų paukščių rūšių. Paukščių rūšių įvairovė ir populiacijų tankumas yra tiesiogiai susiję su miško struktūra. Medžių amžius, rūšinė sudėtis ir struktūrinė įvairovė sukuria specifines buveines skirtingoms paukščių rūšims (Doser, 2021). Negyva mediena ir brandūs medžiai daugelio paukščių rūšims suteikia lizdavietes, mitybos šaltinius ir palaiko miško ekologinę funkciją. Genių gyvavimas priklauso nuo senų ir suirusių medžių, kurie dažnai miškuose yra pašalinami arba randami nedideli jo kiekiai. Negyvos medienos pašalinimas taip pat gali sumažinti ir vabzdžių populiacijas, kurios yra pagrindinis maisto šaltinis daugeliui paukščių (Newton, 1994).

Tačiau šių buveinių stabilumą ir kokybę gali paveikti įvairūs veiksniai, tarp jų ir kenkėjai, tokie kaip žievėgraužis tipografas.

Nors padidėjęs negyvos medienos kiekis kai kurioms paukščių rūšims gali būti naudingas, retoms ir specializuotoms rūšims, tokioms kaip juodasis gandras (*Ciconia nigra*) ir vapsvaėdis (*Pernis apivorus*), masiniai žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) sukeltami miškų pažeidimai yra žalingi dėl buveinių praradimo ir struktūrinių miškų pokyčių (Saab and Vierling, 2001; Kulakowski et al., 2016).

Pastaraisiais dešimtmečiais klimato kaita ir su ja susiję aplinkos pokyčiai kelia vis didesnę grėsmę miškų ekosistemoms, ypač spygliuočių medynams (Allen ir kt., 2010). Lietuvoje paprastoji pušis (*Pinus sylvestris*) ir paprastoji eglė (*Picea abies*) sudaro reikšmingą miškų dalį, tačiau jų būklė prastėja dėl įvairių veiksnių. Tyrimai rodo, kad klimato šiltėjimas gali sukelti miškininkystės iššūkių, ypač susijusių su biologine įvairove ir ekosisteminių paslaugų teikimu (Ozolinčius ir kt., 2014).

Klimato kaitos poveikis pasireiškia per ekstremalius meteorologinius ir hidrologinius reiškinius, tokius kaip audros, potvyniai, sausros, kurie gali sukelti rimtus medžių pažeidimus ir sudaryti palankias sąlygas kenkėjų plitimui. Ypatingai didelį poveikį medžiams turi vasaros sausros. Tyrimai parodė, kad paprastoji eglė buvo labiau pažeidžiama vasaros sausros bei pasižymėjo mažesniu atsparumu, ir ilgesniu atsistatymo laikotarpiu nei paprastoji pušis, o tai gali turėti įtakos jų augimo dinamikai mišriuose miškuose (Aldea ir kt., 2022). Klimato kaitos sukelti meteorologiniai reiškiniai, tokie kaip ilgesnės vasaros sausros ir dažnesnės audros, turi tiesioginį poveikį medžių būklei. Paprastoji eglė yra ypač jautri sausrai, o jos šaknų sistema nepakankamai efektyviai pasisavina vandenį iš gilesnių dirvožemio sluoksnių, todėl šie medžiai labiau nukenčia sausros metu. Kita vertus, pušų

atsparumas taip pat mažėja, nes ekstremalūs aplinkos veiksniai silpnina jų imuninę atsaką, sudarydami palankias sąlygas kenkėjų invazijoms (Lindner et al., 2014).

Pastaruoju metu, eglynams didelę grėsmę kelia žievėgraužis tipografas. Šis liemenų kenkėjas padarė daug žalos visoje Lietuvoje, o vakarinėje Lietuvos dalyje esančiuose rajonuose paskelbta ekstremali padėtis. Žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) plitimas stiprėja dėl šiltesnių orų ir sumažėjusio medžių atsparumo stresui. Šie kenkėjai ne tik mažina medžių augimo potencialą, bet ir sukelia didelio masto miškų džiuvimą, ypač po ilgalaikių sausros laikotarpių (Seidl et al., 2017).

Prognozės rodo, kad dėl didėjančių temperatūrų ir besikeičiančių kritulių režimų, iki XXI amžiaus pabaigos sąlygos Lietuvoje taps mažiau palankios spygliuočių medžių rūšims, tokioms kaip paprastoji eglė ir paprastoji pušis (Šilinskas ir kt., 2024).

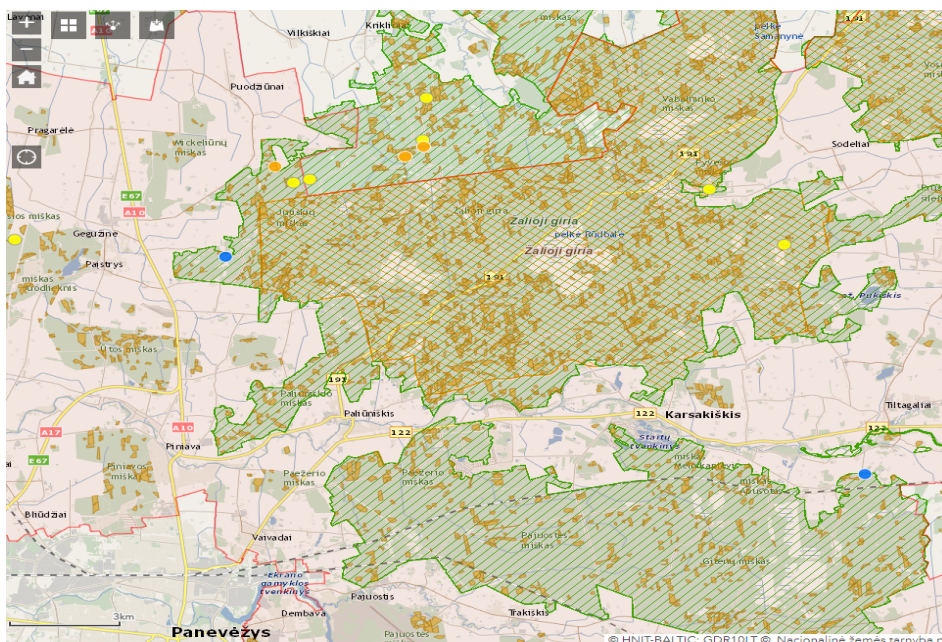
## **Tyrimų metodika**

Atliekant šį tyrimą, atsitiktiniu būdu atrinkta dešimt tipingų barelių, nustatytos kiekvieno barelio koordinatės, išmatuoti medžių skersmenys, nustatytas medžių aukštis, augavietė, ardiškumas, trakas, pomiškis, žolinė danga, įvertinta medžių būklė. Į apskaitą įtraukta 96 medžiai. Remiantis V. Stravinskienės parengta metodika nustatytas miško tipas (Stravinskienė, 2009).

Tyrimo bareliuose medžiai buvo suklasifikuoti į klases pagal L. Kairiūkščio sudarytą medžių klasifikaciją, kurioje visi medžiai yra skirstomi į keturias klases: A1, A, B ir C.

Medyno skalsumas buvo vertinamas vizualiai. Medyno skalsumas tai medžių gausą medyne apibūdinantis rodiklis, išreiškiamas medžių skerspločių sumos arba medžių skaičiaus ir atitinkamo etaloninio medyno rodiklio santykiu. Etaloninis medynas yra toks, kuriame medžių lajos yra visiškai susivėrusios ir jų santykinis skalsumas prilyginamas 1,0. Skalsumas išreiškiamas koeficientais nuo 0,3 iki 1,0. Nesant tuščių prošvaisčių medyno lajose, medyno skalsumas bus lygus 1,0, jei prošvaisčių užima pusę medyno lajų ploto, skalsumas bus lygus 0,5 ir t. t. Minimalus medyno skalsumas yra 0,3. Jei medyno skalsumas mažesnis nei 0,3, apaugęs medžiais plotas sudaro retmę ir sklypas laikomas mišku neapaugusia žeme, o jame augantys medžiai aprašomi kaip pavieniai. 0,3–0,4 skalsumo medynai priskiriami retiems, 0,6–0,7 – vidutinio tankumo, o 0,8–1,0 – tankiems (Miško savininko elementorius, 2016).

Žalioji giria yra įtraukta į „Natura 2000“ saugomų teritorijų sąrašą, ūkinė veikla šiuose miškuose vykdoma pagal II gr. medynų reikalavimus, kas apsunkina liemeninių kenkėjų židinių likvidavimą ir kontrolę. Į paveikslą pateikti potencialūs eglynai, kuriuose gali būti fiksuojami nauji židiniai. Geltona spalva pažymėtos vietos, kur kenkėjų pažaidos yra likviduotos, ruda spalva pažymėti būsimi žievėgraužio tipografo židiniai.



**1 pav.** Potencialiai pavojingi eglių medynai dėl žievėgraužio tipografo židinių  
**Fig. 1.** Potentially at risk spruce stands due to outbreaks of bark beetle (*Ips typographus*)

Didžioji dalis saugomų perimviečių teritorijų patenka į potencialias vietas, kur galimi žievėgraužio tipografo židinių protrūkiai.

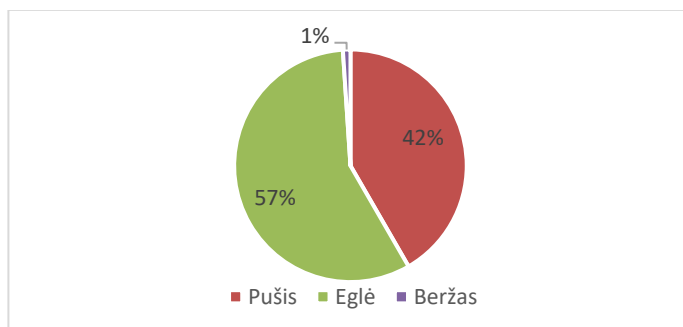
Europos miškų sveikumo monitoringe medžių lajų defoliacija yra vienas iš pagrindinių medžių būklės vertinimo rodiklių. Defoliacija buvo vertinta pagal spyglių netekimą lyginant su turinčiu visą spyglių masę (etaloniniu) medžiu, išreikštu procentais. Medžių būklės vertinimui buvo pasinaudota specialiu atlasu (Muller, Stierlin, 1990). Etaloniniu medžiu paprastai būna arba tos pačios augimo ir vystymosi klasės, tokio paties šakojimosi tipo medis, augantis kur nors netoliese, arba atitinkama to medžio nuotrauka (tam naudojami specialūs atlasai). Kuo mažesnė defoliacija, tuo medžiai yra sveikesni - geriau auga, turi visus spyglius. Pagal lajų defoliacijos rodiklius medžiai skirstomi į 5 pažeidimo klases:

- 0 klasė – sąlygiškai sveiki medžiai (defoliacija iki 10 %);
- 1 klasė – menkai pažeisti medžiai (defoliacija 11–25 %);
- 2 klasė – vidutiniškai pažeisti medžiai (defoliacija 26–60 %);
- 3 klasė – stipriai pažeisti medžiai (defoliacija 61–99 %);
- 4 klasė – žuvę medžiai (100 %).

Kitas labai svarbus medžių būklės rodiklis yra vizualiai nustatomi biotiniai ir abiotiniai medžių pažeidimai. Išskiriamos tokios pažeidimų grupės: biotiniai – sukelti žvėrių, vabzdžių – kenkėjų, ligų ir žmogaus veiklos bei abiotiniai – dažniausiai sukelti klimatinio reiškinio. Kiekviena šių pažeidimų grupių yra detalčiau skirstoma pagal pažeidimo vietą, pažeidžiantį veiksni. Pagal tarptautinės miškų būklės stebėjimo programos „ICP-Forest“ paruoštą pažeidimų vertinimo metodiką (UN/ECE, 2010) buvo nustatoma pažeidimo vieta medyje, aprašomi pažeidimo simptomai ir požymiai, nustatomas pažeidimą sukeliantis veiksnys ir pažeidimo intensyvumas.

## Tyrimo rezultatai

Žaliosios girios poligone vyrauja spygliuočių medžių rūšys. Daugiau nei 40 % sudaro paprastoji pušis, apie 60 % - paprastoji eglė (2 pav.).

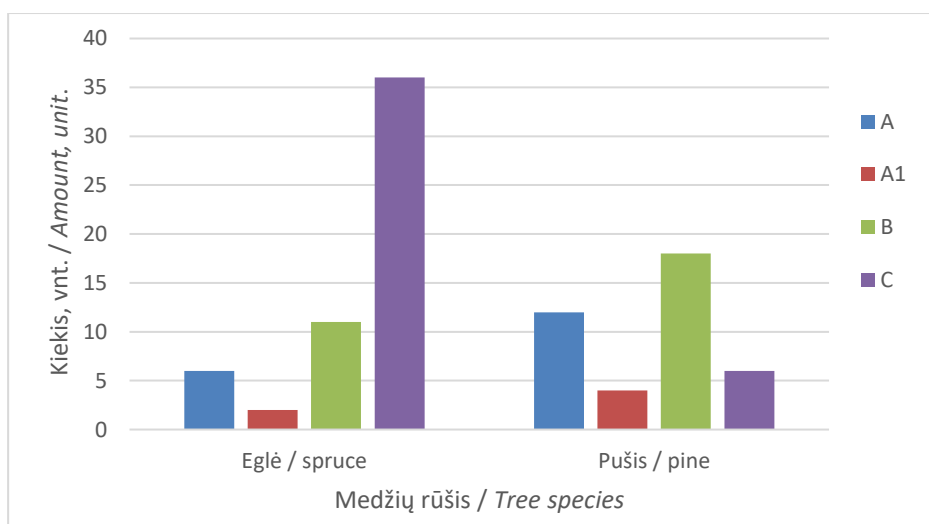


**2 pav.** Medynų rūšinė sudėtis  
**Fig. 2.** Species composition of stands

Tokia medyno sudėtis Žaliąją girią daro itin patrauklią žmonėms visais metų laikais. Tačiau, dėl tokios rūšinės sudėties netinkamai prižiūrimas medynas gali sunkiau atlaikyti stipresnius vėjus ir liūtis, galimos vėjolaužos ir vėjovartos, didesnė tikimybė liemeninių kenkėjų židinių protrūkiams.

Kyla didžiulė grėsmė ne tik saugotinoms rūšims, bet ir paties medyno išlikimui. Žaliosios girios biosferos poligone esančiuose medynuose vyrauja 0,6 – 0,8 lajų glaudumas, tai reiškia, kad po galimo kenkėjų protrūkio atsivertų miško aikštės arba retmės. Tai pakeistų mikroklimatą, vandens ir šviesos režimą, stipriai įtakotų temperatūrų skirtumus, susidarytų salygos vešėti žoliniais augalais.

Tyrimo metu buvo nustatyta medžių klasė kiekviename barelyje buvusiam medžiui. Kaip matome pateiktame paveiksle didžioji dalis eglių ir pušų patenka į B ir C klases (3 pav.).



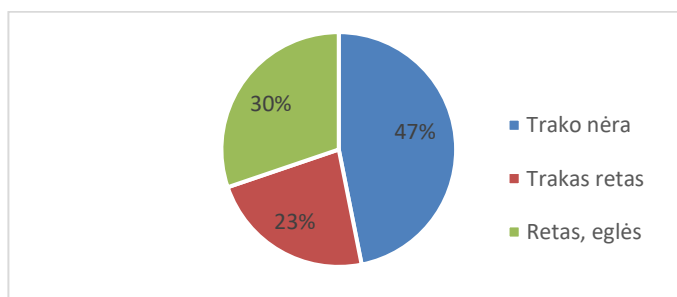
**3 pav.** Medžių pasiskirstymas pagal klases  
**Fig. 3.** Distribution of trees by class

Užstelbti (C klasės) medžiai sudarė 44 %, iš kurių 38 % sudarė eglės. Didelis kiekis užstelbtų medžių kiekiui didelę įtaką galėjo turėti vidurūšinė konkurencija dėl saulės šviesos, maisto medžiagų ir vandens.

Silpnai besivystantys, suspaustomis lajomis, plonais stiebais (B klasės) medžiai sudarė 30 % visų medžių.

Kaip teigia Danusevičius, Lietuvoje penktadalio įveistų miško želdinių būklė yra prasta arba medeliai visai sunykę. Žuvimo priežastys yra labai įvairios: nuo žvėrių pakenkimų žūva 48 proc., kitų medžių stelbimo – 23 proc., užmirkimo – 13 proc. bei dėl kitų priežasčių – 16 proc. miško želdinių (Danusevičius, 2007).

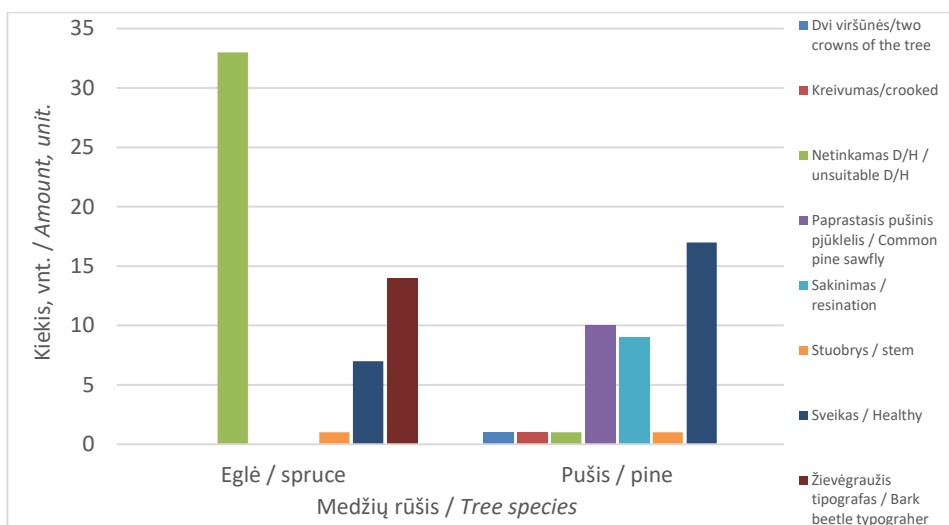
Tipiškuose bareliuose žolinė danga buvo minimali, vyravo samanų danga, kuri dengė didžiąją dalį visų barelių – vietomis iki 80 %, visur buvo sutinkamos mėlynės, kartais bruknė ir kiškiakopūstis. Trakas retas – iki 10 % ar mažiau, dažnai sudarytas iš nepotencialaus paprastosios eglės pomiškio. Potencialaus savaiminio pomiškio nebuvo rasta. Remiantis V. Stravinskienės parengta metodika (2009) ir jos knygoje aprašytais miškų tipais bei indikaciniais augalais miško augavietę galima priskirti žaliašiliui.



**4 pav.** Trako pasiskirstymas  
**Fig. 4.** Distribution of the understory

Tyrimo metu nustatyta, kad bareliuose dažnu atveju trako nėra arba jis sudarytas iš savaiminių paprastosios eglės želdinių (4 pav.). Visi šie želdiniai buvo priskirti trakui, dėl stipraus užstelbtumo išreikšto skėtiškomis viršūnėmis, mažo metinio prieaugio. Tai reiškia, kad net pagerėjus augimo sąlygoms, iš bareliuose nustatytų eglių, kurios buvo priskirtos trakui, sveiki ir stiprūs medžiai neturės galimybės užaugti. Didelė tikimybė, kad tokios paprastosios eglės bėgant laikui visai sunyks neatlaikę brandžių medžių konkurencijos, nes ir šių savaiminukų nustatytas kiekis buvo labai nedidelis, visuose dešimtyje barelių tokių eglių į apskaitą įtraukta vos 20 vnt.

Medienos pažaidos arba stipri vidurūšinė konkurencija daro medyną mažiau atsparų stichijai ar kenkėjų židiniams, todėl labai svarbu nuolatos stebėti medynų būklę, ypač saugomose teritorijose. Renkant informaciją šiam tyrimui buvo vertinama ne tik medžių klasė, bet ir nustatoma galimų kenkėjų rūšis. Aktualiausi miškų kenkėjai šiuo metu yra žievėgraužis tipografas ir pušinis pjūklelis (5 pav).



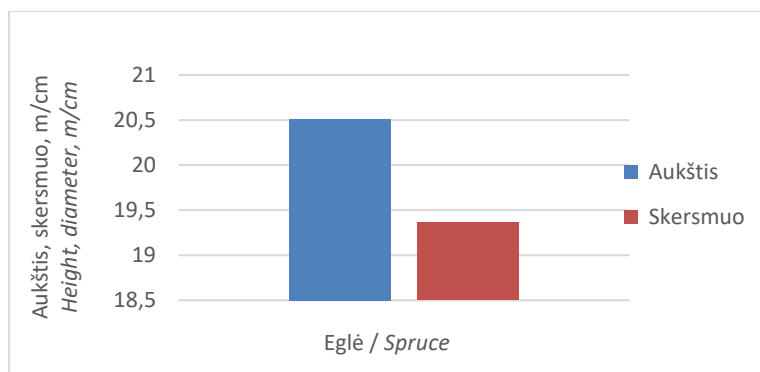
**5 pav. Medžių pažaidos**

**Fig. 5. Tree damage**

Tyrimo metu nustatyta, kad 35 % eglų buvo pažeistos žievėgraužio tipografo. Remiantis valstybinių miškų tarnybos duomenimis 2024 m. daugiausiai žievėgraužio tipografo židinių nustatyta Panevėžio regioninio padalinio teritorijos eglėnuose, kas ir galėjo turėti įtakos žievėgraužio išplitimui Žaliosios girios poligone. Šis kenkėjas apninka žalias vyresnio amžiaus egles, kurių gausu šiame poligone.

Lietuvoje taip pat sparčiai plinta paprastas pušinis pjūklelis. Miškų tarnybos duomenimis, dažniausiai židiniai formuojasi pietų ir rytų Lietuvoje augančiuose pušynuose. Tyrimo metu nustatyta 18 % pušinio pjūklelio pažeistų pušų.

Biosferos poligone nustatyta, kad didžioji dalis eglų auga su netinkamu aukščio ir skersmens santykiu (6 pav).



**6 pav. Vidutinis eglų aukštis ir skersmuo**

**Fig. 6. Average height and diameter of spruce trees**

Netinkamas aukščio ir skersmens santykis reiškia, kad medis, dėl užsteltumo visą savo energiją skiria ne metinių rievių auginimui – skersmeniui, o esant konkurencijai dėl saulės šviesos, stiebiasi į viršų. Laibas medžio liemuo tokius medžius daro mažiau atsparius vėjovartoms ir vėjolaužoms. Tokie medžiai yra silpnesni, klasifikuojami kaip B arba C

grupės ir yra mažiau atsparūs ligoms ar kenkėjams, tokiems kaip žievėgraužis tipografas. Tokiuose medžiuose pirmieji kenkėjų buvimo požymiai yra sunkiai pastebimi.

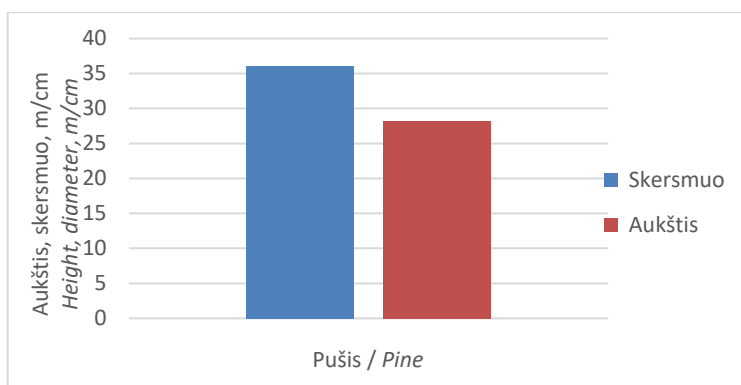
Tipografų židinius sudėtinga aptikti, nes kenkėjų apniktos eglės savo lajomis gali ilgai niekuo išoriškai nesiskirti nuo sveikų, atrodyti žalios ir gyvybingos. Todėl apžiūros metu reikia pamatyti tai, kas plika akimi nematoma: po žalių eglių žieve pasislėpusias kinivarpas. Sausringą vasarą džūstantys spygliai gali pablykšti ir iš lajų birti žali, net neįgavę gelsvos ar rudos spalvos spygliai. Pasak Vasiliausko (2014), kenkėjus išduoda tik rudos išgraužos, byrančios iš po eglių žievės (primena smulkiai maltą kavą). Išgraužos ir yra pagrindinis ir vienintelis tikras išorinis požymis, rodantis, kad egles apniko liemenų kenkėjai. Todėl saugomose teritorijose labai svarbu laiku vykdyti medžių žvalgymą.

Kai kuriais atvejais šie kenkėjai nustatomi ir paprastose pušyse (7 pav).



**7 pav.** Žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) pažeista pušis  
**Fig. 7.** A pine tree damaged by the spruce bark beetle (*Ips typographus*)

Nors pušų pažeidimai ir nėra masiniai, tačiau medyne, kurį sudaro 90 % spygliuočiai, saugaus medžio nebėra. Per artėjančias šių metų audras, tokie medžiai gali tapti vėjolaužomis. Ekonominiu atžvilgiu vienokie ar kitokie pušų pažeidimai, turi didelę neigiamą įtaką. Šiuose medynuose pušys patenka į aukštą vertinimo klasę, dėl didelės skersmens apimtys ir vidutinio aukščio (8 pav.).



**8 pav.** Pušų vidutinis aukštis ir skersmuo  
**Fig. 8.** Average height and diameter of pine trees

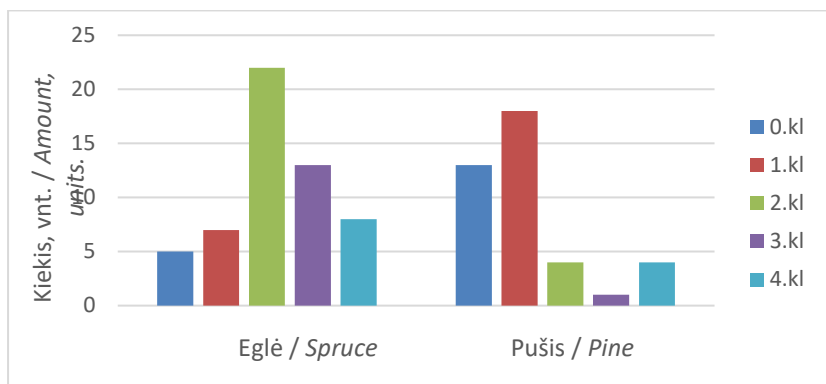
Daugelį metų šiame poligone buvo vykdoma praktika, kai vegetuojančių medžių kamienai reguliariai pažeidžiami siekiant gauti jų gyvybinės veiklos produktus prieš kirtimą. Pasaulyje dažniausiai praktikuojamas spygliuočių, ypač pušų, sakų išgavimas per jų sakininimą. Nedidelis nusakintas plotelis sveikam medžiui beveik nekenkia, tačiau dideli nužievinti ir surantyti plotai daro reikšmingą žalą medžiui (9 pav.). Dėl šios priežasties nuolat sakinami medžiai vėliau paprastai būdavo kertami.



**9 pav.** Pušų sakinimo metu pažeistas medis  
**Fig. 9.** Tree damaged during pine resin extraction

Atliekant tyrimus nustatyta, kad tirtuose bareliuose apie 16 % pušų buvo pažeistos sakų išgavimo metu. Šie medžiai ne tik turi pažeistą paviršiaus sluoksnį, bet ir priversti didelę dalį savo energijos skirti žaizdų užgydymui. Tačiau dėl didelio nužievintų plotų masto šis procesas dažnai tampa neįmanomas, o tai reikšmingai sumažina medžio atsparumą ir sudaro palankias sąlygas puviniiui, ligoms bei kenkėjams plisti. Paveikslėlyje matoma atplysusi balanės dalis, rodanti, kad pažeisti medžiai taip pat tampa labiau pažeidžiami vėjolaužų. Tik nupjovus tokį medį galima nustatyti, kiek padarinės medienos jau yra sugadinta arba kiek suprastėjo jos kokybė dėl sakų gavybos, kuri Lietuvoje buvo vykdoma nuo Antrojo pasaulinio karo iki 1994 metų.

Dar vienas labai svarbus rodiklis nurodantis medžių būklę yra medžių lajų defoliacija. Pušų ir eglų lajų defoliacija pateikta 10 paveiksle.



**10 pav.** Pušų ir eglų lajų defoliacija  
**Fig. 10.** Defoliation of pine and spruce crowns

Būklės vertinimo metu nustatyta, kad didžiausia defoliacija yra paveikusi paprastąsias egles. 80,1 % eglų buvo 2 - 4 defoliacijos klasės (vidutiniškai, stipriai pažeisti ir žuvę medžiai). Tam didelę įtaką galėjo turėti vidurūšinė konkurencija. Nors bareliuose, kuriuose buvo atliktas tyrimas nebuvo antro ardo, tačiau stiprios ir gerai išsivysčiusios paprastosios pušys užgožė gerokai žemiau augančias egles. Taip paprastosios pušys ne tik užstojo gyvybiškai reikalingą saulės šviesą, bet ir sumažino maistinių medžiagų bei gaunamo vandens kiekius, reikalingus eglėms augti.

Tyrimo metu nustatyta 13,5 % pušies medžių be žymesnių defoliacijos požymių (0 defoliacijos klasė), t.y. beveik tris kartus daugiau nei eglų. Į šią statistiką taip pat buvo įtraukti ir medžiai, kurie turėjo žievėgraužio tipografo pažaidas, jie priskirti ketvirtai klasei. Visi į ketvirtą klasę pakliuvę paprastosios pušies medžiai buvo pažeisti pušinio pjūklelio.

## Išvados

1. Tyrimo metu į apskaitos barelius pateko 96 medžiai, iš kurių 95 buvo spygliuočiai (pušys ir eglės), o tik 1 – lapuotis (beržas).
2. Vidutinis paprastosios eglės aukštis siekė 20,5 m, skersmuo – 19,36 cm. Paprastosios pušies vidutinis aukštis buvo 28 m, skersmuo – 36 cm.
3. Trakas buvo retas (iki 10 %) ir dažnai sudarytas iš nepotencialaus paprastosios eglės pomiškio.
4. Užstelbti (C klasės) medžiai sudarė 44 %, iš kurių 38 % buvo eglės. Silpnai besivystantys medžiai (B klasė), pasižymintys suspaustomis lajomis ir plonais stiebais, sudarė 30 % visų medžių.
5. Tirtuose bareliuose nustatyta, kad apie 16 % pušų buvo pažeistos dėl sākų išgavimo praktikos.
6. Eglų pažeidimų tyrimas atskleidė, kad 35 % jų buvo užpulti žievėgraužio tipografo, o 18 % pušų – paprastojo pušinio pjūklelio.
7. Defoliacijos analizė parodė, kad 80,1 % eglų pateko į 2–4 defoliacijos klases (vidutiniškai pažeisti, stipriai pažeisti ir žuvę medžiai). Tuo tarpu 13,5 % pušų neturėjo

žymesnių defoliacijos požymių (0 defoliacijos klasė), t. y. beveik tris kartus daugiau nei eglių.

Gauti tyrimo rezultatai patvirtina būtinybę vykdyti tvarias miškų kirtimo ir apsaugos priemones, siekiant užkirsti kelią spygliuočių pažeidimams nuo kenkėjų ir kitų neigiamų veiksnių. Eglių ir pušų pažeidimai ne tik mažina medžių atsparumą, bet ir kelia grėsmę biologinei įvairovei, kuriai šie medžiai yra labai svarbūs, ypač paukščiams ir kitiems miško ekosistemų organizmams. Efektyvi miškų apsauga ir atsakingas valdymas yra esminiai siekiant išsaugoti šias ekosistemas.

## Literatūra

1. Aldea J., Ruiz Peinado R., del Rio M., Pretzsch H., Heym M., Brazaitis G., Jansons A., Metslaid M., Barbeito I., Bielak K., Hysten G., Holm S.O., Nothdurft A., Sitko R., Lof M. 2022. Timing and duration of drought modulate tree growth response in pure and mixed stands of Scots pine and Norway spruce. *Journal of Ecology*, 110, p. 2673–2683.
2. Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D., Hogg E.H., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S.W., Semerci A., Cobb N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, Volume 259, Issue 4, p. 660-684.
3. Doser, J. W., A. S. Weed, E. F. Zipkin, K. M. Miller, and A. O. Finley. 2021. Trends in bird abundance differ among protected forests but not bird guilds. *Ecological Applications* 31(6):e02377. 10. 1002/eap.2377
4. Kulakowski, D., Veblen, T. T., & Bebi, P. (2016). Managing bark beetle outbreaks (*Ips typographus*, *Dendroctonus* spp.) in conservation areas in the 21st century. *Forestry*, 89(2), 201-213.
5. Miško savininko elementorius. 2016. LR aplinkos ministerija, Vilnius, p. 116
6. Muller, E., Stierlin, R. 1990. Tree crown photos (with percent-ages of foliage loss). *Snow and Landscape Research Journal*. Swiss Federal Institute for Forest. 229 p.
7. Newton, I. (1994). The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: A review. *Biological Conservation*, 70(3), 265-276.
8. Lindner M., Fitzgerald J., Zimmermann N., Reyer Ch., Delzon S., van der Maaten E., Schelhaas M., Lasch P., Eggers J., van der Maaten-Theunissen M., Suckow F., Psomas A., Poulter B., Hanewinkel M. 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 146, 69–83.
9. Ozolinčius R., Lekevičius E., Stakėnas V., Galvonaitė A., Samas A., Valiukas D. 2014. Lithuanian forests and climate change: Possible effects on tree species composition. *European Journal of Forest Research*. 133 (1).
10. Saab, V. A., & Vierling, K. T. (2001). Reproductive success of Lewis's Woodpecker in burned pine and cottonwood riparian forests. *The Condor*, 103(3), 491-501.
11. Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Wild J., Ascoli D., Petr M., Honkaniemi J., Lexer M. J., Trotsiuk V., Mairota P., Svoboda M., Fabrika M., Nagel T. A., Reyer Ch. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7(6), 395–402.

- 12.Šilinskas B., Linkevičius E., Aleinikovas M., Beniušienė L., Škėma M. 2024. The Impact of Different Thinning Regimes on the Growth Dynamics of Pure Norway Spruce Stands in Lithuania. *Forests* 15 (10) 1791.
- 13.Stravinskienė V. 2009. Aplinkos bioindikacija. VDU leidykla, p. 332
- 14.UN/ECE, 2010. Manual on Methodologies and Criteria for harmonised Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests, Hamburg/Geneva: Programme Coordinating Centre.

**Černulienė Sinilga, Ramunė Dambrauskienė**

## **Assessment of the Condition of Coniferous Trees in the Žalioji Forest Biosphere Polygon**

### *Summary*

The decline of coniferous trees in the Žalioji Forest Biosphere Polygon threatens not only the stability of the forest ecosystem but also the survival of rare bird species such as the black stork (*Ciconia nigra*), the honey buzzard (*Pernis apivorus*), and the pygmy owl (*Glaucidium passerinum*). Protecting this forest massif is essential for preserving biodiversity, maintaining ecological functions, and sustaining the region's social and economic significance.

The objective of this study is to assess the health status of pine and spruce trees in the Žalioji Forest Biosphere Polygon, identifying the primary factors negatively impacting these species.

To achieve this research goal, ten representative plots were randomly selected, and their coordinates recorded. The study involved measuring tree diameters and heights, assessing site type, canopy density, undergrowth, shrub cover, and herbaceous vegetation, as well as evaluating overall tree condition. A total of 96 trees were included in the survey plots.

The average height of Norway spruce was 20.5 m, with an average diameter of 19.36 cm, while Scots pine had an average height of 28 m and a diameter of 36 cm. Understory density was low, reaching up to 10%, and was predominantly composed of non-viable Norway spruce undergrowth.

According to the stand classification, Class C trees (suppressed with restricted growth) accounted for 44% of the total, of which 38% were spruce. Weakly developing trees (Class B), characterised by compressed crowns and thin stems, made up 30% of all trees.

Approximately 16% of pine trees showed damage caused by resin extraction activities. Regarding biotic damage, 35% of spruce trees were affected by the bark beetle, while 18% of pine trees were impacted by the pine sawfly.

Canopy defoliation analysis revealed that 80.1% of spruce trees fell into defoliation classes 2–4 (moderately damaged, severely damaged, or dead). In contrast, 13.5% of pine trees belonged to defoliation class 0, indicating no significant canopy damage—almost three times higher than the percentage observed in spruce.

The results of the study highlight the urgent need for sustainable forest management practices to mitigate conifer damage caused by pests and other environmental stressors. The deterioration of spruce and pine trees weakens forest resilience and threatens biodiversity, particularly avian species dependent on these trees. Effective forest protection efforts and responsible forest management are crucial to preserving these ecosystems.

*Keywords: Žalioji Forest Biosphere Polygon, coniferous trees, damage.*

# KAUNO MIESTO CENTRINĖS DALIES MENTALINIO ŽEMĖLAPIO POKYČIŲ TYRIMAS

**Vaida Vaitkutė Eidimtienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Miesto mentalinis žemėlapis, kaip žmogaus subjektyvus miesto ar jo dalies vaizdo suvokimo atvaizdavimas, atspindintis individualių santykių su erdve, yra naudojamas, norint sukurti patrauklesnę, lengviau suprantamą ir prieinamą aplinką gyventojams. Tokie žemėlapiai ne visada tiksliai atspindi tikrąją miesto geografiją, kadangi juose daugiau dėmesio skiriama reikšmingiems objektams ir jų tarpusavyje ryšių analizei, o tai padeda spręsti socialines problemas, identifikuoti nesaugias, nepatogias, estetiškai nepatrauklias erdves. Sociologijoje, psichologijoje, menotyroje šie žemėlapiai naudojami analizuojant skirtingų grupių (vietinių gyventojų ir lankytojų) miesto suvokimo skirtumus, pabrėžiant, kaip emocijos, asmeninė patirtis ir kultūrinis kontekstas formuoja skirtingas erdvės interpretacijas.

Kauno miesto centrinės dalies mentalinis vaizdas 2020–2024 m. laikotarpiu patyrė reikšmingų pokyčių. Gamtinių ir urbanistinių komponentų svarba kito bei, atsižvelgiant į gyventojų ir lankytojų poreikius, vyko transformacijos. Kai kurios viešosios erdvės tapo labiau lankomos, o jų reikšmė mentaliniame miesto žemėlapyje išaugo. Tuo tarpu pagrindiniai transporto mazgai, kelių ir ribų struktūra išliko stabilūs, užtikrinant aiškų miesto skaitomumą.

*Raktažodžiai: mentalinis žemėlapis, miestovaizdis, orientyrai, mazgai, ribos.*

## **Įvadas**

Miestas urbanistine prasme dažniausiai apibrėžiamas kaip sudėtinga, tarpusavyje įvairiais ryšiais susijusių elementų ir procesų sistema (Vanagas 1992, Juškevičius, 2015; Vyšniūnas, 2013). Sistemų teorijos kontekste, apibrėžiant miestą kaip sistemą, jis suprantamas kaip sudėtingas, tarpusavyje įvairiais ryšiais susijęs elementų (pastatai, infrastruktūra, institucijos, bendruomenės, gamtinė aplinka), procesų, srautų tinklas, kuris veikia kartu. Miesto kaip sistemos suvokimas padeda miestų tyrėjams bei planuotojams numatyti planuojamų intervencijų rezultatus, kurti strategijas, skirtas tvarumui ir gyvybingumui didinti. Pabrėžiamas holistinis miesto aplinkos pobūdis ir tai, kad, priimant sprendimus, svarbu atsižvelgti į įvairių elementų sąveiką. Mentalinis žemėlapis - vienas tokių planavimo įrankių.

Mentalinių žemėlapių pradininku laikomas amerikiečių urbanistas Kevinas Lynchas (Kevin Lynch), kuris 1960 m. išleistoje knygoje „The Image of the City“ („Miesto įvaizdis“) pristatė kasdienėmis žmonių patirtimis paremtą miesto suvokimą formuojančių mentalinių žemėlapių sudarymo metodiką. Mentalinio žemėlapių metodas (angl. mental mapping) yra naudojamas šiuolaikiniame miestų planavime analizuojant gyventojų/ lankytojų miesto erdvių suvokimą, maršrutų pasirinkimą, reikšmingų arba probleminių vietų įvardinimą. Amerikos Planavimo Asociacijos (2019) (angl. American Planning Association) teigimu dalyvaujamojo planavimo modeliuose šis metodas leidžia padidinti visuomenės įtraukimą bei užtikrinti efektyvesnį gyventojų poreikių tenkinimą

Efektyvesniam Kauno miestovaizdžio formavimui KTU prof. K. Zaleckis 2002 m. pasiūlė naudoti K. Lyncho (K. Lynch) miesto vaizdo modelį. Profesoriaus teigimu mentalinis žemėlapis atskleidžia dabartinį miesto mentalinį vaizdą, identifikuoti „baltąsias“ dėmes, įvertinti struktūros efektyvumą, pasitelkiant urbanistines priemones, užtikrinti miesto vaizdo skaitomumą, psichologinį - estetinį priimtinumą.

Miesto mentalinio žemėlapio tyrimas yra itin aktualus, nes urbanistinės erdvės nuolat kinta dėl naujų pastatų kompleksų, stadionų statybos, žaliųjų erdvių transformavimo. Tokie pokyčiai ne tik keičia miesto fizinį vaizdą, bet ir daro tiesioginę įtaką miesto lankytojų bei gyventojų erdvinės orientacijos suvokimui, psichologiniam komfortui ir emocinei patirčiai. Tai itin svarbu planuojant darnų miesto augimą, užtikrinant, kad nauji urbanistiniai sprendimai ne tik prisidėtų prie estetikos ir funkcionalumo, bet harmonizuotų miestą kaip visumą, išlaikant jo istorinį, kultūrinį bei socialinį identitetą.

**Tyrimo tikslas** – išanalizuoti Kauno miesto centrinės dalies mentalinio žemėlapi pokyčius per pastaruosius metus.

Tiksliui pasiekti iškelti **uždaviniai**:

5. Įvertinti miesto centrinės dalies urbanistinių ir gamtinių komponentų svarbą miesto mentaliniame vaizde.
6. Ištirti judėjimo būdų poveikį miesto mentalinio vaizdo suvokimui ir skaitomumui.
7. Identifikuoti pagrindinius Kauno miesto centrinės dalies mentalinio vaizdo pokyčius ir jų priežastis.

## **Tyrimo metodika**

Straipsnyje taikytas bibliografinių šaltinių, mokslinių publikacijų, elektroninių išteklių apibendrinimo ir analizės metodas, sociologinės apklausos, mentalinio vaizdo žemėlapi (mental map) sudarymo ir stebėjimo (vietos fotofiksacija) metodai. Siekiant detalizuoti miesto centrinės dalies mentalinį vaizdą bei išanalizuoti nuo 2020 iki 2024 m. įvykusius pokyčius, buvo taikytas tas pats K. Lynčo (K. Lynch) miesto vaizdo tyrimo modelis. Mentalinio vaizdo žemėlapi sudarymo tyrimui pasirinktas plotas miesto centre – 4 x 1,5 km, atlikti lauko tyrimai, foto fiksacija (2020-2024 m.), interviu pagal (Lynch, 1960) metodikos klausimyną. Apklausos imtis atitinka originalaus tyrimo apimtį (paprastai naudojama nuo 15 iki 30 anketų, interviu). Buvo apklausti 50 (18 - 65 metų) amžiaus respondentai. Tyrimo duomenys lyginimui rinkti dviem etapais: (pirmas) 2020 11 25 - 12 05 ir (antras) 2024 11 25 - 12 05 laikotarpiu.

## **Rezultatai**

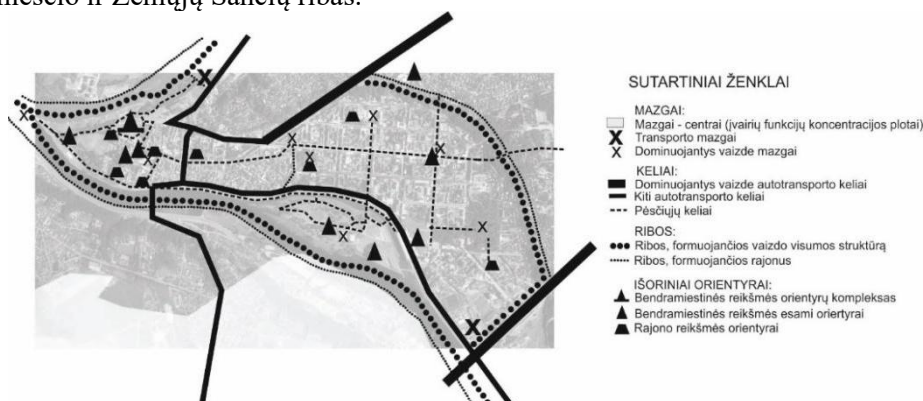
Atlikus 2020 m. apklausas, buvo įvardinti pagrindiniai transporto mazgai: Pilies žiedas, Prietilčio g., Karaliaus Mindaugo prospekto ir K. M. Čiurlionio tilto sankryža (su įvažiavimu iš Kaunakiemio g. ir išvažiavimu į A. Juozapavičiaus pr.). 2024 m. duomenys parodė, jog pagrindiniai transporto mazgai iš esmės išliko tie patys, tačiau urbanistiniai pokyčiai kitose miesto vietose darė netiesioginę įtaką transporto srautų pasiskirstymui. Stipriai pakitus Vienybės aikštės reikšmei, ji tapo vienu labiausiai lankomų ir minimų objektų (tam įtakos galėjo turėti prieššventinis laikotarpis ir naujai parinkta miesto kalėdinės eglės vieta), kas lėmė laikinai padidėjusius transporto srautus.

Lyginat dominuojančius miesto vaizde urbanistinius ir gamtinius mazgus, respondentai pirmenybę teikė gamtiniais komponentams. 2020 m. pirmiausia paminėta Nemuno ir Neries santaka, tada – Nemuno sala, Ramybės parkas. 2024 m. stebimi pokyčiai, Nemuno sala tapo svarbesnė nei Nemuno ir Neries santaka. Tam įtakos turėjo naujai atsiradę traukos objektai (daugiafunkcinis vandens sporto centras, „Mokslo sala“), pasikeitusios parko erdvės (aktyvaus poilsio zonos, vaikų žaidimo aikštelės, lauko amfiteatras su scena,

naujas takų tinklas, apšvietimas), rekordinio populiarumo sulaukusios nemokamo sporto inventoriaus pasiskolinimo stotelės.

Dominuojantys keliai, 2020 m. ir 2024 m. apklausos duomenimis, buvo ir išliko tie patys: Savanorių prospektas, Tunelio gatvė, Karaliaus Mindaugo prospektas, Birštono gatvė, Jonavos gatvė, Vytauto Didžiojo tiltas su išvažiavimu į Veiverių gatvę. Svarbiausiais pėsčiųjų takais 2020 m. įvardinti: Laisvės alėja, Vilniaus gatvė, Maironio, Mickevičiaus, Gedimino ir Jakšto gatvės, Santakos parko takas ir Nemuno salos žiedinis takas. 2024 m. Vilniaus gatvės svarba sumenko, tuo tarpu Nemuno salos žiedinis takas minimas antroje vietoje po Laisvės alėjos.

Miesto centrinės dalies ribos mentaliniame žemėlapyje nekito (1 pav.). Ribos formuojamos gamtinių elementų: Nemuno ir Neries vagos, Žaliakalnio. Urbanistinės ribos: Prietilčio ir Tunelio gatvės (iki Kauno geležinkelio stoties), kurios atitinka oficialias Naujamiesčio ir Žemųjų Šančių ribas.



**1 pav.** Kauno miesto mentalinis žemėlapis 2020-2024 (V. Vaitkutė Eidimtienė)

**Fig. 1.** Mental map of Kaunas city 2020-2024 (by V. Vaitkutė Eidimtienė)

Analizuojant bendramiestinės reikšmės orientyrų kaitą galima teigti, kad Kauno pilis išliko svarbiausiu orientyru tiriamuoju laikotarpiu (2002–2024 m.). Tai rodo šio objekto istorinę ir simbolinę svarbą miesto identitetui. Aiškiai matomi svarbos pokyčiai: 2020 m. duomenimis, po Kauno pilies sekė Kauno rotušė, Kauno Šv. arkangelo Mykolo (Įgulos) bažnyčia (vadinamasis Soboras), „Žalgirio“ arena, PC „Akropolis“, Kauno Šv. Petro ir Pauliaus arkikatedra bazilika, Šv. Jurgio Kankinio bažnyčia. 2024 m. duomenimis: Rotušė prarado savo svarbą, o Arkikatedra bazilika užėmė antrą vietą. Įgulos bažnyčia išliko trečioje pozicijoje, po jos sekė „Žalgirio“ arena ir „Akropolis“. Dauguma orientyrų, tokių kaip Kauno pilis, Įgulos bažnyčia, „Žalgirio“ arena ir „Akropolis“, išliko svarbiais bendramiestinės reikšmės orientyrais, tačiau jų pozicijos pagal svarbą kito. Šie pokyčiai gali būti susiję su miesto infrastruktūros pokyčiais, lankytojų srautų kitimu ar kultūrinėmis bei socialinėmis permainomis. Rotušės svarbos sumažėjimas yra susijęs su kitų šalia esančių objektų modernizacija, kas lėmė lankomumo pokyčius ir privertė peržiūrėti miesto simbolių hierarchiją. Kauno arkikatedros bazilikos iškilimas į antrąją vietą 2024 m. apklausose rodo didėjančią jos vizualinį ir kultūrinį poveikį, galimai susijusį su sustiprėjusiu turistų ar miestiečių dėmesiu religiniam, istoriniam paveldui bei Kauno savivaldybės administracijos sprendimu prieškalėdiniu laikotarpiu organizuoti mugę, šventiškai puošti Vilniaus gatvę.

2020 m. sudarytame miesto mentaliniame žemėlapyje atsirado neseniai pastatyti pastatai: autobusų stotis, verslo centrai - Happspace Arka, „Magnum“, „Sqveras“. 2024 m. jau minimas mokslo ir inovacijų centro pastatas „Mokslo sala“.

Parengto interviu, pagrįsto originaliu K. Lynčo (K. Lynch) klausimynu, rezultatai atskleidžia, su kokiais bruožais ir elementais dažniausiai siejamas dabartinio Kauno miesto vardas. Respondentai miestą tapatina su modernizmo architektūra, Art Deco stilistika, buvusios laikinosios Lietuvos valstybės sostinės statusu, funikulieriais (vieninteliais tokiais Baltijos šalyse), lietuviškiausio miesto įvaizdžiu, legendine „Žalgirio“ krepšinio komanda ir strategiškai patogia geografinė padėtimi – šalies centru, dviejų didžiausių Lietuvos upių santaka ir Kauno mariomis, kurios yra didžiausias dirbtinis vandens telkinys Lietuvoje.

Ypatingas vietos jausmas, siejamas su istorinėmis (Kauno pilimi, Rotušė, Prezidentūra – pasididžiavimu istorija, Soboru - populiaria susitikimų vieta, keliančia dvejopus jausmus prisimenat carinės Rusijos valdžios laikotarpį) ir gamtinėmis vietomis (Kauno centrinės dalies Nemuno slėniu, šlaitais, Nemuno ir Neries upėmis, Santaka – sudarančiomis pagrindines struktūrines miesto kompozicines ašis).

Apklausos duomenimis, unikali vietos elementų išdėstymo tvarka orientacijai mieste yra svarbi: padeda greičiau susiorientuoti erdvėje tiek miestiečiams, tiek miesto svečiams (dažniausiai vykstant į nepažįstamus miestus yra studijuojamas jų išsidėstymas žemėlapyje).

Respondentai komfortiškai jaučiasi tiek žinodami, kur jie yra, tiek atsidūrę nežinomoje vietoje, kas visiškai nesukelia streso (didžiausias skirtumas lyginant su K. Lynčo atlikto tyrimo duomenimis). Skirtumas gali būti nesunkiai paaiškinamas pasikeitusiomis technologinėmis galimybėmis bei informacijos prieinamumu (galimybė, naudojant išmaniuosius įrenginius greitai ir tiksliai nustatyti buvimo vietą, surasti patogiausius maršrutus, nustatyti tinkamus keliavimo būdus).

Analizuojant miestovaizdį iš vidaus, (pagal K. Lynčo penkių pagrindinių elementų orientavimosi miesto erdvėje skirstymą) bei lyginant jų svarbos vidurkius, buvo nustatyta šių elementų hierarchija. Didžiausią reikšmę turėjo orientyrai, apimantys ikoniskus pastatus, erdvės dominantes ir išskirtinių ženklų grupės. Antroje vietoje buvo įvardinti keliai, tokie kaip gatvės, takai ir pėsčiųjų maršrutai. Toliau rikiavosi rajonai – didesni miesto kvartalai, po jų urbanistiniai ir gamtiniai mazgai. Mažiausiai įtakos aplinkos suvokimui turėjo ribos, kurias sudaro sienos, tvoros ir pastatai. Šie reitingavimo duomenys buvo vienodi 2020 ir 2024 metais.

Ištyrus skirtingų judėjimo būdų ir miesto mentalinio vaizdo elementų svarbos ryšį, nustatytos: judėjimo pėsčiomis ir kelių, judėjimo pėsčiomis ir rajonų, judėjimo autobusu ir rajonų bei judėjimo automobiliu ir kelių suvokimo ryšiai. Miesto erdvės suvokimas per automobilio langą yra greitas, fragmentuotas ir orientuotas į ryškiausius erdvės komponentus, o erdvės skaitomumas priklauso nuo ryškių orientyrų bei aiškos kelių struktūros. Transporto priemonės keleivio stebėjimo perspektyva yra didesnė nei pėsčiojo, bet mažesnė nei stebint iš fiksuoto apžvalgos taško, o tai suteikia unikalių miesto erdvės suvokimo kampą, kuris padeda matyti tiek horizontalius (gatvės, aikštės), tiek vertikalius (pastatai, tiltai) elementus. Atskiri miestovaizdžio elementai geriausiai suvokiami iš nedidelio atstumo, o bendras miestovaizdis geriausiai suvokiamas jį stebint iš aukščiau pasirinktų apžvalgos taškų).

Apibendrinant galima teigti, jog Kauno centrinės dalies miestovaizdis – tai unikalių gamtinių ir urbanistinių elementų sąveikos rezultatas, susiformavęs skirtingais istoriniais laikotarpiais. Miesto identitetą stiprina bendramiestinės reikšmės orientyrai, kontekstuali architektūra ir regiono savitumas, suformuotas socialinių, kultūrinių, ekonominių ir politinių veiksnių.

Miestovaizdis suvokiamas per lengvai atpažįstamus elementus – kultūros paveldą, parkus, išskirtinę architektūrą, memorialines ir sakralines vietas. Istorinės dominantės, simbolizuojančios laiką, galią ir valdžią, bei gamtos ir kultūros visuma sudaro skaitomą ir

atpažįstamą mentalinį miesto vaizdą, kuris vizualiai atsiskleidžia per panoramas, siluetus, pastatų formas ir želdynus.

## Išvados

1. Įvertinus Kauno miesto centrinės dalies urbanistinių ir gamtinių komponentų svarbą miesto mentaliniame vaizde, nustatyta, kad tiek gamtiniai komponentai atlieka svarbų vaidmenį, tačiau jų reikšmė ir prioritetai kinta priklausomai nuo infrastruktūros plėtros, vykdomų rekonstrukcijos darbų, socialinių iniciatyvų. Miesto identitetą stiprina unikali gamtos ir urbanistikos sąveika, kuri lemia miesto skaitomumą, patrauklumą ir orientacijos aiškumą.
2. Nustatyta, jog judėjimo būdai taip pat daro reikšmingą įtaką Kauno centrinės dalies mentalinio vaizdo suvokimui ir skaitomumui. Judėjimas pėsčiomis labiausiai siejamas su detaliu kelių ir rajonų suvokimu, o bendras miestovaizdis geriausiai suvokiamas stebint iš pasirinktų aukštesnių apžvalgos taškų. Transporto priemonių naudojimas (automobiliai, miesto autobusai) lemia miesto erdvės suvokimo fragmentiškumą. Stebėtojas mato atskirus erdvės elementus, tačiau retai suvokia juos kaip vientisą struktūrą, nors turi galimybę matyti miesto vaizdą unikaliu kampu. Didesnis judėjimo greitis proporcingai koreliuoja su mažėjančiu suvokiamų detalių kiekiu, kadangi erdvės suvokimas apsiriboja keliais dominuojančiais elementais. Per automobilio langą miestas dažniausiai suvokiamas kaip kelių tinklas (su pagrindiniais keliais, sankryžomis, mazgais, kelių ženklavimo sistema) kuris tampa orientaciniais taškais formuojančiais mentalinį miesto vaizdą žemėlapyje.
3. Palyginus 2020 ir 2024 m. turimus duomenis, buvo įvardinti šie pokyčiai: Vienybės aikštė tapo vienu labiausiai lankomų ir minimų objektų 2024 m.; pasikeitė Nemuno salos svarba (šį pokytį lėmė naujų traukos objektų, tokių kaip daugiafunkcinis vandens sporto centras ir „Mokslo sala“, sukūrimas, taip pat patobulinta parko infrastruktūra, aktyvaus poilsio zonos, apšvietimas, takų tinklas); galbūt dėl didėjančio visuomenės ir turistų dėmesio religiniam bei istoriniam paveldui išaugo Arkikatedros bazilikos reikšmė; Kauno rotušė užleido savo turėtas pozicijas kaip bendramiestinės reikšmės orientyras dėl vykdomų rekonstrukcijos ir archeologinių tyrimų darbų, kurie laikinai sumažino lankytojų srautus ir jos matomumą viešajame gyvenime; išaugo naujų urbanistinių objektų reikšmė.

## Literatūra

1. Vanagas, J. (1992). Miesto gyvenamosios aplinkos formavimas. Sociologinis aspektas. Vilnius: Technika. p. 8, 12.
2. Juškevičius, P. (2015). Lietuvos miestų sistemos raida ir jos ateities perspektyvos. Vilnius: Acta Academiae Artium Vilnensis, t. 76. p. 12, 21, 32.
3. Vyšniūnas, A. (2013). Architektūra ir urbanistika. Sampratų ir žanrų pynklėse. Acta Academiae Artium Vilnensis Nr. 71, p. 25 – 46.
4. Lynch, K. (1960). The Image of the City. MIT Press, Cambridge MA, p.116-125.
5. Haltom, M. (2019 ). Mental Maps Still Matter in the Age of GPS. [žiūrėta 2024-11-08]. Prieiga per internetą: <https://www.planning.org/blog/9178086/mental-maps-still-matter-in-the-age-of-gps/>

6. Zaleckis K., 2002. Kai kurie teoriniai ir praktiniai bendrai suvokiamo ir įsivaizduojamo miesto vaizdo nustatymo klausimai. *Urbanistika ir architektūra*, (26)2, p. 96-106.

**Vaida Vaitkutė Eidimtienė**

### **Study of Changes in the Mental Map of the Central Part of Kaunas, Lithuania**

#### *Summary*

A city's mental map is a subjective representation of an individual's perception of urban space, reflecting their personal relationship with the environment. These maps are used to create a more attractive, accessible, and comprehensible urban setting for residents. Unlike conventional geographic maps, mental maps do not always accurately depict the city's physical layout; instead, they emphasise significant landmarks and their interconnections. This approach helps address social issues and identify unsafe, inconvenient, or aesthetically unappealing areas. In disciplines such as sociology, psychology, and art history, mental maps serve as a tool for analysing differences in urban perception among various groups (locals and visitors), highlighting how emotions, personal experiences, and cultural contexts shape diverse interpretations of space.

Between 2020 and 2024, the mental image of Kaunas' central area underwent significant transformations. The relative importance of natural and urban elements shifted in response to the evolving needs of residents and visitors. Some public spaces became more frequented, increasing their prominence in the city's mental map. Meanwhile, key transport junctions, road networks, and boundary structures remained stable, ensuring the city's continued readability and navigability.

*Keywords: mental map, cityscape, landmarks, nodes, boundaries.*

# ŽIEVĖGRAUŽIO TIPOGRAFO (*IPS TYPOGRAPHUS* L.) DAROMOS ŽALOS MASTAS IR JĄ LEMIANTYS VEIKSNIAI LIETUVOS EGLYNUOSE

**Sinilga Černulienė, Loreta Semaškienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Miškai šimtmečius teikė žmonių visuomenėms esmines ekosistemų paslaugas ir dideles ekonomines vertybes. Kai kurioms iš šių vertybių dabar vis didesnę grėsmę kelia klimato kaita ir jos sukelti reiškiniai, tokie kaip ilgalaikės sausros ar uraganiniai vėjai, kurie labai sustiprina miškų trikdžius, pavyzdžiui, liemenų kenkėjų protrūkius.

Tyrimo tikslas – įvertinti žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) populiacijos dinamiką Lietuvoje, daromos žalos mastą ir veiksnius, lemiančius šio kenkėjo plitimą.

Darbe buvo analizuojami 1994–2023 m. Valstybinės miškų tarnybos Miško sanitarinės apsaugos skyriaus pateikti Lietuvos valstybinių miškų sanitarinės būklės apžvalgų duomenys.

Didžiausias žievėgraužio tipografo masinis išplitimas fiksuotas 1994–1997 metais, kuomet nudžiointų eglių tūris viršijo 8 mln. m<sup>3</sup> medienos. 1998 – 2020 metų laikotarpiu ypatingai didelių žievėgraužio tipografo protrūkių nebuvo fiksuota. Reikšmingas žalos padidėjimas Lietuvos eglynuose pastebėtas nuo 2021 metų, kai dėl klimato kaitos poveikio – šiltesnių žiemų, ankstyvesnės pavasario pradžios ir dažnesnių sausrų – žala sparčiai augo, pasiekdama rekordinius mastus 2023 metais. 2023 m. žievėgraužio tipografo pažeidimai užfiksuoti 4225,7 ha plote, pažeistų medžių tūris siekė 683,777 tūkst. m<sup>3</sup>. Didžiausi pažeidimai registruoti VI VMU Šalčininkų, Trakų, Rokiškio, Nemenčinės ir Kazlų Rūdos regioniniuose padaliniuose, kur dėl šio vabzdžio veiklos buvo iškirsta apie 460 tūkst. m<sup>3</sup> medienos. Absoliutus didžiausias vabzdžių sugautų gaudyklėse skaičius buvo fiksuotas Raseinių regioninio padalinio teritorijoje ir siekė 23469 vnt.

Šie tyrimo rezultatai patvirtina būtinybę diegti ilgalaikes kenkėjų valdymo strategijas, įskaitant savalaikį pažeistų eglių šalinimą, prevencinių priemonių taikymą ir intensyvią medynų būklės stebėseną, atsižvelgiant į klimato kaitos įtaką. Tai ypač aktualu medynuose, kur laiku nesutvarkytos eglių vėjavartos ir vėjalaužos gali tapti naujais žievėgraužio tipografo židiniiais. Jei ekstremalios klimato sąlygos tęsis, tikėtina, kad žievėgraužio populiacijos dar labiau išaugs, didindamos žalą Lietuvos miškams.

*Raktažodžiai: eglės medynai, žievėgraužis tipografas, populiacijos gausumas, temperatūra, vėjai*

## **Įvadas**

Miškai šimtmečius teikė žmonių visuomenėms esmines ekosistemų paslaugas ir dideles ekonomines vertybes. Kai kurioms iš šių vertybių dabar vis didesnę grėsmę kelia klimato kaita ir jos sukelti reiškiniai, tokie kaip ilgalaikės sausros ar uraganiniai vėjai, kurie labai sustiprina miškų trikdžius, pavyzdžiui, liemenų kenkėjų protrūkius.

Žievėgraužis tipografas yra vienas pavojingiausių eglynų kenkėjų Europoje, įskaitant Lietuvą. Jis pažeidžia eglių žievę, sukeldamas medžių džiūvimą ir žūtį. Masiniai šio kenkėjo išplitimai gali sukelti didelius miškų plotų praradimus, keisdami miško struktūrą ir sudėtį.

Žievėgraužiui tipografui plisti palankiausi yra Lietuvos našiausi eglynai nuo 50–60 metų amžiaus. Vyresnių eglynų pažeidimai gali siekti 70 % ir daugiau.

Vėjavartos, klimato šiltėjimas ir sausros sudaro sąlygas spartesniam žievėgraužio tipografo dauginimuisi, o tai lemia didelius eglynų nuostolius ir kelia grėsmę miško ekosistemų stabilumui.

**Tyrimo tikslas** – įvertinti žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) populiacijos dinamiką Lietuvoje, daromos žalos mastą ir veiksnius, lemiančius šio kenkėjo plitimą.

### Uždaviniai:

1. Nustatyti žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) populiacijos dinamiką per pastaruosius dešimtmečius, remiantis stebėsenos duomenimis ir jų analize;
2. Įvertinti žievėgraužio tipografo daromos žalos mastą Lietuvos eglynams skirtinguose regionuose.
3. Analizuoti klimato kaitos poveikį žievėgraužio tipografo populiacijos didėjimui.

**Tiriamąo darbo objektas** – žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) populiacijos gausa, plitimo dinamika ir šio kenkėjo daroma žala Lietuvos eglynams.

Straipsnis susideda iš santraukos, reikšminių žodžių, teorinės įžvalgos, metodikos, tyrimo rezultatų ir išvadų.

### Teorinės įžvalgos

Paprastoji eglė (*Picea abies* (L.) H. Karst.) vis dar yra svarbiausia ekonomiškai ir labiausiai paplitusi medžių rūšis Europoje (Schelhaas et al., 2018). Žievėgraužis tipografas (*Ips typographus* L.) yra vienas pavojingiausių liemenų kenkėjų Europoje, Šiaurės Amerikoje ir Azijoje, darantis neigiamą poveikį spygliuočių miškams – eglynams (Christiansen ir Bakke, 1988). Pastaraisiais metais šis kenkėjas kai kuriose šalyse nulėmė daugiau nei 50 % kasmet prarandamos eglės (*Picea abies*) medienos. Žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) populiacijos augimas glaudžiai susijęs su aplinkos veiksniais, tokiais kaip vėjavartas, klimato šiltėjimas bei sausros (Hlásny ir kt., 2021; Patacca ir kt., 2023).

Vėjavartos sukuria idealią terpę šio kenkėjo plitimui. Audrų metu nuversti medžiai tampa lengvai pasiekiamu maisto ir dauginimosi šaltiniu. Po dauginimosi tokiomis palankiomis sąlygomis žievėgraužio tipografo populiacija gali taip išaugti, kad gali užkrėsti ir sunaikinti netoliese esančius stovinčius sveikus medžius (Biedermann et al., 2019; Netherer et al., 2019).

Lietuvoje vabalo masinio dauginimosi židiniai susidaro praktiškai visada antrais metais po vėjavartų, vėjalaužų, jei vėjo padariniai nesutvarkomi iki artimiausio vegetacijos laikotarpio pradžios, nepriklausomai nuo vėjo pažeisto ploto (tūrio). Taip kilo didžiausi Lietuvoje žinomi žievėgraužio tipografo masinio dauginimosi židiniai (Zolubas, 2008).

Šio vabalo dauginimąsi skatina pakilusi temperatūra, prognozuojama, kad klimato šiltėjimas reikšmingai sustiprins šią problemą. Aukštesnė vidutinė temperatūra leidžia pradėti gyvenimo ciklą anksčiau pavasarį ir pagreitina žievėgraužio tipografo vystymąsi nuo kiaušinėlio iki suaugusio vabalo. Ji lemia kenkėjų arealo plėtrą ir padidina tikimybę, kad per vieną sezoną gali susiformuoti ne viena, o dvi ar net daugiau kartų. Be to, šiltesnis klimatas leidžia žievėgraužiui plisti į šiaurines ir aukštesnes teritorijas, kurios anksčiau nebuvo tinkamos jo gyvybinei veiklai (Wermelinger, 2004).

Pastaraisiais dešimtmečiais didėjantis žievėgraužio tipografo protrūkių skaičius lėmė didelius ekonominius miško pramonės nuostolius (Hlásny ir kt., 2021; Waring et al., 2009). Ekonominis poveikis apima užkrėstų medžių komercinės vertės sumažėjimą ir padidėjusias valdymo išlaidas (Schowalter, 2012). Tačiau žievėgraužių protrūkiai ne tik sukelia ekonominius nuostolius, bet ir yra svarbus veiksnys ekologinėje miško kraštovaizdžio raidoje, atsižvelgiant į miško struktūrą ir sudėtį (Pfeifer ir kt., 2011; Schowalter, 2012; Zeppenfeld et al., 2015), taip pat biologinę įvairovę ir ekosistemų paslaugas (Thom, Seidl, 2015).

Keletas ryškių žievėgraužio tipografo protrūkių buvo užfiksuoti Vidurio Europoje 1930–2010 metų laikotarpiu. Pavyzdžiui, po Antrojo pasaulinio karo, 1940-ųjų pabaigoje, Vokietijoje žuvo didelė dalis paprastosios eglės medynų, kurių tūris siekė apie 30 mln. m<sup>3</sup>.

Šis protrūkis tęsėsi septynerius metus ir buvo susijęs su prastomis miškų sanitarinėmis sąlygomis, vėjo bei sniego sukeltomis vėjovartomis, po kurių sekė kelios šiltos ir sausos vasaros (Christiansen ir Bakke, 1988). Visoje Europoje vien per 1990-uosius metus žievėgraužio tipografo protrūkiai sunaikino daugiau nei 32 mln. m<sup>3</sup> eglynų (Grégoire ir Evans, 2004).

2000-aisiais metais žievėgraužio tipografo protrūkius Vidurio Europoje paskatino 1999 m. praūžusi audra „Lothar“, kurią dar labiau sustiprino 2003 m. vasaros sausra (Forster ir Meier, 2009). Per šį dešimtmetį Austrijoje ir Šveicarijoje dėl žievėgraužio invazijos buvo sunaikinta daugiau nei 30 mln. m<sup>3</sup> eglynų (Krehan ir kt., 2010; Steyrer ir Krehan, 2011).

Įvairių autorių duomenimis, natūralūs trikdžiai Europos miškuose pastaraisiais metais smarkiai suintensyvėjo, o žievėgraužis tipografas tapo sparčiausiai plintančiu kenkėju visoje Europoje (Washaya ir kt., 2024).

Siekiant sumažinti ekonominius nuostolius ir užkirsti kelią masiniam žievėgraužio tipografo protrūkiui, būtina anksti aptikti kenkėjus. Tai ypač svarbu žaliosios atakos stadijoje – etape, kai medžiai dar neturi aiškių streso požymių. Šiuo tikslu atliekami tyrimai, analizuojant lapijos biochemines ir spektrines savybes (400–2000 nm diapazone). Tyrimai parodė, kad sveikų medžių ir žaliosios atakos paveiktų eglių spyglių atspindžio savybės ženkliai skiriasi ties 917 nm ilgio bangomis. Be to, pastebėti chlorofilo ir azoto kiekio skirtumai tarp sveikų ir žaliosios atakos paveiktų spyglių, o esant stresui, ryšys tarp chlorofilo, azoto ir atspindžio savybių silpnėjo (Abdullah ir kt., 2018).

Mokslininkai nustatė, kad užkrėsti medžiai pereina tris atakos etapus: žaliąjį, raudonąjį ir pilkąjį (Coulson ir kt., 1985; Marvasti-Zadeh ir kt., 2022; Wermelinger, 2004). Žaliosios atakos stadijoje medžių lapija išlieka žalia, todėl šis etapas sunkiai pastebimas plika akimi, apžiūrint medžių lajas (Kautz ir kt., 2022). Tačiau atliekant reguliarius lauko stebėjimus, vėliau pastebimas spyglių spalvos pakitimas. Raudonosios atakos metu spygliai iš pradžių pagelsta, o vėliau įgauna raudonai rudą atspalvį. Galiausiai spygliai nukrenta, ir lieka tik pilkos spalvos žievė – dėl to paskutinė stadija vadinama pilkąja ataka (Coulson ir kt., 1985).

Svarbu laiku pastebėti eglių pažeidimus, atsižvelgiant į kenkėjų atakos stadijas, ir imtis prevencinių priemonių, tokių kaip savalaikis užkrėstų medžių kirtimas ir išvežimas iš miško, siekiant užkirsti kelią kenkėjo plitimui.

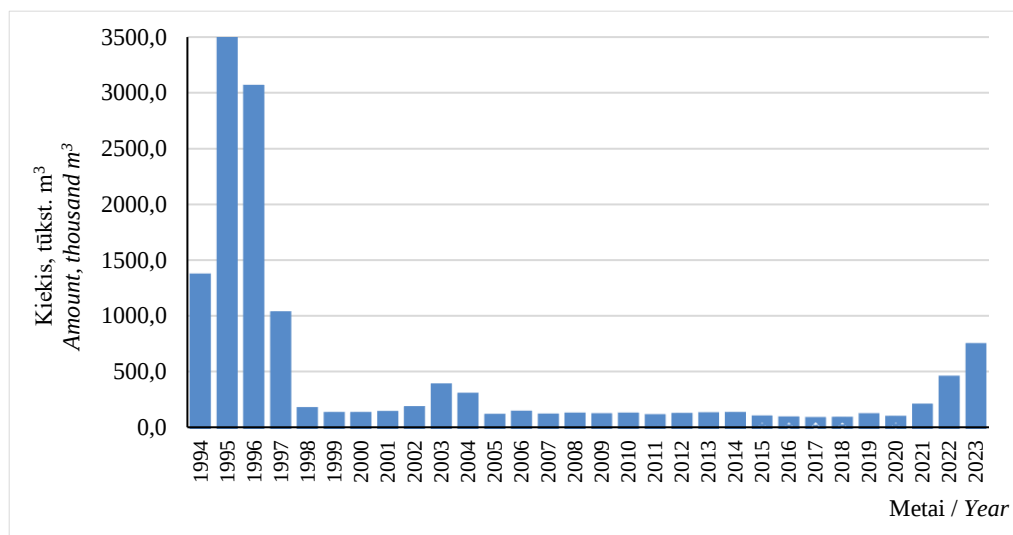
## **Tyrimų metodika**

Darbe buvo analizuojami 1994–2023 m. Valstybinės miškų tarnybos Miško sanitarinės apsaugos skyriaus pateikti Lietuvos valstybinių miškų sanitarinės būklės apžvalgų duomenys. Sanitarinės būklės apžvalgos ataskaitose pateikiami išsamūs vabzdžių, ligų sukėlėjų, žvėrių, abiotinių ir kitų faktorių pažeidimų duomenys - nurodomi kiekvienais metais užfiksuoti pažeisti medynų ir želdinių plotai, vykdytų kenkėjų monitoringų rezultatai Lietuvos valstybiniuose miškuose. Vadovaujantis šiais duomenimis, galima gana tiksliai apžvelgti ir palyginti Lietuvos situaciją pagal kenkėjų gausumą ir daromą žalą. Taip pat nagrinėjamos priežastys, abiotiniai veiksniai, darantys įtaką vabzdžių populiacijų kitimui.

Tyrimo rezultatuose apibendrintai pateikiami eglės liemenų kenkėjų pažeidimų mastai, aptariama žala miškams, kenkėjų židinių atsiradimo priežastys ir tai įtakojantys ekologiniai veiksniai.

## **Tyrimo rezultatai**

Remiantis Lietuvos valstybinių miškų sanitarinės būklės apžvalgomis iki šiol didžiausias žievėgraužio tipografo masinis išplitimas fiksuotas 1994-1997 metais, kuomet nudžiovintų eglių tūris viršijo 8 milijonus kubinių metrų medienos (1 pav.).

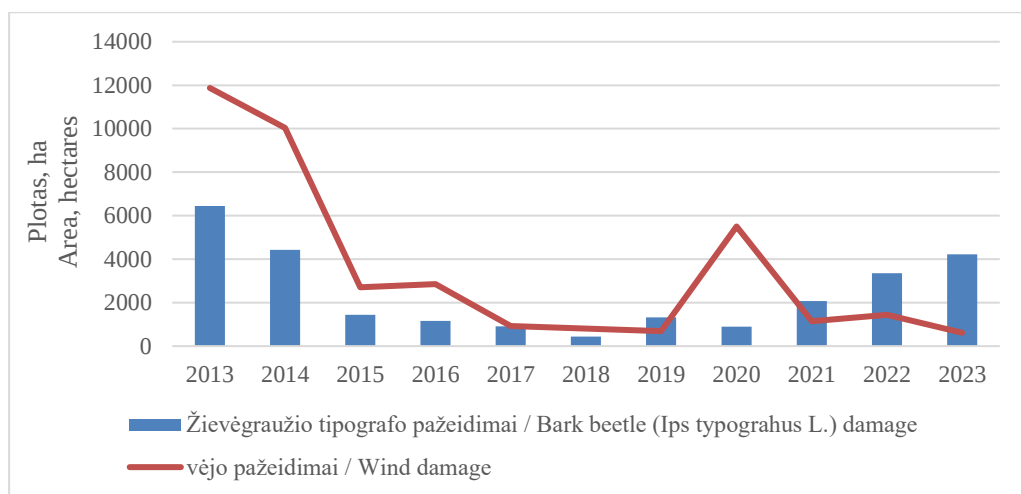


**1 pav.** Pašalintas žievėgraužio tipografo pažeistų medžių tūris (tūkst. m³)  
**Fig. 1.** Volume of bark beetle-typograph damaged trees removed (thousand m³)

Laikotarpyje nuo 1998 iki 2020 metų ypatingai didelių žievėgraužio tipografo protrūkių nebuvo fiksuota. 2017–2018 metų laikotarpis buvo išskirtinis tuo, kad žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) pažeistų plotų mastai buvo mažiausi per stebėjimo laikotarpį (1, 2 pav.). Šie metai pasižymėjo ribotu kenkėjų aktyvumu, kuris galimai buvo nulemtas nepalankių sąlygų jų populiacijos plitimui. Šiuo laikotarpiu vėjo pažeidimai Lietuvos miškuose taip pat buvo patys mažiausi (2 pav.).

Tačiau kelių paskutiniųjų metų laikotarpiu didėjantis žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) antplūdis kelia vis didesnę nerimą. Nuo 2021 metų žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) kenkėjų pažeisti plotai vis didėjo ir padaryta žala medynams žymiai išaugo. Pastarųjų trejų metų laikotarpiu pažeistų medžių tūris nuosekliai didėjo. Vien 2023 metais VI Valstybinių miškų urėdijos regioniniuose padaliniuose žievėgraužio tipografo pažeidimai buvo užfiksuoti 4225,7 ha plote, kuriame pažeistų medžių tūris sudarė 683,777 tūkst. m³ medienos.

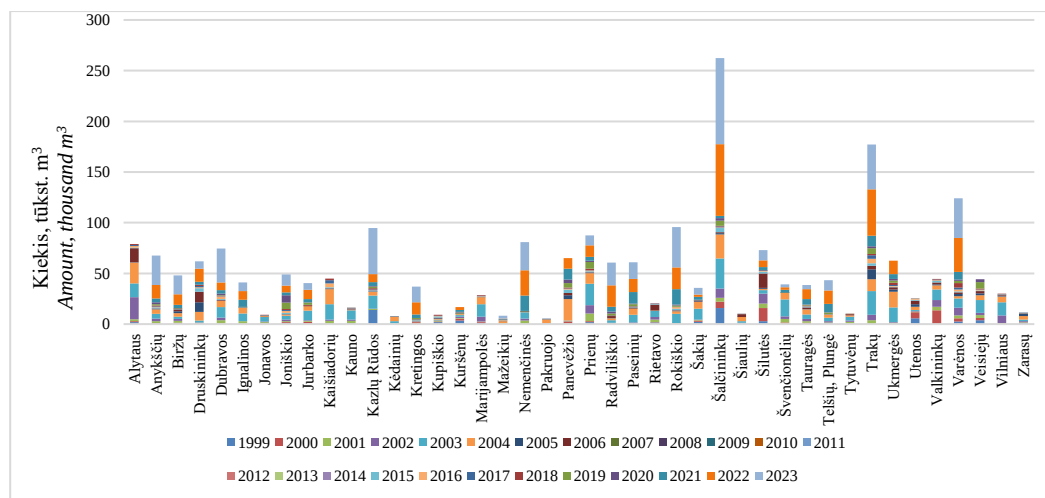
Šis procesas glaudžiai siejamas su didėjančiomis vidutinėmis oro temperatūromis, dažnėjančiomis ilgalaikėmis oro ir dirvožemio sausromis, stipriais vėjais. Tačiau duomenų analizės metu tiesioginės žievėgraužio tipografo pažeidimų priklausomybės nuo vėjo pažeistų medynų ploto nustatyti nepavyko, tačiau vėjas gali būti vienas iš netiesioginių veiksnių, kurie įtakoja žievėgraužio populiacijos augimą (2 pav.).



**2 pav.** Žievėgraužio tipografo ir vėjo pažeistų medynų plotų dinamika 2013-2023 m. (plotas, ha)

**Fig. 2.** Dynamics of bark beetle and wind-damaged stands from 2013 to 2023 (area, ha)

Išanalizavus duomenis apie žievėgraužio tipografo pažeistų medžių tūrį regioniniuose padaliniuose matyti, kad kenkėjų daroma žala eglynams per pastaruosius dešimtmečius reikšmingai išaugo (3 pav.).

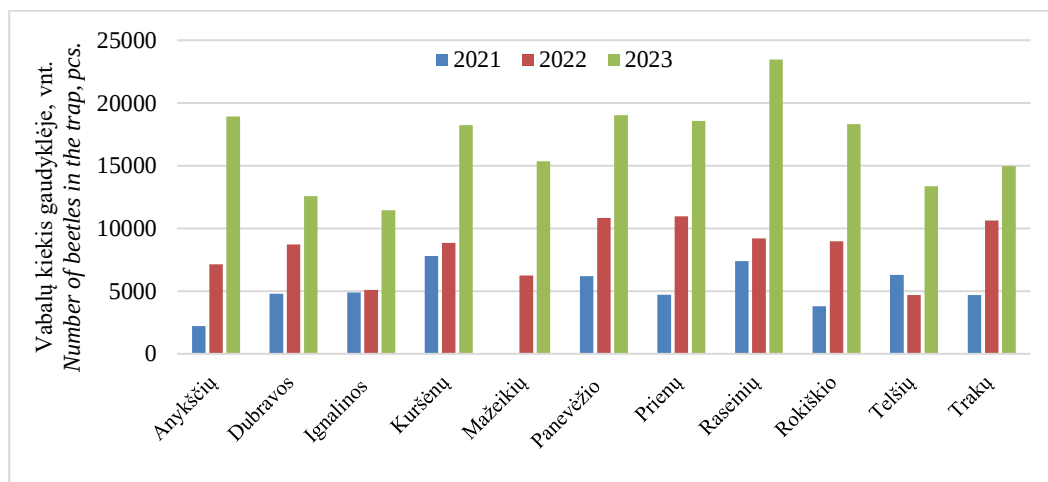


**3 pav.** Pašalintas žievėgraužio tipografo pažeistų medžių tūris regioniniuose padaliniuose, (tūkst. m<sup>3</sup>)

**Fig. 3.** Volume of bark beetle-damaged trees removed in regional units, (thousand m3)

Jei 2000-aisiais metais pažeistų eglių tūris buvo santykinai mažas, tai nuo 2010 metų stebimas žalos augimo spartėjimas. Ypač dideli pažeidimų mastai buvo užfiksuoti 2021–2023 m. laikotarpiu, kai daugumoje VĮ Valstybinių miškų urėdijos regioninių padalinių žala pasiekė aukščiausią lygį. Labiausiai nukentėjo Šalčininkų, Trakų, Rokiškio, Nemenčinės ir Kazlų Rūdos padalinių eglynai, kur dėl žievėgraužio padarytos žalos iškirsta apie 460 tūkst. m<sup>3</sup> medienos.

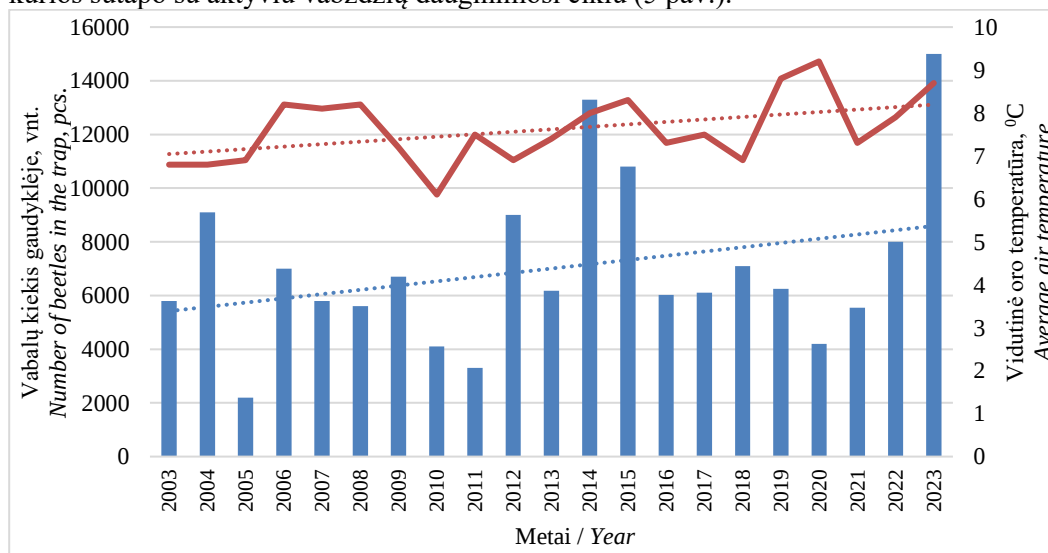
Pastaraisiais metais gausiausiai žievėgraužio tipografo populiacija augo Telšių, Raseinių, Mažeikių ir Anykščių regioniniuose padaliniuose – apie 2,5–2,9 karto (4 pav.). Labai gausios kenkėjų populiacijos fiksuotos visoje Lietuvos teritorijoje, o absoliučiai daugiausiai žievėgraužio tipografo vabalų gaudyklėje sugauta Raseinių regioninio padalinio teritorijoje – 23469 vnt.



**4 pav.** Žievėgraužio tipografo populiacijos gausumas 2021-2023 metais  
**Fig. 4.** Bark beetle population abundance 2021-2023

Šie rodikliai iš dalies gali būti paaiškinami regioniniais klimato ypatumais, miškų struktūros skirtumais bei specifinėmis ekosistemų savybėmis, kurios lemia skirtingą eglių atsparumą ir kenkėjų plitimo intensyvumą.

2022–2023 metai išsiskiria kaip laikotarpis, kai žala daugelyje VĮ VMU padalinių pasiekė rekordines reikšmes. Tai gali būti susiję su sausromis ir aukštomis temperatūromis, kurios sutapo su aktyviu vabzdžių dauginimosi ciklu (5 pav.).



**5 pav.** Žievėgraužio tipografo populiacijos gausumas ir vidutinės oro temperatūros kaita 2003-2023 metais

**Fig. 5.** Bark beetle population abundance and change in mean air temperature 2003-2023

Nerimą kelianti tendencija yra, kad žievėgraužio tipografo gausumas didėja jau kelis metus iš eilės.

Žievėgraužio tipografo populiacija 2023 metais, lyginant su tuo pačiu 2022 metų laikotarpiu, išaugo dvigubai, o lyginant su 2021 metais – trigubai. Tokį pagausėjimą lėmė trejus metus pasikartojantys sausų ir kaitrių orų laikotarpiai.

Pažeistų eglių tūrio didėjimas nuo 2021 metų taip pat gali būti siejamas su klimato kaitos poveikiu, įskaitant šiltesnes žiemas, ankstyvesnę pavasario pradžią ir ilgesnį vegetacijos laikotarpį, kuris sudarė palankias sąlygas intensyvesniam vabzdžių dauginimuisi ir plitimui, nes ekstremalūs klimato įvykiai, tokie kaip sausros ir audros, reikšmingai prisideda prie eglių atsparumo mažėjimo, todėl medžiai tampa labiau pažeidžiami.

Remiantis Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenimis, 2023 m. vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje siekė 8,7 °C, t. y. buvo 1,3 °C aukštesnė už klimatologinį vidurkį (1991–2020 m. laikotarpio norma). Toks reikšmingas temperatūros padidėjimas galėjo sudaryti palankias sąlygas žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) vystymuisi, nes aukštesnė temperatūra spartina kenkėjų medžiagų apykaitą, sutrumpina generacijų trukmę ir leidžia išsivystyti papildomoms generacijoms vegetacijos sezono metu. Be to, šiltesnis klimatas mažina kenkėjų mirtingumą žiemos metu, taip padidindamas peržiemojusių individų populiacijos dydį ir jų gebėjimą kolonizuoti naujas eglių populiacijas. 2023 m. gegužė ir rugsėjis buvo pripažinti sausiausiais mėnesiais, o sausros dar labiau susilpnino eglių atsparumą ir pablogino fiziologinę būklę. Silpnesni medžiai tapo mažiau atsparūs žievėgraužio tipografo atakoms, sudarydami itin palankias sąlygas šio kenkėjo populiacijos plitimui. Tokios sąlygos ne tik skatino tipografo dauginimąsi, bet ir didino pažeistų medžių plotus bei medienos nuostolius.

Tai rodo, kad aplinkos sąlygos eglėms augti nebuvo optimalios ir medžiai nesugeba sėkmingai apsiginti nuo vabzdžių atakų. 2024 metais, medžių vegetacijos metu pasikartojus ekstremalioms klimatinėms sąlygoms, žievėgraužio tipografo populiacija gali dar išaugti. Ypatingai tai gali pasireikšti medynuose, kuriuose 2023 metais buvo laiku nesutvarkyti pirminiai žievėgraužio tipografo židiniai ar žalios eglių vėjavartos ir vėjalaužos.

Šie duomenys indikuoja poreikį taikyti ilgalaikes kenkėjų valdymo strategijas, atsižvelgiant į kintančius klimato veiksnius ir jų poveikį miškų sveikatingumui.

## Išvados

1. Didžiausias žievėgraužio tipografo masinis išplitimas fiksuotas 1994-1997 metais, kuomet nudžiovintų eglių tūris viršijo 8 milijonus kubinių metrų medienos. 1998 - 2020 metų laikotarpiu ypatingai didelių žievėgraužio tipografo protrūkių nebuvo fiksuota. Ypač išsiskyrė 2017–2018 m. kur žievėgraužio tipografo (*Ips typographus*) pažeistų plotų mastai buvo mažiausi per stebėjimo laikotarpį.
2. 2023 metais žievėgraužio tipografo pažeisti plotai siekė 4225,7 ha, o pažeistų medžių tūris sudarė 683,777 tūkst. m<sup>3</sup> medienos. Palyginus su ankstesniais laikotarpiais, šie skaičiai rodo didelį kenkėjo populiacijos augimą ir žalos intensyvumą. 2023 m. vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje buvo 8,7 °C, t.y. 1,3 °C aukštesnė už klimatologinį vidurkį, o tai sudarė palankias sąlygas vabzdžių dauginimuisi ir generacijų skaičiaus didėjimui.
3. 2021 – 2023 m. didžiausi žievėgraužio tipografo pažeidimai buvo užfiksuoti Šalčininkų, Trakų, Rokiškio, Nemenčinės ir Kazlų Rūdos regionuose, kur dėl kenkėjo padarytos žalos iškirsta apie 460 tūkst. m<sup>3</sup> medienos. Absoliučiai daugiausiai žievėgraužio tipografo vabalų (23469 vnt.) sugauta Raseinių regioninio padalinio miškuose.

4. Pastarųjų metų tendencijos patvirtina būtinybę taikyti ilgalaikes kenkėjų valdymo priemonės, atsižvelgiant į klimato kaitos poveikį, tokius kaip šiltesnės žiemos, sausros ir ankstyvas pavasaris, kurie skatina kenkėjų dauginimąsi ir žalos augimą.

## Literatūra

1. Abdullah H., Darvishzadeh R., K. Skidmore A.K., Thomas A. Groen T. A., Heurich M. 2018. European spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) green attack affects foliar reflectance and biochemical properties. *International Journal Applied Earth Observation and Geoinformation* Volume 64, p. 199-209.
2. Biedermann P. H. W., Müller J., Grégoire J. C., Gruppe A., Hagge J., Hammerbacher A., Hofstetter R.W., Kandasamy D., Kolarik M., Kostovcik M., Krokene P., Sallé A., Six D.L., Turrini T., Vanderpool D., Wingfield M.J., Bässler C. 2019. Bark beetle population dynamics in the Anthropocene: Challenges and solutions. *Trends in Ecology and Evolution*, 34, 914–924.
3. Christiansen E., Bakke A. Eds. 1988. The spruce bark beetle of Eurasia. Dynamics of forest insect populations, Plenum Publishing Corporation.
4. Coulson R.N., Amman G.D., Dahlsten D.L., De Mars C.J., Stephen F. Forest Bark Beetle interactions: bark beetle population dynamics. 1985. *Annual review of entomology*. Volume 24, p. 417-447.
5. Forster B., Meier F. 2009. Storms, droughts and climate change: what do we learn for the bark beetle management? Proceedings of the IUFRO Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe from the workshop that took place on September 15 to 19, 2008, Štrbské Pleso, Slovakia, p.13-19.
6. Gregoire J. C., Evans H. 2004. Damage and control of bark-bored organisms an overview. Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Kluwer Academic.
7. Hlásny T., König L., Krokene P., Lindner M., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K. F., Schelhaas M.-J., Svoboda M., Viiri H., Seidl, R. 2021. Bark beetle outbreaks in Europe: State of knowledge and ways forward for management. *Current Forestry Reports*, 7, 138–165.  
<https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>
8. Kautz M., Peter F.J., Harms L., Kammen S., Delb H. 2022. Patterns, drivers and detectability of infestation symptoms following attacks by the European spruce bark beetle. *Journal of Pest Science*, pp.1-12. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01490-8>
9. Krehan H., Steyrer G., Tomiczek C. 2010. "Borkenkäfer-Kalamität 2009: Ursachen für unterschiedliche regionale Befallsentwicklungen." *Forstschutz Aktuell* 49: 9.
10. Marvasti-Zadeh S.M., Goodsman D., Ray N., Erbilgin N. 2022. Early Detection of Bark Beetle Attack Using Remote Sensing and Machine Learning: A Review. *arXiv preprint arXiv:2210.03829*.
11. Netherer S., Panassiti B., Pennerstorfer J., Matthews B. (2019). Acute drought is an important driver of bark beetle infestation in Austrian Norway spruce stands. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2, 39.  
<https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00039>
12. Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M. E., Cordonnier T., Fidej G., Gardiner B. 2023. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Glob. Chang. Biol.* 29, 1359–1376.

<https://doi.org/10.1111/gcb.16531>

13. Pfeifer E.M., Hicke J.A., Meddens A.J. 2011 Observations and modeling of aboveground tree carbon stocks and fluxes following a bark beetle outbreak in the western United States. *Global change biology*, 17 (1): 339-350.
14. Schowalter T.D. 2012. Ecology and management of bark beetles in southern pine forest. *Journal of integrated pest management*, 3 (2): 1-7.
15. Schelhaas M.J., Hengeveld G.M., Heidema N., Thurig E., Rohner B., Vacchiano G., Vayreda J., Socha J., Fridman J., Tomter S., Polley H., Barreiro G., Nabuurs G. 2018. Species-specific, pan-European diameter increment models based on data of 2.3 million trees. *For. Ecosyst.* 5, 21. <https://doi.org/10.1186/s40663-018-0133-3>
16. Steyrer G., Krehan H. 2011. Borkenkäfer-Kalamität 2010: Schäden weiterhin sehr hoch. *Forstschutz Aktuell* 52: 10.
17. Thom D., Seidl R. 2015. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biol Rev Camb Philos Soc.* Vol. 91 (3): 760-781. DOI: [10.1111/brev.12193](https://doi.org/10.1111/brev.12193)
18. Waring K.M., Reboletti D.M., Mork L.A., Huang Ch., Hofstetter R.w., Garcia A.M., Fule P.Z., Davis T. 2009. Modeling the impacts of two bark beetle species under a warming climate in the southwestern USA: ecological and economic consequences. *Environmental management*. Vol. 44, p. 824-835.
19. Washaya P., Modlinger R., Tyšer D., Hlasny T. 2024. Patterns and impacts of an unprecedented outbreak of bark beetles in Central Europe: A glimpse into the future? *Forest Ecosystems*, Volume 11. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2024.100243>
20. Zeppenfeld T., Svoboda M., Deroose R.J., Heurich M., Muller J., Čížková P., Stary M., Bače R., Donato D.C., and Bugmann H. 2015. Response of mountain *Picea abies* Forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. *Journal of applied ecology*, 52(5): 1402-1411.
21. Zolubas P. 2008. Žievėgraužio tipografo pažeidimų rizikos vertinimas. *Magistro darbas. LZŪU.- K.- 36 psl.*

**Černulienė Sinilga, Loreta Semaškienė**

## **The Extent of Bark Beetle (*Ips typographus* L.) Damage and Its Determining Factors in Lithuanian Spruce Forests**

### *Summary*

Forests have provided essential ecosystem services and significant economic value to human societies for centuries. However, some of these values are increasingly threatened by climate change and its associated phenomena, such as prolonged droughts and hurricane-force winds, which exacerbate forest disturbances, including outbreaks of lepidopteran pests.

This study aims to assess the population dynamics of the bark beetle (*Ips typographus* L.) in Lithuania, the extent of the damage it causes, and the factors influencing its spread.

The research analysed data from the Forest Sanitary Protection Division of the State Forest Service, covering the sanitary condition of Lithuanian state forests from 1994 to 2023.

The most extensive bark beetle outbreak was recorded between 1994 and 1997, during which the volume of dried spruce trees exceeded 8 million m<sup>3</sup>. No particularly large outbreaks occurred between 1998 and 2020. However, from 2021 onward, a significant increase in damage was observed in Lithuanian spruce forests. This escalation was attributed to climate change impacts—warmer winters, earlier spring onsets, and more frequent

droughts—which led to a rapid rise in bark beetle activity, reaching record levels in 2023. That year, bark beetle damage was recorded across 4,225.7 hectares, affecting 683.8 thousand m<sup>3</sup> of trees. The most severe damage was documented in the regional units of VĮ VMU in Šalčininkai, Trakai, Rokiškis, Nemenčinė, and Kazlų Rūda, where approximately 460 thousand m<sup>3</sup> of timber had to be felled due to infestation. The highest number of insects captured in traps was recorded in the Raseiniai Regional Unit, reaching 23,469 specimens.

These findings highlight the urgent need for long-term pest management strategies, including timely removal of infested spruce trees, implementation of preventive measures, and intensive monitoring of forest stand conditions in the context of climate change. This is particularly crucial in areas where untreated windthrown or wind-damaged spruces could become new focal points for bark beetle outbreaks. If extreme climatic conditions persist, bark beetle populations are expected to increase further, exacerbating damage to Lithuania's forests.

*Keywords: spruce stands, bark beetle, population dynamics, temperature, wind*

# NEKILNOJAMOJO TURTO (BUTŲ) RINKOS VERTINIMAS KAUNE 2013–2023 M.

**Edita Abalikštienė, Greta Naujokaitytė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Nekilnojamojo turto rinka yra sudėtinga, nes nekilnojamasis turtas vertinamas pagal įvairius aspektus: fizinį, ekonominį, teisinį ir socialinį. Tyrimo problema – nustatyti, kurie nekilnojamojo turto rinkos tyrimui apimto laikotarpio įvykiai turėjo didžiausią įtaką būsto rinkos kainoms. Pasirinktas tyrimo objektas – butai Kaune, vidutinės būsto klasės segmentas. Atlikta Kauno miesto nekilnojamojo turto objektų (butų) rinkos analizė per 10 metų laikotarpį. Įvertinta, kaip keitėsi butų kainos ir sandorių skaičius. Analizuotas ekonominės krizės, pandemijos, karo ir kitų įvykių poveikis nekilnojamojo turto rinkai. Tyrimo metu atlikta gyventojų apklausa, siekiant nustatyti, kokie yra gyventojų poreikiai ir prioritetai renkantis butą Kaune. Respondentai didžiausią prioritetą teikė kainai ir vietai. Nustatyta, kad vertė labiausiai priklauso nuo tokių veiksnių kaip buto dydis, vieta ir gyventojų pajamos.

*Raktažodžiai: Nekilnojamojo turto rinka, butai, rinkos pokyčiai.*

## **Įvadas**

Nekilnojamasis turtas (toliau – NT) yra svarbi socialinė ir ekonominė vertybė, užtikrinanti finansinį stabilumą daugeliui žmonių. Lietuvoje ilgą laiką NT pirkimas buvo siejamas su gyvenimo pagrindo užtikrinimu. Tačiau, besikeičiant visuomenei, kinta ir poreikiai bei motyvai pirkti nekilnojamąjį turtą, o su šiuo procesu susijusių dalyvių skaičius auga. NT rinka yra veikiamą įvairių ekonominių, socialinių ir politinių veiksnių, todėl ji reikalauja nuolatinės analizės ir stebėsenos.

Šiame tyrime nagrinėjamas gyvenamojo nekilnojamojo turto segmentas – butai Kauno mieste, nes tai viena svarbiausių ir aktyviausiai besikeičiančių NT rinkos dalių Lietuvoje. Tyrimo aktualumas kyla iš to, kad NT rinka yra glaudžiai susijusi su šalies ekonomine padėtimi ir yra vienas pagrindinių rodiklių, atspindinčių šalies ekonomikos raidą bei potencialą investicijoms.

Per pastarąjį dešimtmetį Lietuva patyrė reikšmingus politinius ir ekonominius pokyčius, tokius kaip euro įvedimas, pasaulinis COVID-19 pandemijos protrūkis ir įvykiai, susiję su Rusijos pradėtu karu Ukrainoje. Šie įvykiai turėjo didelį poveikį šalies gyventojų finansinei padėčiai ir lėmė ryškius pokyčius rinkose, įskaitant NT rinką. Atsižvelgiant į tai, svarbu analizuoti, kaip šie veiksniai paveikė butų kainų dinamiką ir pardavimų tendencijas Kaune.

**Tyrimo tikslas** – išanalizavus 2013–2023 m. nekilnojamojo turto rinką įtakojančius pagrindinius veiksnius, nustatyti Kauno miesto butų rinkos pokyčius.

### **Tyrimo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti NT rinką įtakojančius veiksnius 2013–2023 metų laikotarpiu.
2. Palyginti 2013–2023 metų Kauno butų pardavimo sandorius.
3. Nustatyti Kauno miesto gyventojų nuomonę apie planuojamą įsigyti NT ir jų prioritetus ieškant buto.

## **Tyrimo metodika**

Atlikta mokslinių straipsnių, ekspertų apžvalgų, teisės aktų apie nekilnojamąjį turtą ir rinką, jos aktyvumą lemiančius veiksnius analizė ir sintezė. Tyrimui panaudoti duomenys iš VĮ Registrų centro, Statistikos departamento bei NT agentūrų, kurie parodo

nekilnojamojo turto rinką įtakančių veiksnių kitimą laike ir kainoje, atliktas duomenų pergrupavimas ir apibendrinimas.

Siekiant išsiaiškinti Kauno miesto gyventojų nuomonę apie NT rinką buvo atlikta apklausa. Anketa buvo pasirinkta kaip kiekybinio tyrimo metodas. Norint nustatyti apklausos minimalų respondentų skaičių naudota Cochran formulė.

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}}, \quad (1)$$

čia  $n$  – minimalus atvejų skaičius (respondentų skaičius);  $\Delta$  – paklaidos dydis (norima paklaida, šiuo atveju pasirinkta 10 %);  $N$  – populiacijos dydis (298 753 pagal Statistikos departamento duomenis).

Atliktos apklausos patikimumas nustatytas pasitikėjimo lygio ir paklaidos dydžio pagrindu. Pasitikėjimo lygis nurodo tikimybę, kad apklausos rezultatai bus tikslūs ir atspindės tikrąją populiacijos nuomonę. 10 % paklaidos dydis naudojamas tais atvejais, kai svarbiausia nustatyti bendras tendencijas, o ne aukštą tikslumą. Apskaičiuotas minimalus respondentų skaičius  $n = 1 / (0,1^2 + 1/298753) = 99.96 \approx 100$  respondentų. Remiantis šiais skaičiavimais apklausoje dalyvavo 108 Kauno miesto savivaldybės gyventojai, 68 moterys ir 40 vyrų. Anketos buvo platinamos internete. Apklausa buvo anoniminė, joje buvo pateikiama 40 klausimų, didžioji dalis klausimų buvo uždarojo tipo.

## Teorinės įžvalgos

Nekilnojamojo turto rinka stipriai veikia šalies BVP, daro didelį poveikį kitoms ūkio šakoms, yra vienas iš gyventojų perkamosios galios rodiklių, taip pat vienas iš patraukliausių investicinių objektų, visi šie aspektai koreliuoja tarpusavyje ir daro įtaką vienas kitam (Aleksavičius, 2019). NT rinka patiria pakilimus ir nuosmukius, arba kitaip tariant - turi savo gyvavimo ciklus. Pagal Pilinkienę ir kitus (2020) – NT rinkos cikliškumas – apibrėžia pasikartojančių įvykių seką, atsispindinčią socialiniuose, ekonominiuose bei lūkesčių rodikliuose ir veiksmuose, kurie veikia NT rinkos kainas ir stabilumą (Wisniewski ir kt., 2021). NT rinkos aktyvumas yra apibrėžiamas įvairiais rodikliais, įskaitant sandorių skaičių, parduotą plotą ir pasiūlą absorbcijos santykį – tai yra, kaip greitai siūlomi objektai suranda pirkėjus (Gross ir kt., 2013). NT rinka yra konservatyvi, mažo efektyvumo, lėtai arba vėluojančiai reaguoja į ekonomikos pokyčius (Kaklauskas ir kt., 2021; Balemi ir kt., 2019), todėl kai paklausa padidėja, pasiūla nespėja ir atsiranda nestabilumo problemos, nes trumpuoju laikotarpiu pirkėjai neatsisako planų, net jei pasiūla mažėja, kas trukdo kainoms grįžti į ankstesnę poziciją (Renigier-Biłozor ir kt., 2024). Pasiūlos sumažėjimas gali lemti NT rinkos perkaitimą (Trinkūnas ir kt., 2018). Nors situaciją reiktų vertinti kompleksškai vertinant ir kitus rodiklius. Nagrinėjant dinaminį ryšį tarp pagrindinių NT rodiklių būsto kainų, pajamų ir palūkanų normų nustatyta, kad dažniausiai būsto kainų svyravimai yra trumpalaikiai, palyginus su palūkanų normų ir pajamų pokyčiais, kurie yra nuolatiniai, reiškia, kad trumpuoju laikotarpiu būsto kainų pokyčiai nuo palūkanų normų ir pajamų pokyčių nepriklauso (Kundan Kishor ir kt., 2016; Zhao ir kt., 2023).

Nors NT rinka susiduria su cikliškumu ir su nestabilumo iššūkiais, svarbu vertinti rinką kompleksškai. Vien tik kainų svyravimų analizė gali neatspindėti tikrosios situacijos, todėl būtina įtraukti tokius rodiklius kaip sandorių skaičius, demografinės tendencijos ir kiti makroekonominiai veiksniai. Teorinių įžvalgų analizė atskleidžia svarbias sąsajas tarp rinkos aktyvumo, cikliškumo ir stabilumo, taip pat pabrėžia būtinybę taikyti kompleksinę požiūrį vertinant NT rinkos perspektyvas

## Rezultatai

Pastarasis dešimtmetis Lietuvoje buvo pilnas įvairių įvykių ir iššūkių. Pokyčiai, su kuriais teko susidurti sprendžiant globalius ir vidaus reikalų klausimus stipriai paveikė kasdienį gyvenimą ir tuo pačiu finansus bei su tuo susijusias visas ūkio šakas, tame tarpe ir nekilnojamojo turto rinką. Šioje tyrimo dalyje apžvelgiami svarbiausiai įvykiai šalyje įvykę 2013 – 2023 metais, kurie daugiausiai paveikė šalies ekonomiką, gyventojų įpročius ir sprendimus ir ketinimus nekilnojamojo turto atžvilgiu. Išskiriami pagrindiniai įvykiai, kurie turėjo stiprų poveikį NT rinkoms (sudaryta autorių remiantis UAB Ober-Haus ir VĮ Registrų centras informacija):

2013 m. - atsigauananti rinka po NT burbulo sprogimo, pradėjo kilti pragyvenimo lygis, NT rinka ir kainos stabilizavosi.

2015 m. - įvesta nauja valiuta Eurais, buvo pritraukta užsienio investicijų, pradžioje dėl kainų perskaičiavimo spekuliacijoms, kainos pradėjo kilti, bendras vartojimas mažėjo tačiau ilgalaikė perspektyva pasiteisino.

2016 m. - naujai statomų pastatų energijos klasės pakeitimai, griežtinami reikalavimai, keliama pastato energijos klasė. 2014 metais buvo priimtas reikalavimas, kad naujų pastatų energijos klasė būtų B, 2016 m. pakelta kartelė iki A, kas pakėlė statybų kaštus, nuo 2018 A+, o 2021 A++.

2018 m. - valstybės parama pirmajam būstui įsigyti. Ši parama buvo skirta jaunoms šeimoms, siekiant padėti įsigyti pirmąjį būstą regionuose.

2020 m. - pandemijos Covid-19 protrūkis. Recesija, globalaus masto įvykis, neturėjęs precedento šiuolaikiniam pasauliui, stipriai paveikė vartojimą, dėl užsidarymo namuose, ribojimų, buvo atleista daug žmonių, bankrutavo įmonės. Tačiau gyventojams išliko didesnio ploto poreikis.

2021 m. - nutraukti diplomatiniai santykiai su Kinija. Dėl Taipėjaus pripažinimo, Lietuva susilaukė griežtų ekonominių sankcijų. Dėl sankcijų stipriai nukentėjo ir bankrutavo įmonės, patirti nuostoliai, dirbusios su Kinijos rinka, ne visos surado verslo partnerių alternatyvas. Atleisti darbuotojai.

2021 m. - pabėgėlių krizė Baltarusijos pasienyje. Po Baltarusijoje vykusių rinkimų, kurių nepripažino išsivysčiusios šalys, kaimyninėje šalyje prasidėję protestai, dėl Lietuvos pozicijos pradėti veiksmai, siunčiami nelegalūs imigrantai destabilizuoti padėti.

2022 m. - karas Ukrainoje. Rusijai įsiveržus į Ukrainą, atsirado grėsmė kitoms posovietinėms šalims. Sutrikus tiekimo grandinėms, ypač statybos medžiagų srityje, NT statybos kaštai reikšmingai išaugo. Padidėjo būsto poreikis dėl karo pabėgėlių srauto.

2022 m. - energetikos kainų šuolis. Dėl Rusijos dujų tiekimo nutraukimo, kurias Europa importuoja, beprecedentis dujų ir elektros kainų šuolis.

2022 m. - ECB pakeltos palūkanos. Būsto paskolų dydis reikšmingai pakilo, dėl ECB infliacijos mažinimui skirtų priemonių, pakeliant tarpbankines palūkanas.

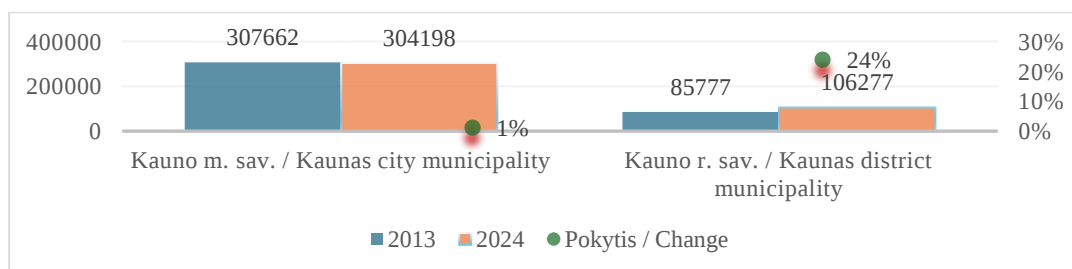
Dešimtmečio gyventojų situacija keitėsi, tačiau net ir ne tokie teigiami įvykiai, padarė poveikį vartojimui, darbo galimybėms, tuo pačiu paveikė pajamas ir ketinimus NT atžvilgiu. Net ir toks sunkus Covid-19 laikotarpis paveikė rinkos dalyvius siekti skirtingų naudų, vieni dėl neužtikrinto ateities, darbo praradimo atsisakė minčių pirkti būstą. Kiti pastebėję, kad apribota galimybė keliauti ir kitaip priverstinai buvo apribotas vartojimas, nutarė investuoti į NT, kad jie nenuvertėtų. Treti, dėl ribotos judėjimo erdvės, suprato, kad reikalingas erdvesnis būstas, papildomas plotas, sodas ar atsirado kiti motyvai investavimui į NT.

Siekiant išnagrinėti Kauno nekilnojamojo turto rinką tikslinga apžvelgti geografinius ir demografinius ypatumus, infrastruktūrą ir potencialią darbo aplinką bei kitus veiksnius, lemiančius poreikį nekilnojamojo turto įsigijimui ir darančius įtaką NT rinkos plėtrai.

Kaunas, antras pagal dydį Lietuvos miestas, strategiškai puikioje vietoje, kur kertasi didžiausios šalies automagistralės – renovuojamas tarptautinis tranzitinis koridorius „Via Baltica“, jungiantis Prahą ir Helsinkį, ir - kelias A1, jungiantis sostinę Vilnių ir didžiausią šalies uostamiestį – Klaipėdą, kuriais juda didžiausi šalies automobilių srautai, taip pat vykdomas geležinkelių projektas „Rail Baltica“. Taip pat greta miesto yra aktyvus oro uostas ir laisvoji ekonominė zona, teritorija, kurioje vystoma komercinė, finansinė ir ūkinė veikla, skirta šalies konkurencingumui skatinti.

Kaune vykdoma 14 % visos ekonominės šalies veiklos, sukuriamą 18 % Lietuvos BVP. Didžiausios įmonės, kurios savo pusę produkcijos realizuoja užsienyje, sudaro viso 12 % visos Lietuvos pramonės eksporto (www.vle.lt duomenys).

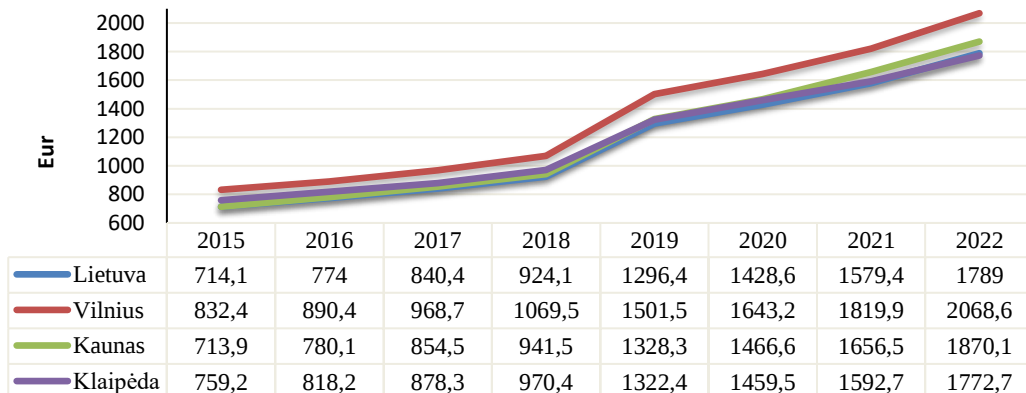
Kadangi Kaunas plečiasi, verta įtraukti Kauno rajoną į lyginamąją analizę, nes vis daugėja miestiečių, kurie dirba Kaune, tačiau renkasi gyventi toliau, dėl ramesnės aplinkos ar didesnio, naujesnio būsto įperkamumo galimybių. Kauno rajone šiuo metu gyvena 106 277 gyventojai (1 pav.).



**1 pav.** Gyventojų skaičiaus pokytis (sudaryta autorių)  
**Fig. 1.** Population change (compiled by authors)

Lyginant 2013 – 2023 m. laikotarpį nustatyta, kad Kauno mieste gyventojų sumažėjo 1 %, kai tuo tarpu Kauno rajone ženkliai paaugo – net 24 %, kas rodo rajono plėtros potencialą ir patrauklumą gyventojams.

Kaip vienas iš rodiklių veikiančių NT rinką yra gyventojų pajamų augimas (2 pav.).



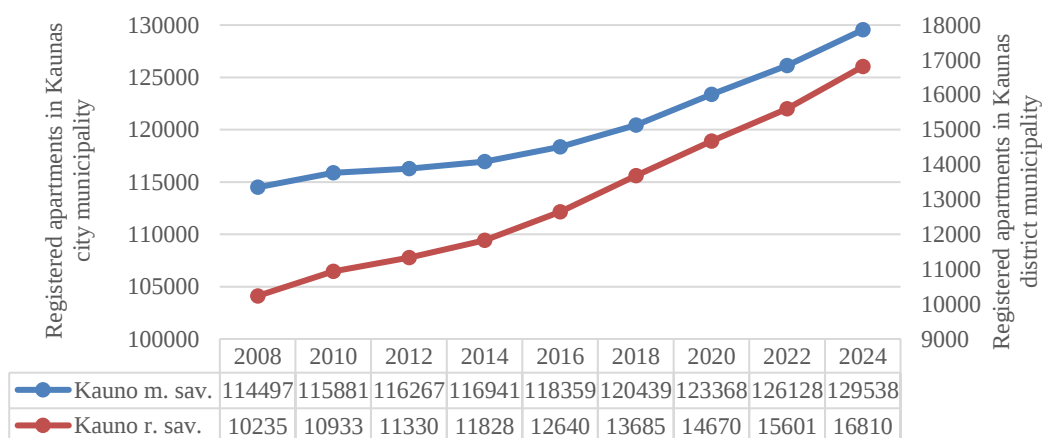
**2. pav.** Mėnesinis bruto darbo užmokestis 2015-2022 (sudaryta autorių)

**Fig. 2. Gross monthly wages 2015-2022 (compiled by authors)**

Grafike palyginami visos Lietuvos vidutinio darbo užmokesčio ir didžiųjų šalies miestų užmokesčiai 2013-2023 metais. Matoma tendencija, kad atlyginimas per šį laikotarpį augo visoje šalyje, tačiau sostinė visu laikotarpiu turėjo didelį atotrūkį nuo šalies vidurkio. Esminis lūžis įvyko 2019 metais (viena iš priežasčių buvo 2019 metų mokestinė reforma), Lietuvos vidutinio atlyginimo pokytis net 28,7 % ir toliau didėjo.

Nepaisant to, Kauno gyventojų atlyginimai pasikeitė labiausiai, lyginant laikotarpio pradžią, kai vidutinis atlyginimas buvo žemiausias iš visų didžiųjų miestų ir vos siekė šalies vidurkį, ir pabaigą, kai viršijo šalies vidurkį 4,5 %. Kas rodo, kad Kauno miesto plėtra ir gyventojų pajamos auga ir turi potencialą ateityje dar augti.

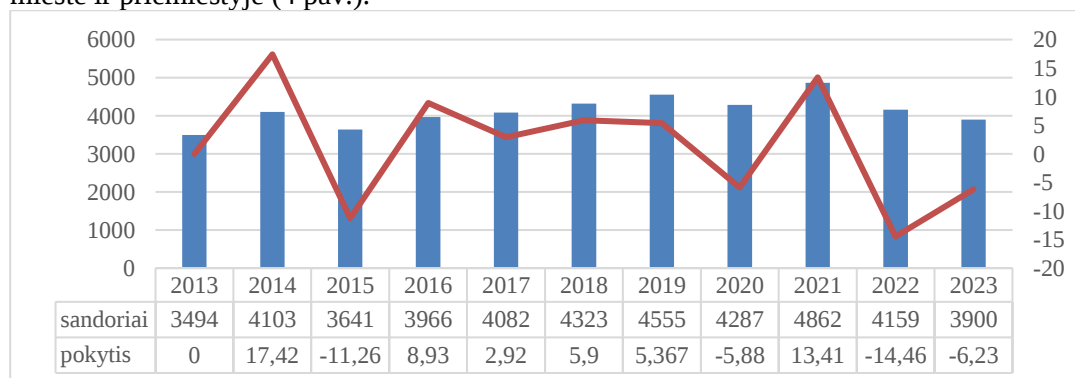
Analizuojant Kauno mieste ir rajone registruotų butų dinamiką nustatyta, kad 2008 – 2024 m. laikotarpyje ji didėjo (3 pav.).



**3 pav. Įregistruoti butai Kaune (sudaryta autorių remiantis VĮ Registrų centro duomenimis)**

**Fig. 3. Registered flats in Kaunas (compiled by the authors using data from SE Centre of Registers)**

Įvertinant gyventojų migracijos ypatumus ir atlyginimo dinamiką, galime daryti prielaidą, kad 2018-2019 metais gyventojų skaičiaus ir pajamų ženklus augimas atsiliepė ir butų skaičiaus augimui abiejose teritorijose, atsiradus naujų būstų poreikiui ir pagerėjus pragyvenimo lygiui. Pandeminiu laikotarpiu Kauno miesto ir Kauno rajono butų kiekis augo, toliau išliko pakankamai aktyvūs pardavimai, nepaisant prognozių, buvo perkami butai mieste ir priemiestyje (4 pav.).



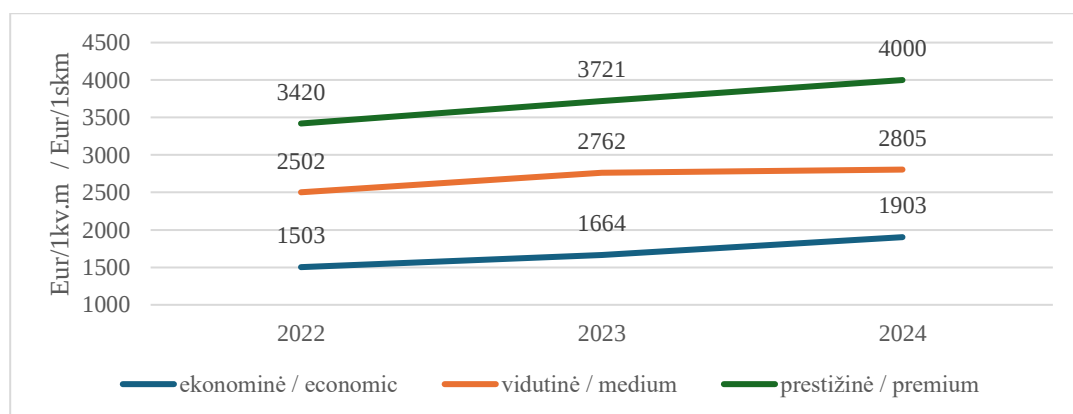
**4 pav. Butų sandorių dinamika Kaune (sudaryta autorių)**

**Fig. 4. Dynamics of apartment sales in Kaunas (compiled by authors)**

Grafike pateiktas sandorių pokytis per tiriamąjį laikotarpį, kur fiksuojamas įvykių poveikis rinkai. Pokytis įvedus eurą net -11,26 %, tačiau rinka greit sureagavo ir jau sekančiais metais matomas augimas iki pat pandemijos, kuomet pardavimai krito 5,88 %, tačiau kitais metais pokytis net 13,41 % didžiausias per visą laikotarpį, deja 2022 m. situacija drastiškai pasikeitė.

Taip pat nereiktų pamiršti kainos aspekto, kuris didžiąja dalimi lemia galimybę įpirkti NT, tik gyventojų poreikių skirtumai lemia ar pirkti mieste ar rajone, atstumas nuo darbo iki namų ir laiko trukmė jam įveikti. Kadangi kiekvienas butas ir namas yra unikalūs ir jo plotas skiriasi, neužtenka palyginti vidutinės kainos vidurkių.

Artimesnę tikrajai objekto kainą galima palyginti įvertinus vieno kvadratinio metro kainą pagal turto klasę (5 pav.). Klasės suskirstomas pagal turto buvimo vietą, įrengimo lygmenį ir kt.



**5 pav. Kauno mieste esančių butų kvadratinio metro kaina pagal klases (sudaryta autorių)**

**Fig. 5. Price per square metre of apartments in Kaunas city by category (compiled by authors)**

Vidutinė kvadrato kaina aukščiausia prestižinių Kauno butų segmente, tai žinoma priklauso nuo butų ploto ir lokacijos, rajono patrauklumo ir supančios aplinkos. Nagrinėjamu laikotarpiu butai brango visuose segmentuose. Pagal UAB Ober-Haus duomenis 2013 - 2023 metų laikotarpyje Kaune butai brango 84,4%.

Kauno butų pardavimų struktūra mažai keičiasi, daugiausia butų Kaune nupirkti yra 2 kambarių – 44%, ši tendencija išlieka pastovi. Vieno ir dviejų kambarių segmento butų per pusę mažiau, tačiau maži vieno kambario butai populiareni - 25%, negu trijų kambarių butai – 22%, mažiausią dalį sudaro butai 4 ir daugiau kambarių - 9%, tačiau bendram šalies kontekste šis skaičius yra potencialiai didelis. Tai tik patvirtina, optimalaus varianto ieškojimą tarp kainos ir buto dydžio, nes didesnis butas taip pat dažnai reiškia didesnius išlaikymo kaštus, šildymo kainą.

Tyrimo analizei pagilinti 2024 metų II ketvirtį buvo atlikta apklausa, buvo apklausti 108 Kauno miesto gyventojai. Respondentai į klausimą ar šiuo metu geras metas pirkti NT atsakė neigiamai (48%), 30% neturėjo nuomonės, tik 22 % - pasisakė teigiamai. Tačiau į klausimą, kokią poveikį ketinimams susijusiems su NT padarė Covid-19 35% atsakė, kad paskatino norą pirkti, 25 % - sumažino galimybes, likusieji neturėjo nuomonės šiuo klausimu.

Karo ir dabartinės situacijos poveikį 46 % respondentų vertina taip, kad ši situacija verčia susilaikyti nuo NT pirkimo, 21 % mano, kad geriau šiuo metu NT pirkti užsienyje, 18% mano, kad nepaisant situacijos planų neatšaukia, likusieji 15% nemato jokio poveikio norui pirkti NT.

Klausime, kam teikia didžiausią prioritetą renkantis NT (respondentai žymėjo kelis atsakymų variantus), aktualiausiais prioritetais išskyrė kainą (78,4 %) ir vietą (73,86 %), kaip svarbų minėjo plotą (30,6 %). 1/3 respondentų prioritetą teikė naujos statybos butams. Iš apklaustų net 11,36 % nurodė planuojantys pirkti butą investicijai (nuomai).

Ketinančių pirkti NT nuomonės dėl vietos ženkliai išsiskyrė – butą Kaune rinkęsi 82 %, Kauno rajone 18% respondentų.

Apklaustos metu nustatyti patrauklūs buto vietos kriterijai. Respondentai kaip didžiausius prioritetus renkantis būstą nurodė atstumą iki paslaugų ir prekybos vietų (42,4 % tai labai svarbu, 40,2 % vidutiniškai svarbu). Atstumą iki darželių, mokyklų ir vaikų žaidimų aikštelių kaip labai svarbų nurodė 48,9 % respondentų, 27,2 % tai vidutiniškai svarbu. Atstumas iki centro ir modernus interjeras, tarp pasirinkimų pasiskirstė panašiai, po ~30 %.

Pastato aukštingumas svarbus 45,7 % respondentų. Susisiekimas viešuoju transportu respondentams vienas iš didesnių prioritetų 50% tai svarbu, panašiai pasisakė ir dėl triukšmo tai aktualu 45,7% respondentų. Reikšmingiausiais aspektais (77 % nurodė kaip ypač svarbų) respondentai lauko ploto dydį ir kvadratinio metro kainą. 65% respondentams svarbu ir šildymo tipas, komunalinių mokesčių dydis. 57-60 % nurodė svarbiais – užbaigtumą ir pastato energijos klasę.

Atsakymai į klausimą kuris aukštas jums atrodo patogiausias pasiskirstė tokia tvarka – 55 % rinkęsi 2-3 aukštus, viršutinį aukštą ir apatinį besirenkančių respondentų skaičius buvo panašus siekė po 18 %, 9 % rinkęsi 6 aukštą ir aukščiau. Žaliųjų zonų artumui prioritetą kaip labai svarbų teikė 38% respondentų.

Tyrimo metu atlikta NT rinkos analizė atskleidė, kad pastarąjį dešimtmetį šio sektoriaus dinamikai reikšmingai įtakos turėjo įvairūs ekonominiai, socialiniai ir politiniai veiksniai. Nuo ekonominės krizės pasekmių iki pandemijos poveikio bei karo Ukrainoje. Šie įvykiai ne tik formavo rinkos dalyvių elgseną, bet ir keitė jų prioritetus. Šį dėsningumą patvirtina ir kiti autoriai (Gabrielli ir kt., (2023); Łaszek ir kt., 2024; Gluszek ir kt., 2023) atkreipdami dėmesį į karo pabėgėlių įtaką kaimyninių šalių NT rinkai.

Kaunas, kaip strategiškai svarbus miestas, išsiskiria savo geografinėmis bei ekonominėmis galimybėmis. Augantis Kauno rajono gyventojų skaičius ir sparčiai besiplečianti infrastruktūra rodo šio regiono patrauklumą gyventojams, ieškantiems didesnių ir labiau prieinamų būstų. Tai patvirtina ir sparčiai augantis butų pardavimų skaičius bei didėjanti kvadratinio metro kaina visuose segmentuose. Nors vidutinis darbo užmokestis Kaune 2023 m. viršijo šalies vidurkį, gyventojų prioritetai renkantis NT vis dar koncentruojasi į kainą ir vietą.

Be to, didelė dalis gyventojų vis dar atsargiai vertina NT pirkimo galimybes dėl geopolitinės ir ekonominės situacijos. Didesnis dėmesys regioninei plėtrai, gyventojų pajamų didėjimui bei NT politikos tobulinimui galėtų dar labiau sustiprinti šios rinkos stabilumą ir patrauklumą. Gyventojų atlyginimų didėjimas ir būsto kainų kilimas dera su tendencijomis, aptartomis kitų autorių (Tyvima ir kt., 2019; Hyun ir kt., 2018).

Apibendrinant gautus rezultatus galime teigti, kad NT rinka ilguoju laikotarpiu labiausiai reagavo į gyventojų augančias pajamas. Valstybės priimti sprendimai remti gyventojus ir skatinti ekonomiką, sunkiu laikotarpiu davė rezultatus. Kaip ir buvo minėta

aukščiau kitų autorių – tik pasitvirtina faktas, kad NT kainų svyravimai yra trumpalaikis reiškiny ir svarbiausia veiksnių visumos pokyčiai, kurie koreliuoja tarpusavyje.

## **Išvados**

1. Pastarąjį dešimtmetį NT rinką daugiausia įtakojo keli svarbūs veiksniai: 2015 m. įvestas Eurais ir užsienio investicijos skatino kainų augimą, nors trumpuoju laikotarpiu bendras vartojimas mažėjo. 2016 m. griežtėjantys pastatų energijos klasės reikalavimai padidino statybų kaštus. 2020 m. pandemija ilgą gyvenimo būdą, sukeldama didesnę poreikį erdvesniems būstams. 2021 m. geopolitinės krizės, įskaitant pabėgėlių krizę ir karą Ukrainoje, destabilizavo ekonomiką, tačiau padidėjo būsto poreikis. 2022 m. energetikos kainų šuolis ir ECB palūkanų kėlimas, infliacija ir tiekimo grandinių sutrikimai dar labiau sustiprino neapibrėžimą nekilnojamojo rinkoje. Tačiau ilgalaikėje perspektyvoje galima teigti, kad NT kainos augimas turi stiprų ryšį su gyventojų pajamų augimu ir gyventojų skaičiaus kitimu.
2. Kauno NT rinka pasižymi stabilia plėtra, kurios kryptį lemia tiek vietos ekonominiai rodikliai, tiek globalios tendencijos. Vienas iš rodiklių veikiančių NT rinką yra gyventojų pajamų augimas, Kaune vidutinio darbo užmokesčio 2013-2023 metais pokytis yra nuo 713 iki 1870 Eur/mėn. Analizuojamu laikotarpiu Kaune įregistruoti 12 597 butai. Daugiausia sandorių registruota buvo 2019 metais. Įvertinus dešimties metų laikotarpį Kaune butai brango 84,4%.
3. Tyrimo metu buvo atlikta Kauno miesto gyventojų apklausa, kurios rezultatai rodo, kad dauguma gyventojų šiuo metu nenori pirkti nekilnojamojo turto, o viena pagrindinių priežasčių yra neapibrėžta ateitis, kuri susijusi su Ukrainoje vykstančiu karu. Tik ¼ respondentų pirktų turtą šiuo metu. Analizuojant buto Kauno mieste pasirinkimą respondentai didžiausias dėmesį skiria NT kainai ir vietai, ypač svarbi jo vieta iki socialinių paslaugų teikimo vietų. Populiariausi 2-3 aukštuose esantys butai, o investiciją į NT planuoja 10 % apklaustųjų.

## **Literatūra**

1. Aleknavičius, M. 2019. Nekilnojamojo turto rinkos tyrimai: teoriniai ir praktiniai aspektai. Vilnius „Baltijos kopija“. 224 p.
2. Balemi, N., Füss, R., Weigand, A. 2021. COVID-19's impact on real estate markets: review and outlook. *Financ Mark Portf Manag* 35, 495–513 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11408-021-00384-6>
3. Gabrielli, L., Ruggeri, A. G., Scarpa, M. 2023. “Location, Location, Location”: Fluctuations in Real Estate Market Values after COVID-19 and the War in Ukraine Based on Econometric and Spatial Analysis, Random Forest, and Multivariate Regression. *Land*, 12(6), 1248. <https://doi.org/10.3390/land12061248>
4. Gluszak, M., Trojanek, R. 2024. War in Ukraine, the refugee crisis, and the Polish housing market. *Housing Studies*. <http://dx.doi.org/10.1080/02673037.2024.2334822>

5. Gross M., Żróbek R. 2013. Public real estate management in post-socialist countries. *Real Estate Management and Valuation*, vol. 21, no. 4, pp. 11-16 DOI: 10.2478/remav-2013-0032
6. Hyun, D., Milcheva, S. 2018 Spatial dependence in apartment transaction prices during boom and bust. *Regional Science and Urban Economics*, vol. 68, p. 36-45, doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.11.001
7. Kaklauskas, A., Zavadskas, E.K., Lepkova, N. Ir kt., 2021. Sustainable Construction Investment, Real Estate Development, and COVID-19: A Review of Literature in the Field. *Sustainability* 2021, 13, 7420. <https://doi.org/10.3390/su13137420>
8. Kundan Kishor, N., Hardik, A., Marfatia. 2016. The Dynamic Relationship Between Housing Prices and the Macroeconomy: Evidence from OECD Countries. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Springer, vol. 54(2), pages 237-268. DOI: 10.1007/s11146-015-9546-8
9. Łaszek, J., Olszewski, K., Augustyniak, H. 2024. How the War between Russia and Ukraine Caused a Multi-Cycle in the Polish Housing Market. *Critical Housing Analysis*. 11. 15-30. 10.13060/23362839.2024.11.1.561
10. Lietuvos Respublikos turto ir verslo vertinimo pagrindų įstatymas. 2024. *Valstybės žinios*, 1999-06-16, Nr. 52-1672. Galiojanti aktuali redakcija.
11. Pilkienė, V., Stundžienė, A. ir kt. 2020. Nekilnojamojo turto rinkos pokyčiai ekonomikos šoko kontekste: Lietuvos atvejis. Kaunas „Technologija“ 172p. DOI: 10.5755/e01.9786090217146
12. Renigier-Biłozor, M., Janowski, A. 2024. Human-Machine Synergy in Real Estate Similarity Concept. *Real Estate Management and Valuation*, vol. 32, no. 2, Sciendo, 2024, pp. 13-30. <https://doi.org/10.2478/remav-2024-0010>
13. Tyvimaa, T., Kamruzzaman, M. 2019. The effect of young, single person households on apartment prices: an instrument variable approach. *J Hous and the Built Environ* 34, 91–109. <https://doi.org/10.1007/s10901-018-9618-1>
14. Trinkūnas, V., Tupėnaitė, L., Raslanas, S. ir kt. 2018. Sustainable development of real estate: decision support model and recommendations for the period of crisis. *International Journal of Strategic Property Management*, 22(4), 252-264. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2018.3680>
15. UAB Ober-Haus. Prieiga per internetą: [https://www.ober-haus.lt/rinkos\\_apzvalga/](https://www.ober-haus.lt/rinkos_apzvalga/)
16. Valstybės duomenų agentūra. Prieiga per internetą: <https://www.stat.gov.lt/>
17. VĮ Registrų centras. Prieiga per internetą: <https://www.registrucentras.lt/turtas/>
18. Wisniewski, R., Brzezicka, J. 2021. Glocal real estate market: evidence from European Countries. *Journal of European Real Estate Research*, Vol. 14 No. 1, pp. 120-149. <https://doi.org/10.1108/JERER-09-2019-0031>
19. Zhao, Ch., Liu, F. 2023. Impact of housing policies on the real estate market - Systematic literature review. *Heliyon*. Volume 9, Issue 10e20704. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20704

**Abalikštienė Edita, Naujokaitytė Greta**

**Real Estate (Apartment) Market Valuation in Kaunas, 2013–2023**

## *Summary*

The real estate market is complex, as property valuation is influenced by various factors, including physical, economic, legal, and social aspects. This study aims to determine which events during the analysed period had the greatest impact on housing market prices. The research focuses on mid-range apartments in Kaunas, examining market trends over a 10-year period. The study evaluates changes in apartment prices and transaction volumes while assessing the impact of economic crises, the COVID-19 pandemic, war, and other significant events on the real estate market. The results indicate that property value is primarily influenced by apartment size, location, and household income. Additionally, a survey was conducted to identify residents' needs and priorities when choosing an apartment in Kaunas. Price and location were the top priorities.

*Keywords: real estate market, apartments, market changes.*

# KAZLŲ RŪDOS PRAMONĖS ĮMONIŲ TARŠOS ĮTAKA MEDYŲ NAŠUMUI

**Sinilga Černulienė**

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## **Anotacija**

Medynų augimui ir jų našumui turi įtakos įvairūs veiksniai. Vieni jų mažina medynų našumą, kitų poveikis esti teigiamas. Neteisingai formuojant medynus jų našumas alinamas, ir atvirkščiai, optimaliai ugdant medynus jų našumas puoselėjimas. Be medyno formavimo yra daug kitų veiksnių, kurie turi įtakos medynų augimui. Svarbus veiksnys, galintis įtakoti miškų būklę, yra oro tarša. Todėl, kad įvertinti oro taršos poveikį medynui aktualu turėti informacijos apie vykstančius medynų našumo pokyčius. Tokia informacija leidžia nustatyti oro taršos reikšmę medynų augimui. Daugiau kaip 30–40 metų, kai intensyviai teršiama Kazlų Rūdos miesto aplinka, aktualu įvertinti pramonės įmonių išmetamų teršalų poveikį miškų našumui.

Tyrimo tikslas – įvertinti Kazlų Rūdos pramonės įmonių taršos poveikį miškų našumui skirtingose taršos poveikio zonose.

Kazlų Rūdos regioninio padalinio miškų našumo dinamikai analizuoti panaudojome dviejų inventorizacijų duomenis (1990 ir 2012 m.). Našumo dinamika buvo tiriama dviejuose tyrimo žieduose, nutolusiuose skirtingu atstumu nuo Kazlų Rūdos miesto. Medynų našumo dinamikos tyrimams, medynų našumo vertinimui panaudoti jų tūrio ir vertės lygių rodikliai.

Toliau nuo miesto ir pramonės objektų esantys medynai pasižymėjo didesniu našumu, palyginti su pirmojo žiedo medynais. Tai gali būti siejama su mažesniu taršos, rekreacijos ir miesto artumo poveikiu. Geresnės ekologinės sąlygos antrojo žiedo teritorijoje leido išlaikyti stabilesnį medynų augimą ir produktyvumą. Pirmojo žiedo medynų našumo sumažėjimą galima sieti su didesniu aplinkos taršos ir antropogeniniu poveikiu, įskaitant pramonės įmonių emisijas ir rekreacinę veiklą. Tai rodo, kad žmogaus veikla daro reikšmingą įtaką miško produktyvumui.

Didžiausias našumas nustatytas 30–60 metų medynuose abiejuose žieduose. Tai atitinka mokslininkų išvadas, kad šio amžiaus medynai pasiekia maksimalų prieaugį. Po 90 metų amžiaus našumo augimas lėtėjo, kas rodo natūralų medžių senėjimą ir mažėjančią produktyvumą. Augavietės tipo įtaka medynų našumui buvo akivaizdi. Lc ir Pd augavietėse našumo augimas buvo nedidelis dėl nepalankių augimo sąlygų. Nb ir Lb augavietės užtikrino aukštesnius našumo rodiklius dėl palankios dirvožemio struktūros ir sudėties. Pušynai ir eglynai demonstravo didesnę našumo augimą, o juodalksnynų ir beržynų našumas augo lėčiau. Šie skirtumai pabrėžia, kad medžių rūšis taip pat turi įtakos produktyvumo dinamikai.

*Raktažodžiai: oro tarša, medynų tūrio ir vertės lygiai, medynų našumas*

## **Įvadas**

Medynų augimui ir jų našumui turi įtakos įvairūs veiksniai. Vieni jų mažina medynų našumą, kitų poveikis esti teigiamas. Pavyzdžiui, neteisingai formuojant medynus (kai medienos iškertama daugiau negu jos priauga arba paliekamos augti menkavertės medžių rūšys) jų našumas alinamas, ir atvirkščiai, optimaliai ugdant medynus jų našumas puoselėjimas. Be medyno formavimo yra daug kitų veiksnių, kurie turi įtakos medynų augimui. Svarbus veiksnys, galintis įtakoti miškų būklę, yra oro tarša. Todėl, kad įvertinti oro taršos poveikį medynui aktualu turėti informacijos apie vykstančius medynų našumo pokyčius. Tokia informacija leidžia nustatyti oro taršos reikšmę medynų augimui.

Šiaurinėje Kazlų Rūdos dalyje 1994 m. įkurtas “Girių bizonas”, gerai žinomos buvusios AB „Eglė“ vietoje. Medienos perdirbimo tradicijos čia labai gilios. 1909 metais darbą pradėjo lentpjūvė, po pirmojo pasaulinio karo pajėgdavusi išpjauti 10000 m<sup>3</sup> per metus, 1970 m. įsteigtas plokščių, o 1976 m. – baldų gamybos kombinatas. Ilgainiui baldų gamybos apimtys čia mažėjo, o didėjo medžio drožlių plokščių gamyba. Vien tik 1988 m.

medienos drožlių pagaminta 140 tūkst.m<sup>3</sup>. Gaminant tokį produkcijos kiekį į aplinką pasklisdavo dideli kiekiai formaldehido, sieros dioksido bei tonomis skaičiuojamų medienos šlifavimo dulkių ir daug kitų kenksmingų medžiagų, kas keletą kartų viršindavo didžiausias leidžiamas koncentracijas. 1994 m. įmonės veikla nutrūko, kol 1996 m. buvo sumontuota nauja medienos drožlių plokščių gamybos technologinė linija ir atnaujinta šios produkcijos gamyba. Pagrindinė "Girių bizono" veikla – medienos drožlių plokštės (MDP) ir apdailintos MDP (AMDP) gamyba. Tuo laikotarpiu įmonė pagamindavo 130 tūkst.m<sup>3</sup> neapdailintos medienos drožlių plokštės per metus. 2008 metais IKEA įsigijo UAB "Girių bizonas" įmonę ir 2014 m. tapo IKEA Industry Lietuva, kuri gamina medienos drožlių plokštes bei baldus. Per metus pagaminama 1,2 mln. Vienetų baldų ir 545 tūkst.m<sup>3</sup> drožlių plokščių.

AB „Jūrės medis“ – vienas didžiausių klijuotos medienos konstrukcijų gamintojų Pabaltijo šalyse. Konstrukcijos įmonėje gaminamos nuo 1974 m. Didžiausi gamybos tempai buvo 1976-1989 m. Kasmet buvo pagaminama po 2-3,5 tūkst.m<sup>3</sup> klijuotų medienos konstrukcijų. To pasekoje buvo sunaudojama po 50-88 t klijų, kurių sudėtyje buvo 5% laisvo fenolio. Nuo 1998 metų įmonės veikla pradėjo plėstis ir klijuotų medienos konstrukcijų gamybos apimtis leido padidinti nuo 3 tūkst. m<sup>3</sup> – 1998 m. iki 20 tūkst.m<sup>3</sup> - 2004m. 2008 m. įmonė įgyvendino technologinės linijos modernizavimo projektą, kurio vertė – daugiau kaip 40 mln. litų ir tai leido gamybos apimtis padidinti iki 30000 m<sup>3</sup> per metus.

Miesto pietinėje dalyje ilgą laiką veikė pramonės įmonė UAB „Kazlų Rūdos metalas“. Ji įsikūrė buvusios remonto mechaninės gamyklos bazėje. Čia buvo gaminamos įvairios žemės ūkio mašinos ir jų agregatai bei remontuojamos automašinos. Daugiausia teršalų į aplinką pasklisdavo iš katilinės, kurioje kasmet buvo sukūrenama iki 3900 t mazuto ir į aplinką pasklisdavo beveik 230 t SO<sub>2</sub>. Taip pat į aplinką pasklisdavo geležies, mangano oksidai, ksilolas ir kitos medžiagos, patenkančios į aplinką žemės ūkio mašinų, metalų suvirinimo, dažymo ir liejimo technologinių procesų metu. 2004 metais "Kazlų Rūdos metalas" specializavosi šiluminės energetikos srityje, siekiant kurui panaudoti biokurą. Tai katilinių įrangos projektavimas, šilumos ūkio renovacijos studijos, gamyba, katilinių rekonstrukcija. Ko pasekoje gamtinės aplinkos užterštumas šiuo laikotarpiu sumažėjo. 2001 m. Kazlų Rūdoje veiklą pradėjo įmonė „Kazlų Rūdos liejykla“. Įmonės pagrindinė veikla metalas, jo apdirbimas ir gaminiai.

Praėjus 30-40 metų, kai intensyviai buvo teršiama Kazlų Rūdos miesto aplinka, aktualu įvertinti pramonės įmonių išmetamų teršalų poveikį miškų našumui.

**Tyrimo tikslas** – įvertinti Kazlų Rūdos pramonės įmonių taršos poveikį miškų našumui skirtingose taršos poveikio zonose.

#### **Tyrimo uždaviniai:**

1. Atlikti VMU Kazlų Rūdos regioninio padalinio medynų našumo dinamikos analizę, panaudojant 1990, 2012 metų medynų inventorizacijos duomenis;
2. Palyginti Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo tyrimo žiedo medynų našumą.

Straipsnis susideda iš santraukos, reikšminių žodžių, teorinės įžvalgos, metodikos, tyrimo rezultatų ir išvadų.

#### **Teorinės įžvalgos**

Medynų našumas – medžių stiebų medienos tūris, sukuriamas ploto vienetu per laiko vienetą – metus, dešimt ar visą apyvartos periodą. Kiekybine prasme jis sutampa su bendrojo einamojo tūrio prieaugių suma nagrinėjamoje laiko atkarpoje. Medynų produktyvumą charakterizuoja iškertamos iš ploto vieneto per apyvartos periodą tarpiniais ir pagrindiniais

kirtimais medienos kiekis. Medynų našumas, kaip ir augančių medžių tūris, mūsų šalies apskaitos praktikoje išreiškiamas bendru augančių medžių stiebų su žievės tūriu, o produktyvumas – likvidinės pagamintos medienos tūriu, t.y. be viršūnės, kelmų, padarinės medienos žievės ir t.t. (Kuliešius, 1998).

Kasmet Lietuvoje priauga vidutiniškai 8,0 m<sup>3</sup>/ha medienos. Didžiausi prieaugiai yra 30–50 metų amžiaus medynuose. Medynų amžiaus struktūra nuolat kinta (palyginimui prieaugiai apskaičiuoti, imant tolygų plotų pasiskirstymą pagal amžių). Palyginamasis Lietuvos miškų našumas šiuo metu yra 7,4 m<sup>3</sup>/ha, t.y. beveik 8 proc. mažesnis už faktinį.

Medyno tūris ir prieaugis - tai pagrindiniai rodikliai, parodantys medyno našumą. Skirtingose Lietuvos vietose augančiuose miškuose skiriasi miškų rūšinė sudėtis ir jų našumas. Svarbiausias šiuos skirtumus lemiantis faktorius yra dirvožemis. Mažiausio našumo augavietės aptinkamos pietinėje, pajūrio ir rytinėje Lietuvos dalyse. Čia vyrauja pušynai. Vidurio Lietuvoje dažniausios vidutinio našumo augavietės. Vyrauja mišrūs lapuočių-spygliuočių miškai. Našiausias yra pušų ir eglių mišrių miškų rajonas, užimantis tarp Vidurio ir Pietų Lietuvos gana plačią juostą, besitęsiančią nuo jos vakarinės iki rytinės dalies. Jame augaviečių našumas yra 15–35 proc. didesnis negu analogiškų augaviečių, esančių pajūrio, Rytų arba Pietų Lietuvos rajonuose (Kuliešius, 2005).

Miškų būklės blogėjimas, laipsniškas jų produktyvumo mažėjimas ir apsauginių funkcijų silpnėjimas ne tik Lietuvos ir Europos, bet viso pasaulio ekologinė problema. Viena pagrindinių miškų nykimo priežasčių yra užterštas oras. Paskutiniaisiais XX a. dešimtmečiais dėl pramonės ir transporto plėtros bei intensyvėjančio žemės ūkio didėjo aplinkos tarša ir jos poveikis visiems gamtos komponentams. Tai silpnina visų ekologinių sistemų, ypač miškų atsparumą ir turi neigiamos įtakos jų savireguliacijos procesų stabilumui. Ekosistemoje sukauptas organinės medžiagos kiekis yra tam tikras stabilumo garantas. Pagal šį rodiklį vertinama ekosistemos būklė ir ekologinė situacija. Regiono stabilumo ir ekologinio tvarumo garantu laikomi miškai, kurie 5-7 kartus glaudžiau nei kitos ekosistemos sąveikauja su abiotine aplinka (atmosferos oru, dirvožemiu) ir reguliuoja regiono hidrologinį režimą (Kairiūkštis, 2001).

Lietuvos miškų būklę stebima nuo 1989 m., vykdant regioninio miškų monitoringo programą. Nuo pirmųjų miškų monitoringo metų Lietuvoje atliekamas dendrochronologinis monitoringas. Jo esmė gamtinės aplinkos būklės indikacijai panaudojama medžių rievių teikiama informacija. Spygliuočių medžių metinio radialiojo prieaugio dinamika suteikia unikalią ir svarbią informaciją apie ekologines, klimatinės, miško tipų ir augaviečių ypatybes, kurias indikuoja ankstyvosios ir vėlyvosios metinės rievės dalių pločio bei tankio pokyčiai (Lovelius, 1997). Skirtingai nuo kitų indikacijos metodų dendrochronologinė indikacija leidžia ne tik vertinti medyno būklę monitoringo metu, bet ir retrospektyviai atkurti metinio radialiojo prieaugio kiekybinius (metinės rievės plotį) ir kokybinius (metinės rievės vėlyvosios ir ankstyvosios medienos santykį) rodiklius nuo pirmųjų medžio augimo metų iki tyrimo metų (Stravinskienė, 2002). Todėl medžių metinių rievių indikatorinis vaidmuo vertinant gamtinės aplinkos būklę ir pokyčius yra labai svarbus.

Miškai, esantys šalia urbanizuotų teritorijų ar pramoninių centrų, patiria įvairius aplinkos veiksmus, kurie gali paveikti medynų produktyvumą. Tarša ir rekreacinė veikla yra du pagrindiniai žmogaus veiklos aspektai, darantys įtaką miškų ekosistemoms.

Miesto tarša, kurią sukelia pramonės, transporto ir kitų žmogaus veiklos šaltiniai, lemia atmosferos, dirvožemio ir vandens cheminės sudėties pokyčius. Sieros dioksidas (SO<sub>2</sub>), azoto oksidai (NO<sub>x</sub>), anglies monoksidas (CO) ir sunkieji metalai yra dažniausiai į atmosferą patenkantys teršalai, kurie daro žalingą poveikį augalams. Šie teršalai skatina dirvožemio ir vandenų parūgštėjimą, o tai neigiamai veikia medžių šaknų sistemą bei

fotosintezę. Tyrimai parodė, kad padidėjus sieros dioksido koncentracijai, sumažėja pušų ir eglių prieaugis (Nowak ir kt., 2002).

Šalia pramoninių objektų esantys miškai kaupia didelius sunkiųjų metalų kiekius, kurie trikdo medžių fiziologinius procesus. Beržai yra jautrūs sunkiųjų metalų taršai, nes jie intensyviai kaupia toksines medžiagas savo audiniuose (Sitko ir kt., 2022).

Be oro taršos, rekreacinė veikla taip pat turi reikšmingą poveikį miškams, prisideda prie biologinės įvairovės nykimo, ypač urbanizuotose zonose.

Miškai, esantys arti miestų, yra intensyviai naudojami rekreacinėms veikloms. Lankytojų veikla daro neigiamą poveikį dirvožemiui ir augalijai. Intensyvi rekreacija naikina miško paklotę, kurioje vyksta svarbūs organinių medžiagų skaidymo procesai.. Tyrimai rodo, kad dirvožemio tankis intensyvios rekreacijos vietose yra didesnis nei mažiau lankomuose miškuose (Sujetovienė, Baranauskienė, 2016). Didelis dirvožemio tankis sutrikdo dirvožemio struktūrą, mažina šaknų augimą, maistinių medžiagų ir vandens pasisavinimą bei mikroorganizmų veiklą (Pandey, Bennett, 2023).

Miesto taršos ir rekreacijos poveikiai gali sustiprinti vienas kitą. Pavyzdžiui, dirvožemio parūgštėjimas dėl taršos kartu su suspaudimu dėl rekreacijos gali dar labiau riboti šaknų siurbiamąją galią. Sunkiųjų metalų, tokių kaip S, Ni, Cu poveikio zonoje pastebėtas reikšmingas pušynų susilpnėjimas, susijęs su ilgalaike antropogenine tarša, kas įtakos turėjo medžių radialiojo prieaugio sumažėjimui (Romashkin ir kt., 2024)

Troposferos ozonas neigiamai veikia plačialapių ir spygliuočių miškus, reikšmingai sumažinant biologinės įvairovės kiekį (Long ir kt., 2023). Didelė priežemio ozono koncentracija paveikia augalų lapus, todėl sumažėja fotosintezę vykdančio paviršiaus plotas, nukenčia medžių prieaugis. Europoje svarbių rūšių medžiai – paprastasis bukas ir paprastoji eglė – yra laikomi jautrūs ozono poveikiui (Araminienė, Stakėnas, 2021).

Spartėjant urbanizacijos procesams ypatingas dėmesys skiriamas miestų ekosistemoms, ypač miestų miškams. Medžių augimą miestuose veikia keletas specifinių šios aplinkos veiksnių: oro, dirvožemio bei vandens tarša, fiziniai bei cheminiai dirvožemio pakitimai (suslėgimas, struktūros, druskų sudėties bei terpės pH pokyčiai ir kt.), ribotas medžių šaknims prieinamas dirvožemio tūris, dirvožemio suslėgimas, nepralaidžių sluoksnių kliūtys dirvožemyje, padidėjęs vandens išgarinimas ir drėgmės trūkumas dėl miesto mikroklimato ypatumų, maisto medžiagų apykaitos pakitimai (Jim, 2001).

Medžio savybė reaguoti į aplinkos poveikį – jautrumas – priklauso nuo medžio rūšies, jo genetinių savybių bei amžiaus. Medžių metinių rėvių plotis ir struktūra priklauso nuo klimato bei antropogeninių aplinkos veiksnių, todėl šie rodikliai atspindi bendrą visų dabarties ir praeities ekologinių veiksnių poveikį ir yra tinkami gamtinės aplinkos būklės vertinimui (Cherubini et al., 2002; Stravinskienė, 2005).

Medynų pažeidimas priklauso ne vien nuo atstumo iki teršimo šaltinio, bet ir nuo tos vietovės reljefo, mikroklimato ypatumų. Taip pat, miško pažeidimo laipsnis priklauso ir nuo vyraujančių vėjų krypties. Tolistant nuo teršimo šaltinio, pušynų būklė gerėja ir apie 12-14 km nuo taršos šaltinio pušynai buvo santykinai nepažeisti (Bartkevičius, 1987).

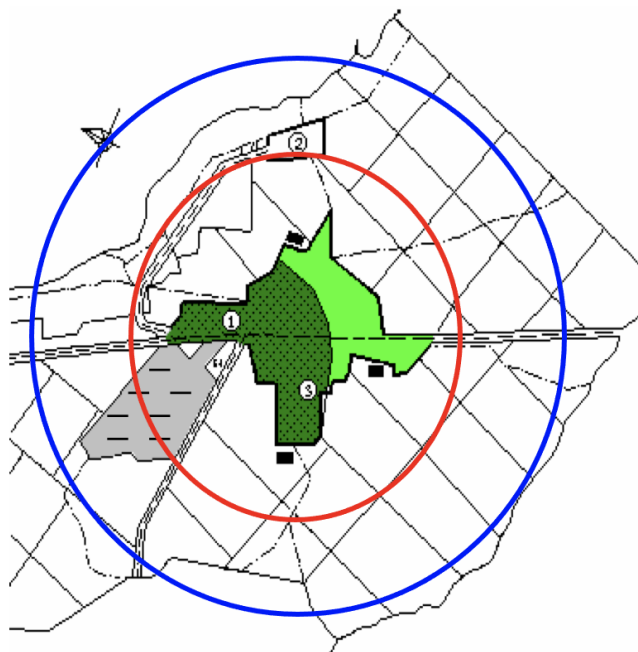
Užterštos aplinkos medynuose vyksta du pagrindiniai procesai, kurie lemia medynų produktyvumą: žūstančių medžių gausėjimas ir prieaugio mažėjimas.

## **Tyrimų objektas ir metodika**

Kazlų Rūdos regioninio padalinio miškų našumo dinamikai analizuoti panaudojome dviejų inventorizacijų duomenis (1990 ir 2012 m.). Našumo dinamika buvo tiriama dviejuose tyrimo žieduose, nutolusiuose skirtingu atstumu nuo Kazlų Rūdos miesto (1 pav.).

Sutartiniai žymėjimai :

- vakarinė miesto dalis /  
western part of the city
- rytinė miesto dalis /  
eastern part of the city
- 1 - UAB IKEA
- 2 - UAB "Jūrės medis"
- 3 - UAB "Kazlų Rūdos Liejykla"
- geležinkelis / railway
- miško kvartalai /  
forest quarters
- 1 tyrimo žiedas /  
1 research ring
- 2 tyrimo žiedas /  
2 research ring



**1 pav.** Kazlų Rūdos miesto ir dalies aplinkinių miškų planas  
**Fig.1.** Plan of the city of Kazlų Rūda and part of the surrounding forests

Pirmame tyrimo žiede buvo išanalizuota 340, antrame - 640 sklypų. Nustatyta medynų našumo dinamika pagal atskiras medžių rūšis, augavietes ir amžiaus brandumo grupes. Atlikta medynų našumo palyginimo tarp pirmojo ir antrojo tyrimo žiedų analizė.

Kazlų Rūdos giria pagal dydį yra trečia Lietuvoje - užima 58,7 tūkst.ha teritoriją.

VMU Kazlų Rūdos regioninio padalinio miškai teritorijos atžvilgiu išsidėstę kompaktiškai. Didesnioji dalis miškų sudaro pagrindinį miškų masivą. Regioninis padalinys viso prižiūri 36,8 tūkst. ha miškų.

Kazlų Rūdos miškų teritorijoje vyrauja IV grupės (ūkiniai miškai), užimantys 23754 ha - tai sudaro 82,6% viso miško ploto. III grupės (apsauginiai miškai) 3983 ha - t. y. 13,8% visų miškų. II grupės (specialios paskirties) miškai užima 1022 ha - 3,6% viso miško ploto.

Apaugusių miško plotą sudaro: pušynai – 48 %, eglynai- 19 %, beržynai – 15 %, juodalksnynai - 18%, iš jų: jaunuolynai – 22 %, pusamžiai – 51 %, pribirstantys – 10 %, brandūs - 17%.

Vidutinis medynų amžius - 56 metai. Vidutinis visų medynų tūris - 238 ktm/ha, brandžių medynų - 301 ktm/ha, bendras einamasis prieaugis - 7,2 ktm/ha.

Tiriant Kazlų Rūdos regioninio padalinio medynų našumo dinamiką, medynų našumui vertinti panaudoti jų tūrio ir vertės lygių rodikliai (Tebėra, 2000).

Medyno tūrio lygis apskaičiuojamas pagal tokią lygtį:

$$P = \frac{M + a_0 A^2 + a_1 A + a_2}{b_0 A^2 + b_1 A + b_2}, \quad (1)$$

čia  $P$  - medyno tūrio lygis,  
 $M$  - medyno tūris m<sup>3</sup>/ha,  
 $A$  - medyno amžius m,  
 $a_i, b_i$  - lygties parametrai.

Lygties parametrai  $a_i, b_i$  priklauso nuo medžių rūšies. Jie pateikti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Lygties (1) parametrai

**Table 1.** Parameters of Equation (1)

| Medžio rūšis / Tree species | Parametrai / Parameters |                   |              |                |              |              |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
|                             | $a_0$                   | $a_1$             | $a_2$        | $b_0$          | $b_1$        | $b_2$        |
| Pušis / Pine                | -<br>0,000784<br>3      | -<br>0,06516<br>8 | 14,3597      | -<br>0,0065480 | 1,75062<br>8 | -9,5830      |
| Eglė / Spruce               | -<br>0,003158<br>5      | -<br>1,11707<br>0 | 143,292<br>1 | -<br>0,0102345 | 1,93589<br>3 | 8,7557       |
| Ažuolas / Oak               | -<br>0,000806<br>0      | -<br>0,37607<br>0 | 29,5465      | -<br>0,0049027 | 1,58655<br>9 | -9,6286      |
| Uosis Ash                   | -<br>0,001241<br>7      | -<br>0,34980<br>1 | 22,5595      | -<br>0,0060570 | 1,63255<br>9 | -2,6873      |
| Beržas / Birch              | -<br>0,001200<br>8      | -<br>0,16296<br>5 | 28,3044      | -<br>0,0126285 | 2,32139<br>1 | -5,8538      |
| Drebulė / Aspen             | -<br>0,001186<br>5      | -<br>0,11793<br>8 | 0,0713       | -<br>0,0112045 | 2,26021<br>4 | -<br>13,9769 |
| Juodalksnis / Black alder   | -<br>0,004671<br>2      | -<br>0,35028<br>8 | 11,6832      | -<br>0,0131100 | 2,43260<br>1 | -<br>12,1601 |
| Baltalksnis/ Grey alder     | -<br>0,006768<br>9      | -<br>0,96076<br>9 | 28,3880      | -<br>0,0089742 | 1,75494<br>9 | 14,2475      |

Rengiant medynų tūrio lygio modelius panaudotos A. Kuliešio (1993) sudarytos medynų augimo eigos lentelės.

Medyno vertės lygis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F = k P, \quad (2)$$

čia:  $F$  – medyno vertės lygis,  
 $k$  – medienos vertės koeficientas,  
 $P$  – medyno tūrio lygis.

Vertinant mišrių medynų našumą, tūrio lygį reikia skaičiuoti pagal visų medyną sudarančių medžių rūšių lygtis ir iš gautų rezultatų išvesti svertinį vidurkį. Svertu naudojami medyno rūšinės sudėties koeficientai.

$$\overline{P}_m = \frac{\sum_{j=1}^l P_j * r_j}{10}, \quad (3)$$

čia  $\overline{P}_m$  – mišraus medyno tūrio lygis,  
 $P_j$  – medyno tūrio lygis, apskaičiuotas pagal  $j$ -tosios medžių rūšies parametrus ( $a_i, b_i$ ),  
 $r$  –  $j$ -tosios medžių rūšies koeficientas medyno rūšinėje sudėtyje  
 $l$  – medyną sudarančių medžių rūšių skaičius,

Apskaičiuojant mišraus medyno vertės lygį, nustatomas medienos vertės koeficiento svertinis vidurkis. Svertu naudojami medyno rūšinės sudėties koeficientai.

$$\overline{k}_m = \frac{\sum_{j=1}^l k_j * r_j}{10}, \quad (4)$$

čia:  $\overline{k}_m$  – mišraus medyno medienos vertės koeficientas,  
 $k_j$  –  $j$ -tosios medžių rūšies medienos vertės koeficientas,  
 $r$  –  $j$ -tosios medžių rūšies koeficientas medyno rūšinėje sudėtyje  
 $l$  – medyną sudarančių medžių rūšių skaičius,

Medynų grupės (medžių rūšies, atitinkamos augavietės, amžiaus klasės ir pan.) ar visų administracinio vieneto medynų (regioninio padalinio, girininkijos, eiguvos) medynų tūrio ir vertės lygių vidutiniai indeksai apskaičiuojami kaip svertiniai vidurkiai, svertu naudojant medynų plotus:

$$\overline{P}_{m.gr} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad (5)$$

čia  $\overline{P}_{m.gr}$  – medynų grupės vidutinis medynų tūrio lygis,  
 $P_i$  –  $i$ -tojo medyno tūrio lygis,  
 $q_i$  –  $i$ -tojo medyno plotas,  
 $n$  – medynų skaičius.

$$\overline{F}_{m.gr} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i * q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad (6)$$

čia  $\overline{F}_{m.gr}$  – medynų grupės vidutinis medynų vertės lygis,  
 $F_i$  –  $i$ -tojo medyno vertės lygis,  
 $q_i$  –  $i$ -tojo medyno plotas,  
 $n$  – medynų skaičius.

## Tyrimo rezultatai

Atlikus Kazlų Rūdos regioninio padalinio (1990 ir 2012 m.) pirmojo ir antrojo tyrimų žiedų našumo dinamikos analizę, gauti tokie rezultatai (2 lentelė).

**2 lentelė.** Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo tyrimo žiedų medynų našumo dinamika 1990 ir 2012 m. laikotarpyje

**Table 2.** Dynamics of productivity of the first and second study rings stands of the Kazlų Rūda regional unit in the period 1990 and 2012

| Medynų našumo rodikliai /<br>Stand productivity indicators                        | Pirmasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>First study ring stands |       | Antrasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>Second study ring<br>stands |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                                   | Metai / Years                                                 |       |                                                                   |       |
|                                                                                   | 1990                                                          | 2012  | 1990                                                              | 2012  |
| Vidutinis medynų tūrio lygis<br>(P) /<br>Average forest stand volume<br>level (P) | 3,073                                                         | 3,377 | 3,183                                                             | 3,502 |
| Vidutinis medynų vertės lygis<br>(F) /<br>Average forest stand value level<br>(F) | 2,776                                                         | 3,051 | 2,864                                                             | 3,130 |
| F/P                                                                               | 0,903                                                         | 0,903 | 0,899                                                             | 0,893 |

Šie duomenys byloja, kad miškų našumas pastaraisiais metais šiek tiek pakito. Per 23 metų medynų tūrio lygis ir medynų vertės lygis sumažėjo tik apie 3 %, o medynų rūšinę sudėtį apibūdinantis santykis F/P sumažėjo tik 0,5 %.

Iš šių duomenų galime matyti, kad regioninio padalinio teritorijoje miškų našumo rodikliai antrajame žiede pasikeitė šiek tiek kitaip nei pirmame. Palyginus šiuos duomenis matome, kad antrojo žiedo medynų našumas geresnis, negu pirmojo. Antrajame žiede buvo stebimas ženklus našumo kilimas, kuris išryškėjo tiriamuoju laikotarpiu. Šis augimas gali būti siejamas su geresnėmis ekologinėmis sąlygomis, mažesniu aplinkos taršos poveikiu arba kitais veiksniais, darančiais įtaką medynų produktyvumui.

Atlikus skaičiavimus matome, jau 1990 metais pirmame medynų tyrimo žiede prarandame 11 m<sup>3</sup>, o jau 2012 metais - beveik 13 m<sup>3</sup> medienos. Iš to galime daryti išvadą,

kad bėgant metams medynų našumas palaipsniui blogėja, dėl čia esančių teršalų šaltinių, antropogeninio poveikio.

Atlikus Kazlų Rūdos regioninio padalinio (1990 ir 2012 m.) pirmojo ir antrojo tyrimų žiedų medynų našumo dinamikos analizę pagal augavietes gauti tokie rezultatai (3 lentelė).

Atlikus pirmojo žiedo medynų našumo dinamikos analizę, matyti, kad visose vyraujančiose augavietėse medynų našumas rodė didėjimo tendenciją. Tačiau našumo augimo intensyvumas skyrėsi priklausomai nuo augavietės tipo. Lc ir Pd augavietėse našumo kilimas buvo palyginti nedidelis, o tai gali būti siejama su drėgmės pertekliumi ir mažesniu maistinių medžiagų prieinamumu. Priešingai, Nb ir Lb augavietėse buvo stebimas didžiausias našumas. Šiose augavietėse dirvožemio struktūra ir sudėtis sudarė palankesnes sąlygas medžių augimui, dėl ko ir medynų našumo rodikliai buvo geresni. Šie rezultatai rodo, kad augavietės tipas yra esminis veiksnys, lemiantis medynų produktyvumo skirtumus.

Antrajame tyrimo žiede našumas pagal augavietės tipą išsidėstė panašiai: geriausias našumas nustatytas Nb ir Lb augavietėse, bet palyginus antrojo žiedo duomenis su pirmuoju, galima daryti išvadą, kad antrojo žiedo medynų našumas yra žymiai geresnis.

**3 lentelė.** Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo žiedų medynų našumo dinamika 1990 – 2012 m. laikotarpyje pagal augavietės tipą

**Table 3.** Dynamics of productivity of first and second study rings stands of the Kazlų Rūda regional unit in the period 1990–2012 by forest sites

| Augavietė/<br>Forest site | Medynų<br>našumo<br>rodikliai /<br>Stand<br>productivity<br>indicators | Pirmasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>First study ring stands |       | Antrasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>Second study ring stands |       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------|-------|
|                           |                                                                        | Metai / Years                                                 |       |                                                                |       |
|                           |                                                                        | 1990                                                          | 2012  | 1990                                                           | 2012  |
| Nc                        | (P)                                                                    | 2,815                                                         | 3,667 | 3,799                                                          | 3,947 |
|                           | (F)                                                                    | 2,644                                                         | 3,586 | 3,613                                                          | 3,787 |
|                           | F/P                                                                    | 0,939                                                         | 0,978 | 0,951                                                          | 0,959 |
| Nb                        | (P)                                                                    | 3,183                                                         | 3,496 | 3,379                                                          | 3,731 |
|                           | (F)                                                                    | 3,116                                                         | 3,424 | 3,329                                                          | 3,685 |
|                           | F/P                                                                    | 0,979                                                         | 0,979 | 0,985                                                          | 0,987 |
| Lb                        | (P)                                                                    | 3,238                                                         | 3,674 | 3,321                                                          | 3,777 |
|                           | (F)                                                                    | 3,093                                                         | 3,541 | 3,174                                                          | 3,613 |
|                           | F/P                                                                    | 0,955                                                         | 0,964 | 0,956                                                          | 0,956 |
| Lc                        | (P)                                                                    | 3,238                                                         | 3,436 | 3,200                                                          | 3,519 |
|                           | (F)                                                                    | 2,961                                                         | 3,164 | 2,860                                                          | 3,133 |
|                           | F/P                                                                    | 0,914                                                         | 0,920 | 0,894                                                          | 0,890 |
| Pd                        | (P)                                                                    | 3,088                                                         | 3,150 | 2,998                                                          | 3,277 |
|                           | (F)                                                                    | 2,131                                                         | 2,129 | 2,106                                                          | 2,248 |
|                           | F/P                                                                    | 0,689                                                         | 0,676 | 0,702                                                          | 0,686 |

Tai gali būti susiję su mažesniu žmogaus veiklos, tokios kaip rekreacija ar urbanizacija, poveikiu bei geresnėmis ekologinėmis sąlygomis. Antrojo žiedo teritorijoje medynų tūrio ir vertės lygio rodikliai parodė teigiamą pokytį, palyginti su pirmuoju žiedu. Tai leidžia manyti, kad aplinkos veiksniai, tokie kaip dirvožemio tipas, drėgmės režimas, o ypačingai mažesnė antropogeninė tarša, turėjo reikšmingą įtaką medynų produktyvumui. Tai

patvirtina ir daugelio mokslininkų atlikti tyrimai, kad teršalų emisija sukelia medynų augimo dinamikos sutrikimus ir ilgalaikį medžių augimo produktyvumo sumažėjimą (Chojnacka-Ozga, Ozga, 2021).

Atlikus Kazlų Rūdos regioninio padalinio (1990 ir 2012 m.) pirmojo ir antrojo tyrimo žiedų našumo dinamikos analizę pagal vyraujančią medžių rūšį gavome tokius rezultatus (4 lentelė).

Analizuojant 1990–2012 m. laikotarpio Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo žiedų medynų našumo dinamiką pagal medynų rūšinę sudėtį, pastebėta, kad pušynų, eglynų ir juodalksnynų našumas per minėtą laikotarpį išaugo. Tačiau, našumo augimas buvo nevienodas tarp skirtingų rūšių ir skirtingų tyrimų žiedų. Tuo tarpu beržynų našumo augimas buvo lėtesnis. Nors visų analizuotų medynų našumas kilo, juodalksnynų našumas didėjo lėčiau nei kitų rūšių.

Apibendrinant abu analizuotus medynų žiedus, galima teigti, kad antrasis žiedas pasižymėjo geresnėmis augimo sąlygomis arba mažesniu neigiamų aplinkos veiksnių poveikiu. Tai gali būti susiję su mažesniu įmonių taršos poveikiu medynams. Tai patvirtina daugelio autorių atlikti tyrimai, nes didėjant aplinkos užterštumui medynų dendrometriniai rodikliai mažėja (Armolaitis ir kt., 1999).

**4 lentelė.** Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo žiedų medynų našumo dinamika 1990 – 2012 m. laikotarpyje pagal medyno rūšinę sudėtį

**Table 4.** Dynamics of productivity of first and second study rings stands of Kazlų Rūda regional unit in the period 1990–2012 by tree species composition

| Medyno rūšinė sudėtis /<br><i>Species composition</i> | Medynų našumo rodikliai /<br><i>Stand productivity indicators</i> | Pirmasis medynų tyrimo žiedas /<br><i>First study ring stands</i> |       | Antrasis medynų tyrimo žiedas /<br><i>Second study ring stands</i> |       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                       |                                                                   | Metai / <i>Years</i>                                              |       |                                                                    |       |
|                                                       |                                                                   | 1990                                                              | 2012  | 1990                                                               | 2012  |
| Pušynai /<br><i>Pine forests</i>                      | (P)                                                               | 3,192                                                             | 3,512 | 3,401                                                              | 3,658 |
|                                                       | (F)                                                               | 3,136                                                             | 3,450 | 3,355                                                              | 3,614 |
|                                                       | F/P                                                               | 0,982                                                             | 0,982 | 0,968                                                              | 0,987 |
| Eglynai /<br><i>Spruce forests</i>                    | (P)                                                               | 3,581                                                             | 3,858 | 3,543                                                              | 4,12  |
|                                                       | (F)                                                               | 3,347                                                             | 3,658 | 3,301                                                              | 3,861 |
|                                                       | F/P                                                               | 0,935                                                             | 0,948 | 0,932                                                              | 0,937 |
| Beržynai /<br><i>Birch forests</i>                    | (P)                                                               | 2,600                                                             | 2,720 | 2,420                                                              | 2,710 |
|                                                       | (F)                                                               | 2,278                                                             | 2,356 | 2,004                                                              | 2,236 |
|                                                       | F/P                                                               | 0,876                                                             | 0,866 | 0,828                                                              | 0,825 |
| Juodalksnynai /<br><i>Black alder forests</i>         | (P)                                                               | 2,847                                                             | 3,170 | 2,945                                                              | 3,229 |
|                                                       | (F)                                                               | 1,987                                                             | 2,177 | 2,076                                                              | 2,233 |
|                                                       | F/P                                                               | 0,698                                                             | 0,686 | 0,705                                                              | 0,691 |

Medynų brandumo grupės ir jų našumas yra svarbūs rodikliai, leidžiantys vertinti miško ekonominę, ekologinę ir biologinę reikšmę. Jie padeda numatyti, kaip efektyviai tvarkyti miškus, išsaugoti jų funkcijas bei suderinti ekonominius ir aplinkosauginius tikslus.

Išanalizavus šiuos duomenis galime pastebėti du dėsningumus: *pirma*, medynų našumas didėjant jų amžiui iki 60 metų - didėja; *antra*, medynų našumo po 90 metų amžiaus matomas augimo lėtėjimas. Patys našiausi medynai yra 30-60 metų amžiaus (5 lentelė).

**5 lentelė.** Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo žiedų medynų našumo dinamika 1990 – 2013 m. laikotarpyje pagal amžių

**Table 5.** Dynamics of productivity of first and second study rings stands of Kazlų Rūda regional unit in the period 1990–2012 by age

| Medynų<br>amžiaus<br>grupės /<br>Stand age<br>groups | Medynų<br>našumo<br>rodikliai /<br>Stand<br>productivity<br>indicators | Pirmasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>First study ring stands |       | Antrasis medynų<br>tyrimo žiedas /<br>Second study ring<br>stands |       |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                      |                                                                        | Metai / Years                                                 |       |                                                                   |       |
|                                                      |                                                                        | 1990                                                          | 2012  | 1990                                                              | 2012  |
| Iki 30                                               | (P)                                                                    | 2,456                                                         | 3,338 | 3,129                                                             | 3,619 |
|                                                      | (F)                                                                    | 1,827                                                         | 2,559 | 2,611                                                             | 2,814 |
|                                                      | F/P                                                                    | 0,744                                                         | 0,767 | 0,834                                                             | 0,777 |
| 31-60                                                | (P)                                                                    | 3,207                                                         | 3,607 | 3,217                                                             | 3,787 |
|                                                      | (F)                                                                    | 2,962                                                         | 3,364 | 2,849                                                             | 3,381 |
|                                                      | F/P                                                                    | 0,923                                                         | 0,932 | 0,886                                                             | 0,892 |
| 61-90                                                | (P)                                                                    | 3,176                                                         | 3,281 | 3,266                                                             | 3,341 |
|                                                      | (F)                                                                    | 2,804                                                         | 2,879 | 3,005                                                             | 2,994 |
|                                                      | F/P                                                                    | 0,882                                                         | 0,877 | 0,919                                                             | 0,896 |
| Virš 90                                              | (P)                                                                    | 2,737                                                         | 2,932 | 2,827                                                             | 3,040 |
|                                                      | (F)                                                                    | 2,596                                                         | 2,806 | 2,738                                                             | 2,980 |
|                                                      | F/P                                                                    | 0,948                                                         | 0,957 | 0,968                                                             | 0,980 |

Šiuos teiginius patvirtina mokslininkų atlikti tyrimai, kad našiausi daugelio rūšių medynai ir didžiausias jų prieaugis yra apie 30–60 jų augimo metus, po to didėjant medynų amžiui medynų našumas ir prieaugis didėja nežymiai (Godvod ir kt., 2018; Johnson, Abrams, 2009).

Apibendrinant Kazlų Rūdos regioninio padalinio pirmojo ir antrojo žiedų gautus duomenis pagal amžiaus grupes, galima teigti, kad, antrojo žiedo (toliau nuo miesto) augantys medynai pasižymi didesniu našumu, lyginant su pirmuoju žiedu. Pirmojo žiedo medynų našumo sumažėjimą galima sieti su miesto artumu, pramonės įmonių tarša, rekreacija ir kitais antropogeniniais veiksniais.

## Išvados

1. Toliau nuo miesto (antrojo tyrimo žiedo) esantys medynai pasižymėjo didesniu našumu, palyginti su pirmojo tyrimo žiedo medynais. Tai gali būti siejama su mažesniu taršos, rekreacijos ir miesto artumo poveikiu. Geresnės ekologinės sąlygos antrojo žiedo teritorijoje leido išlaikyti stabilesnį medynų augimą ir produktyvumą. Tai rodo, kad žmogaus veikla daro reikšmingą įtaką miško produktyvumui.
2. Didžiausias našumas nustatytas 30–60 metų medynuose abiejuose tyrimo žieduose. Tai atitinka mokslininkų išvadas, kad šio amžiaus medynai pasiekia maksimalų prieaugį. Po 90 metų amžiaus našumo augimas lėtėjo, kas rodo natūralų medžių senėjimą ir mažėjantį produktyvumą. Tačiau, antrojo tyrimo žiedo medynai pasižymėjo didesniu našumu,

lyginant su pirmuoju tyrimo žiedu. Pirmojo žiedo medynų našumo sumažėjimą galima sieti su miesto artumu, pramonės įmonių tarša, rekreacija ir kitais antropogeniniais veiksniais.

3. Augavietės tipo įtaka medynų našumui buvo akivaizdi. Lc ir Pd augavietėse našumo augimas buvo nedidelis dėl nepalankių augimo sąlygų. Nb ir Lb augavietės užtikrino aukštesnius našumo rodiklius dėl palankios dirvožemio struktūros ir sudėties. Skirtumai tarp antrojo ir pirmojo žiedo išliko tokie patys kaip ir tiriant kitus rodiklius – arčiau miesto bei pramonės įmonių augimo sąlygos buvo prastesnės nei toliau nuo miesto augančiuose medynuose, o augavietės tipas darė reikšmingą įtaką jų produktyvumui.
4. Pušynai ir eglynai pasižymėjo didesniu produktyvumu, tuo tarpu juodalksnynų ir beržynų produktyvumas augo lėčiau. Šie skirtumai pabrėžia, kad medžių rūšis taip pat turi įtakos produktyvumo dinamikai. Toliau nuo miesto ir taršos šaltinių esantys medynai pasižymėjo geresnėmis augimo sąlygomis, o jų produktyvumas buvo didesnis, palyginti su arčiau miesto tirtuose objektuose augančiais medynais (pirmame tyrimo žiede), kur aplinkos veiksniai galėjo neigiamai paveikti augimo tempą ir bendrą ekosistemos būklę.

## Literatūra

1. Araminienė A., Stakėnas V. 2021. Oro taršos įtaka miškų ekosistemoms. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų mokslinė konferencija „Agrariniai ir miškininkystės mokslai: naujausi tyrimų rezultatai ir inovatyvūs sprendimai“ 2021 m. sausio 26–29 d.
2. Armolaitis K., Bartkevičius E., Juknys R. ir kt. AB „Achema“ teršalų poveikis miško ekosistemoms. Lietuvos miškų būklė ir ją sąlygojantys veiksniai. Kaunas: Lututė, 1999. 56-57 p.
3. Барткявичюс Е. 1987 Некоторые закономерности роста сосновых древостоев при различном уровне загрязнения природной среды Каунас. 16-28, Биологическое продуктивность лесов Поволжья, 1992. Москва, с256-279.
4. Cherubini P., Fontana G., Rigling D., Dobberty M., Brang P., Innes J. L. 2002. Tree-life history prior to death: two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. *Journal of Ecology*, Vol. 90, p. 839-850.
5. Chojnacka-Ozga L., Ozga W. 2021. The Impact of Air Pollution on the Growth of Scots Pine Stands in Poland on the Basis of Dendrochronological Analyses. *Forests*, 12, 1421. <https://doi.org/10.3390/f12101421>
6. Godvold K., Brazaitis G., Bačkaitis J., Kulbokas G. 2018. The development and growth of larch stands in Lithuania. *J. For. Sci.*, 64: 199–206
7. Jim C. Y. 2001. Managing urban trees and their soil envelopes in a contiguously developed city environment. *Environmental Management*, Vol. 28(6), p. 819-832.
8. Johnson S.E., Abrams M.D. 2009. Age class, longevity and growth rate relationships: protracted growth increases in old trees in the eastern United States, *Tree Physiology*, Volume 29, Issue 11, Pages 1317–1328  
<https://doi.org/10.1093/treephys/tpp068>
9. Kairiūkštis L. Krašto ekologija, tausojanti plėtra ir miškų vaidmuo. Tausojanti plėtra informacinėje visuomenėje. Vilnius: Botanikos institutas, 2001. P. 208-221.
10. Kuliešius A. Medynų našumas ir jo panaudojimas. Vilnius. 1998. 141 p.
11. Kuliešius A. Lietuvos miškų našumas. Mano ūkis. 2005. Nr.2.

12. Long X., Han Y., Wang Q.Y., Li X.K., Feng T., Wang Y.C. 2024. Adverse effects of ozone pollution on net primary productivity in the North China plain. *Geophysical Research Letters*, 51, e2023GL105209.  
<https://doi.org/10.1029/2023GL105209>
13. Lovelius N.V. 1997. Dendroindication of natural processes and anthropogenic influences. ST.-peterburg, 320 p.
14. Pandey B.K., Bennett M.J. 2024. Uncovering root compaction response mechanisms: new insights and opportunities. *J Exp Bot.* 75(2):578-583.  
<https://doi.org/10.1093/jxb/erad389>
15. Romashkin I.V., Genikova N.V., Kryshen A.M. 2024. Dependence of *Pinus sylvestris* (Pinaceae) Radial Growth on Meteorological Conditions and Anthropogenic Air Pollution: Data from Northwestern Part of Murmansk Oblast. *Dokl Biol Sci* 518, 205–217.  
<https://doi.org/10.1134/S0012496624701151>
16. Sitko K, Opała-Owczarek M, Jemioła G, Gieroń Ż, Szopiński M, Owczarek P, Rudnicka M, Małkowski E. 2022. Effect of Drought and Heavy Metal Contamination on Growth and Photosynthesis of Silver Birch Trees Growing on Post-Industrial Heaps. *Cells*.11(1):53. <https://doi.org/10.3390/cells11010053>
17. Stravinskienė V. 2005. Bioindikaciniai aplinkos vertinimo metodai. Mokomoji knyga. Kaunas: VDU leidykla, 215 p.
18. Stravinskienė V. Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija. Kaunas: Lututė, 2002. 175 p.
19. Sujetovienė G., Baranauskienė T. 2016. Impact of Visitors on Soil and Vegetation Characteristics in Urban Parks of Central Lithuania. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management* Vol. 72 / No. 3 / 2016 pp. 51-58

## Černulienė Sinilga

### The Impact of Industrial Pollution from Kazlų Rūda on Forest Stand Productivity

#### Summary

The growth and productivity of forest stands are influenced by various factors, some of which enhance productivity, while others have a negative impact. For instance, improper stand management can deplete productivity, whereas optimal stand development supports sustainable growth. Beyond stand formation, other key factors affect forest growth, including air pollution, which plays a significant role in forest health. To assess the impact of air pollution on forest stands, it is essential to analyse ongoing changes in stand productivity. Given that the environment in Kazlų Rūda has been subjected to industrial pollution for over 30–40 years, evaluating the effects of industrial emissions on forest productivity is particularly relevant.

The aim of this study is to assess the impact of industrial pollution in Kazlų Rūda on forest productivity across different pollution impact zones.

To analyse forest productivity dynamics in the Kazlų Rūda regional unit, data from two forest inventories (1990 and 2012) were used. The study examined productivity changes in two research zones located at different distances from the city. Stand productivity was evaluated using indicators of stand volume and value levels.

Stands located farther from the city and industrial sites exhibited higher productivity compared to those in the first research zone. This difference is likely due to lower levels of pollution, reduced human activity, and the absence of urban stressors. In contrast, stands in the first zone experienced decreased productivity, which can be attributed to higher environmental pollution, industrial emissions, and recreational activities. These findings highlight the significant impact of human activity on forest productivity.

The highest productivity was observed in stands aged 30–60 years in both research zones, aligning with scientific findings that forests within this age range reach peak growth rates. After 90 years, productivity declined, reflecting the natural aging process of trees. The impact of stand type on productivity was also evident. Stands in Lc and Pd site types exhibited lower productivity due to unfavorable growth conditions, whereas Nb and Lb site types supported higher productivity due to favorable soil structure and composition. Pine and spruce forests demonstrated higher productivity growth, while black alder and birch forests showed slower growth. These differences emphasise the role of tree species in productivity dynamics.

*Keywords: air pollution, stand volume and value levels, forest productivity.*

# SVETIMŽEMIŲ MEDŽIŲ RŪŠIŲ FENOTIPINIŲ POŽYMIŲ VERTINIMAS KAUNO MARIŲ APSAUGINIUOSE ŽELDINIUOSE

Loreta Semaškienė, Sinilga Černulienė

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## Anotacija

Miškai turi didelę ūkinę ir apsauginę reikšmę: iš jų gaunama įvairi mediena, jie atlieka vandens, dirvos apsaugines, krantų sutvirtinimo funkcijas. Pastaruoju metu mažiau paplitusių ir nykstančių medžių rūšių tyrimai tampa vis svarbesni tarptautiniu mastu, nes gali suteikti naujos informacijos apie rūšių evoliuciją, kuri atspindi jų morfologinėse, fiziologinėse ir genetinėse savybėse (Wagner, 1995). Miškuose gyvena apie 65% visos biotos dalies, todėl siekiant išsaugoti gamtinę aplinką svarbu puoselėti ne tik vyraujančias, bet ir mažiau paplitusias medžių rūšis. Iki šiol tyrėjai mažai dėmesio skiria rūšims, kurios nesudaro didelių medynų, auga tarp kitų medžių rūšių arba pavieniui. Kartu su savaiminėmis medžių rūšimis šalies miškuose šiuo metu auginamos apie 53 svetimžemių sumedėjusių augalų rūšys, porūšiai ir kiti taksonai. Kauno marių apsauginiuose želdiniuose, kurie pradėti sodinti 1959 metais, siekiant apsaugoti marių šlaitus, rūšių įvairovė labai gausi. Marių pakrantėse dominuoja mišrūs bei lapuočių miškai.

Darbo tikslas - įvertinti svetimžemių medžių rūšių fenotipinius požymius Kauno marių apsauginiuose želdiniuose.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti svetimžemių medžių rūšių įvairovę Kauno marių apsauginiuose želdiniuose.
2. Įvertinti svetimžemių medžių rūšių augimo sąlygas.
3. Išanalizuoti svetimžemių medžių rūšių fenotipinius požymius ir įvertinti jų būklę.

Atliekant darbą buvo atrinktos pagrindinės svetimžemių medžių rūšių augimo vietos Dubravos padalinio Vaišydavos girininkijoje. Medžių būklė buvo vertinama vizualiai, pagal metodiką įvertinant augalo vešlumą, prieaugį, mechaninius pažeidimus.

Įvertinus sibirinio maumedžio medžių fenotipinius požymius nustatyta, kad dauguma maumedžių auga stačiai, kamienai tiesūs, kamienų skerspjūviai apvalūs, lajų formos kiaušiniškos, pusinės ar netaisyklingos formos, šakų prisegimo kampas 70- 90°. Liemens žievės supleišėjusios, švarios. Sausų šakų ant augančių maumedžių gana daug. Derėjimas gausus. Galima teigti, kad maumedžių būklė gera, maumedis tinkamas auginti apsauginiuose želdiniuose.

Įvertinus Bankso pušies fenotipinius požymius nustatyta, kad Bankso pušys auga pasvirusios, jų kamienai kreivoki, kamienų skerspjūviai apvalūs arba ovaliniai. Vyrauja vėliaviška arba netaisyklinga lajos forma. Šakų prisigėrimo kampas 70-90°. Liemens žievė lukštenasi, švari. Sausų šakų mažai. Derėjimas menkas. Įvertinus požymių kompleksą galima teigti, kad Bankso pušies želdinių būklė patenkinama, šios rūšies nerekomenduojama auginti apsauginiuose želdiniuose.

*Raktažodžiai: svetimžemiai augalai, sibirinis maumedis, Bankso pušis, fenotipiniai požymiai*

## Įvadas

Svetimžemiai sumedėję augalai – tai medžių ar krūmų rūšys, kurios tam tikroje teritorijoje atsirado dėl tiesioginės arba netiesioginės žmonių veiklos arba į tą teritoriją pateko savaime iš kitų regionų. Šios rūšys, patekusios už savo natūralaus arealo ribos sugeba prisitaikyti ir gyventi neįprastomis klimatinėmis sąlygomis.

Dažniausiai svetimžemiai augalai introdukuojami dėl jų dekoratyvinių ir kitų naudingų savybių. Yra žinių, kad Lietuvoje svetimžemiai sumedėję augalai prie kunigaikščių ir didikų pilių pradėti prie auginti XV a. pirmoje pusėje. Tai pasitarnavo šių medžių rūšių gausėjimui Lietuvoje. Kada ir kokie pirmieji svetimžemiai augalai atkeliavo į Lietuvą nėra žinoma. Manoma, kad tai galėjo būti vaistingieji, prieskoniniai arba valgomais vaisiais, ir tik vėliau dekoratyviniai augalai (Skridaila, 2001). Nuo XVI a. didikai pradėjo

kurti sodus ir parkus, o jiems kurti ir prižiūrėti kvietė sodininkus iš Vakarų Europos šalių. Tai pasitarnavo introdukuotų medžių gausėjimui Lietuvoje (Navasaitis, 2004). Introdukuotų medžių ir krūmų skaičius ypač išaugo per kelis paskutinius dešimtmečius ir kasmet auga tiek mokslinėms įstaigoms, tiek privatiems asmenims įsigyjant naujus augalus iš įvairių pasaulio šalių (Navasaitis, 2004).

Miškuose svetimžemiai sumedėję augalai pradėti auginti gerokai vėliau negu šalies dekoratyviniuose želdiniuose. Lietuvos miškuose svetimžemių medžių rūšys dažniausiai sudaro mišrius, retai grynus medynus. Lietuvoje miškai, kuriuose auga svetimkraščiai medžiai yra ištirti menkai. Čia svetimžemiai augalai pradėti introdukuoti prieš 100-150 metų. Iš viso šalies miškuose šiuo metu auginamos apie 53 svetimžemių sumedėjusių augalų rūšys, porūšiai ir kiti taksonai. Kauno marių apsauginiai želdiniai buvo pradėti sodinti 1959 m, siekiant apsaugoti marių šlaitus.

Kiekvienos augalų rūšies paveldimi požymiai priklauso ne tik nuo genotipo, bet ir nuo augimo vietos sąlygų, kurių poveikis neretai tampa dominuojančiu. Priklausomai nuo edafinių sąlygų, vietovės reljefo, skirtinguose geografiniuose taškuose požymių pasireiškimas gali iš esmės keistis.

**Darbo tikslas** – įvertinti svetimžemių medžių rūšių fenotipinių požymių įvairovę ir būklę Kauno marių apsauginiuose želdiniuose.

#### **Darbo uždaviniai:**

1. Nustatyti svetimžemių medžių rūšių įvairovę Kauno marių apsauginiuose želdiniuose Dubravos padalinyje.

2. Įvertinti svetimžemių medžių rūšių augimo sąlygas.

3. Išanalizuoti svetimžemių medžių rūšių fenotipinius požymius ir įvertinti jų būklę.

Straipsnis susideda iš santraukos, reikšminių žodžių, teorinių įžvalgų, metodikos, tyrimo rezultatų ir išvadų.

### **Teorinės įžvalgos**

Lietuvos klimato sąlygos pakankamai palankios daugelio svetimžemių sumedėjusių augalų auginimui. Tai liudija ne tik turtinga svetimžemės dendrofloros rūšinė sudėtis, bet ir gausios individualios dendrologinės kolekcijos, išsibarsčiusios po visus šalies rajonus, neišskiriant ir atšiauriausio klimato požūriu regiono - Rytų Lietuvos. Pastaraisiais dešimtmečiais pastebimas klimato šiltėjimas, metų laikų kontrastingumo mažėjimas, vegetacijos periodo ilgėjimas turi įtakos ir augalų introdukcijai - keičia svetimžemių augalų augimo ir vystymosi eigą, sudaro prielaidas naujų augalų rūšių iš jūrinio klimato zonų introdukcijai (Januškevičius ir kt., 2006).

Svetimžemiai sumedėję augalai Lietuvoje pradėti auginti XIV-XV a. Jau XIV a. pabaigoje Vilniuje buvo žinomi du sodai, kuriuose be vaistinių augalų buvo auginami ir kiti dekoratyviniai medžiai (Januškevičius, 2006).

Naujų rūšių veisimas jiems nebūdingose vietovėse buvo aktualus dekoratyviniais tikslais, tačiau introdukcijos proceso tikslas labiausiai siejamas su moksliniais tikslais, naujų vertingų rūšių įvairovė selekcinio požūriu ir atsparumu tam tikroms klimatinėms sąlygoms (Januškevičius ir kt., 2006). Klimato kaita didina poreikį auginti medžius, kurie yra atsparūs ekstremalioms sąlygoms. Maumedis (*Larix spp.*) yra viena iš svetimžemių medžių rūšių, kurio augimui sąlygos Lietuvoje būtų palankios, ypač klimato kaitos sąlygomis.

Maumedis turi gilią šaknų sistemą, kuri leidžia jam pasiekti giliai esančius vandens išteklis, kai paviršiniai dirvožemio sluoksniai yra išsausėję (Kajimoto, 2010). Maumedžiai pasižymi aukštu produktyvumu ir greitu augimu (Buitrago ir kt., 2015). Šie medžiai

pasižymi stipria mediena (Neverov ir kt., 2017) ir gilia šaknų sistema, todėl yra mažiau pažeidžiami audrų (Torita, Mosaka, 2020).

Moksliniai tyrimai, atlikti su japoniniu maumedžiu (*Larix kaempferi*), parodė, kad šių medžių lajų danga gali ženkliai padidinti po medžiais augančių daigų gausą ir rūšių įvairovę. Tyrimai atskleidė, jog egzistuoja teigiamas ryšys tarp svetimų rūšių buvimo ir aplinkos sąlygų pagerinimo, kas skatina vietinių rūšių vystymąsi. Ši teigiama sąveika pabrėžia galimybę svetimžemes rūšis naudoti kaip „augalus globėjus“, palengvinančius natūralių ekosistemų atkūrimą. Vis dėlto, esant sparčiai besikeičiančioms klimato ir socialinėms sąlygoms, būtina kruopščiai įvertinti ilgalaikes svetimžemių rūšių poveikio pasekmes. Svetimžemės rūšys, kurios jau yra įsitvirtinusios tam tikrose ekosistemose, gali atlikti naudingas funkcijas, pavyzdžiui, padėti stabilizuoti ekosistemas arba padidinti jų atsparumą. Todėl, užuot skubotai šalinus šias rūšis iš kraštovaizdžio, būtina kritiškai įvertinti jų galimą teigiamą indėlį siekiant ilgalaikių ekologinio atkūrimo tikslų (Kureha ir kt., 2021).

Maumedžiai Lietuvoje pradėti auginti seniausiais iš svetimkraščių spygliuočių. Lietuvoje aptinkamos 9 maumedžių rūšys, tačiau jas identifikuoti nelengva, nes randama daug hibridų ir pereinamų atmainų. Skirtingų autorių nuomone yra apie 10–40 maumedžio rūšių (Navasaitis, 2004).

Maumedžio auginimas Lietuvos miškuose yra perspektyvus sprendimas klimato kaitos kontekste. Ši rūšis gali padėti stabilizuoti miško ekosistemas, pagerinti dirvožemio savybes ir padidinti miškų atsparumą ekstremalioms oro sąlygoms. Tačiau jų integravimas turėtų būti vykdomas remiantis moksliniais tyrimais ir ilgalaikiu planavimu, kad būtų užtikrintas jų teigiamas poveikis tiek ekologiškai, tiek ekonominei sistemai.

Didžioji pocūgė (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) yra viena svarbiausių komercinių medžių rūšių Šiaurės Amerikos vakaruose ir viena vertingiausių medžių rūšių pasaulyje. Į Europą ši rūšis buvo introdukuota 1827 metais, o šiuo metu ji yra viena iš labiausiai paplitusių svetimžemių medžių rūšių pasaulyje. Dėl mažo jautrumo sausrai didžioji pocūgė laikoma potencialia alternatyva paprastajai eglei (*Picea abies*), kuri yra jautresnė sausros poveikiui. Prognozuojama, kad jos svarba Europoje ateityje didės. Be to, ši rūšis yra viena iš greičiausiai augančių spygliuočių rūšių, auginamų Europoje (Nicolescu ir kt., 2023).

Teigiama, kad kai kurių nevietinių rūšių introdukcija suteikia ekologinės naudos, pavyzdžiui, suteikiant prieglobstį ir maisto išteklius vietinėms rūšims (Schlaepfer ir kt., 2011). Literatūroje nurodoma, kad eukaliptų (*Eucalyptus spp.*) genties medžių rūšys teigiamai veikia klimatą: sugeria didelį kiekį anglies dioksido ir prisideda prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo. Baltažiedės robinijos (*Robinia pseudoacacia*) ir ailantai sustiprina dirvožemio formavimosi procesus, praturtindami jį organinėmis medžiagomis ir pagerindami dirvožemio struktūrą (Castro-Díez ir kt., 2021).

Šiltėjant klimatui ateityje turėtų ilgėti vegetacijos laikotarpis, kuris dėl pasikeitusių oro sąlygų bus palankesnis šilumamėgiams augalams. Klimato šiltėjimas gali turėti įtakos miškų produktyvumui (našumui), biologinei įvairovei ir gerai miškų būklei (sveikatingumui).

## Tyrimų metodika

Dubravos padalinio Vaišvydavos girininkija įkurta vienoje iš palankesnių sumedėjusiems augalams augti ir žiemoti Lietuvos vietovių, kuriai yra būdingas pereinamas iš jūrinio į kontinentinį klimatas, sušvelnintas Kauno marių įtakos. Todėl, jeigu Vaišvydavos girininkijoje svetimžemiai augalai blogai auga, galima daryti prielaidą, kad jie yra

neperspektyvūs ir kitose Lietuvos vietose, išskyrus pajūrio zoną. Girininkijai priklausanti teritorija, kurioje auga daugelio svetimžemių medžių rūšių apsauginiai želdiniai anksčiau buvo ariama. Dirvožemiai yra velėniniai jauriniai silpnai nujaurėję priemoliai arba priemėliai susiformavę ant priemolių. Kai kuriose vietose, įrengiant sausinamąjį drenažą, paviršinis dirvožemio sluoksnis buvo sumaišytas su nederlingomis gilesnių sluoksnių uolienomis.

Vaišvydavos girininkijos medynuose buvo atrinkti santykinai vienodo skalsumo (0,6-0,7) ir rūšinės sudėties sklypai, kuriuose auga svetimžemės medžių rūšys. Atrinkti šeši sklypai keturiuose kvartaluose, kuriuose buvo atliekami medžių matavimai ir vertinami fenotipiniai požymiai. Vyraujančios medžių rūšys juose yra Bankso pušis ir sibirinis maumedis. Maumedžių želdinių Vaišvydavos girininkijoje įveista daugiausia, o Bankso pušis pasirinkta kaip viena iš retesnių rūšių, siekiant palyginti šių rūšių požymius.

Tyrimo bareliuose apibūdinti medžių fenotipiniai (kiekybiniai ir kokybiniai) požymiai, nustatyta kiekvieno konkretaus požymio įvairovė ir amplitudė. Palyginimai atlikti sugretinus sisteminius morfologinius rūšies ir formų požymius ir savybes (Danusevičius, 2000). Vertinant kiekybinius požymius atrinktuose sklypuose buvo nustatytas augančių medžių aukštis, skersmuo, augimo pobūdis. Kiekybiniai požymiai įvertinti dendrometrijoje naudojamais matavimo būdais ir vienetais (Repšys, 1994). Vertinant kokybės ir įvairovės požymius apibūdintas lajos forma, žemutinių šakų augimo kampas, sausų šakų skaičius, stiebo forma, jo kreivumo pobūdis, kamieno tiesumas, kamieno skerspjuvis, išsišakojimas ir derėjimas. Kokybiniai požymiai įvertinti balų sistema (Petrokas, 1999)(1 lentelė).

**1 lentelė.** Rodikliai naudoti medžių fenotipinių požymių aprašymui ir įvertinimui

**1 Table.** The indicators used for the description and assessment of tree phenotypic traits.

| POŽYMIS                | ĮVERTINIMAS                                                                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aukštis                | m                                                                                                         |
| Skersmuo               | cm                                                                                                        |
| Augimo pobūdis         | 1-status; 2-pasviręs                                                                                      |
| Kamieno tiesumas       | 0-tiesus; 1-kreivokas; 2-kreivas; 3-labai kreivas                                                         |
| Kamieno skerspjuvis    | 0-apvalus; 2-ovalinis; 3-briaunotas                                                                       |
| Šakų prisegimo kampas  | 1-virš 90; 2- 70-90; 3-50-70; 4-30-50; 5-iki 30                                                           |
| Liemens žievės lygumas | 0-lygi; 1-sutrūkinėjusi; 2-supleišėjusi; 3-lukštenasi; 4-lupasi                                           |
| Lajos forma            | 1-kiaušiniška; 2-rutuliška; 3-atvirkščiai kiaušiniška; 4-šluotiška; 5-dichotominė; 6-pusinė; 7-vėliaviška |
| Liemens žievė          | 0-švari; 1-apkerpėjusi; 2-apsamanojusi                                                                    |
| Sausos šakos           | 1-nėra; 2-mažai; 3-vidutiniškai; 4-daug                                                                   |
| Derėjimas              | 1-nėra; 2-mažas; 3-vidutinis; 4-gausus                                                                    |

Atliekant tyrimus, didžiausias dėmesys buvo skiriamas medžių bioekologiniam įvertinimui, nustatant taksacinius duomenis (skersmenį, aukštį) ir būklę, taip pat buvo vertinamas augalų žydėjimas ir derėjimas.

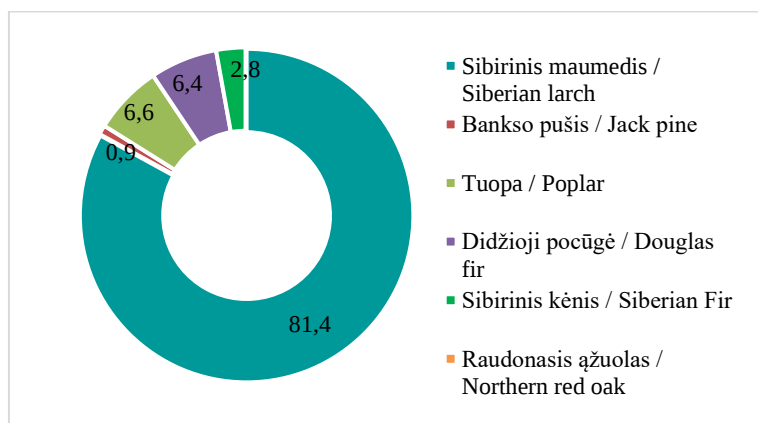
Augalų žydėjimas ir derėjimas buvo vertinamas vizualiniu būdu pagal 4 balų skalę: 0 - augalas nežydi ir nederą; 1 - silpnai žydi ir dera (išsiskleidžia tik pavieniai žiedai, subręsta pavieniai vaisiai); 2 - vidutiniškai žydi ir dera (išsiskleidžia apie 50 % žiedų, subręsta apie 50 % vaisių, lyginant su gausiu vieno ar kito augalų taksono žydėjimu ar derėjimu); 3 - gausiai žydi ir dera.

Lajos defoliacija – miškų stebėsenos rodiklis, charakterizuojantis ne tik susiformavusios spyglių masės praradimą dėl nepalankių aplinkos veiksnių, bet ir spyglių masės dalį, galėjusią susidaryti optimaliomis sąlygomis, bet konkrečioje aplinkoje nesusidariusią. Kuo mažesnė defoliacija, tuo medžiai yra sveikesni – geriau auga, turi visą spyglių masę. Pagal lajų defoliacijos rodiklius medžiai skirstomi į 5 pažeidimo klases:

- 0 klasė – sąlygiškai sveiki medžiai (defoliacija iki 10 %);
- 1 klasė – menkai pažeisti medžiai (defoliacija 11–25 %);
- 2 klasė – vidutiniškai pažeisti medžiai (defoliacija 26–60 %);
- 3 klasė – stipriai pažeisti medžiai (defoliacija 61–99 %);
- 4 klasė – žuvę medžiai (100 %).

## Tyrimo rezultatai

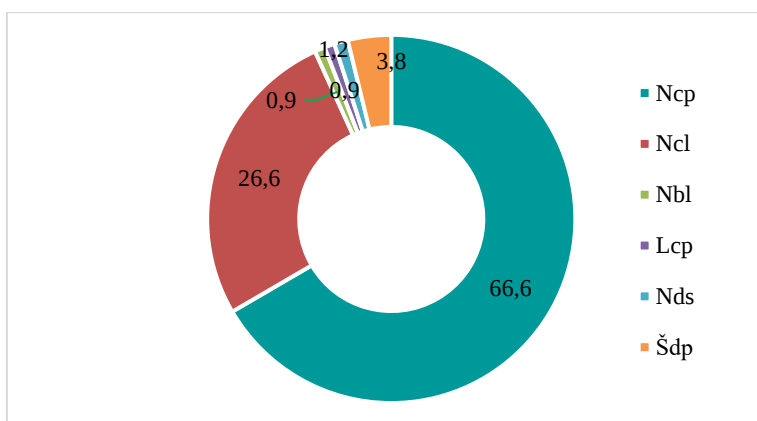
Atliktų tyrimų duomenys parodė, kad Vaišvydavos girininkijoje svetimžemės medžių rūšys yra pasiskirsčiusios netolygiai. Didžiausią dalį sudarė sibirinis maumedis, užimantis 81,4 % viso svetimžemių želdinių ploto. Po 6 % ploto tenka didžiosioms pocūgėms ir tuopoms, o Bankso pušis, kaip viena iš rečiau aptinkamų rūšių, užėmė tik 0,9% visų svetimžemių želdinių ploto. Šie duomenys atspindi svetimžemių rūšių dominavimo ir paplitimo skirtumus bei jų ekologinę svarbą šioje teritorijoje (1 pav.).



**1 pav.** Svetimžemių medžių rūšių želdinių pasiskirstymas Vaišvydavos girininkijoje (plotas, %)

**Fig.1.** Distribution of plantations of alien tree species in Vaišvydava forest district (area, %)

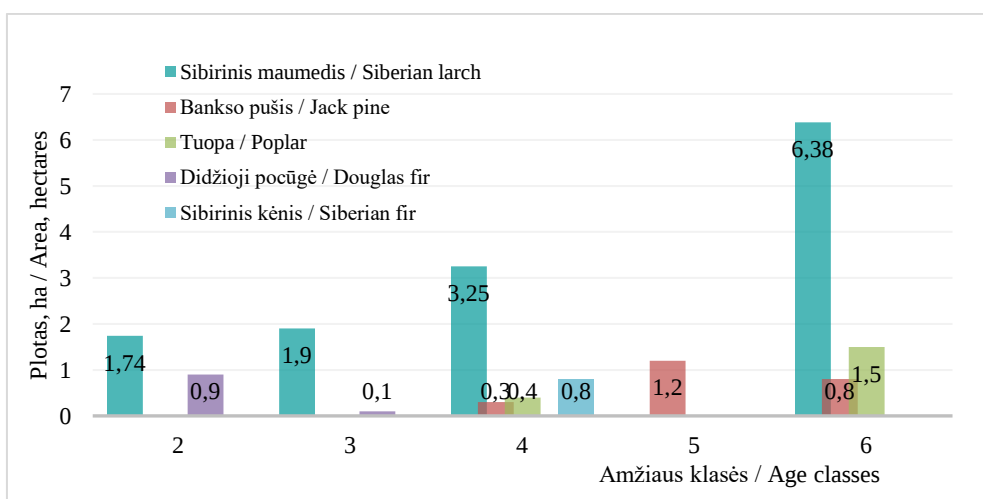
Svetimžemių medžių rūšių želdiniai daugiausia buvo įveisti normalaus drėgnumo derlingose augavietėse (Ncl ir Ncp), kurios užima net 93,2 % visų svetimžemių želdinių ploto. Šiose augavietėse yra palankiausios sąlygos šių rūšių augimui ir vystymuisi. Labai derlingose augavietėse (Nds) svetimžemių rūšių želdiniai užima nedidelį plotą – tik 1,2 %. Šie skirtumai gali būti susiję su svetimžemių medžių rūšių ekologiniais poreikiais, jų prisitaikymu prie tam tikrų dirvožemio ir drėgmės sąlygų bei augalų konkurencine padėtimi skirtingose augavietėse (2 pav.).



**2 pav.** Svetimžemių medžių rūšių želdinių pasiskirstymas pagal augavietės tipą Vaišvydavo girininkijoje (plotas, %)

**Fig.2.** *Distribution of plantations of alien tree species by habitat type in Vaišvydava Forest District (area, %)*

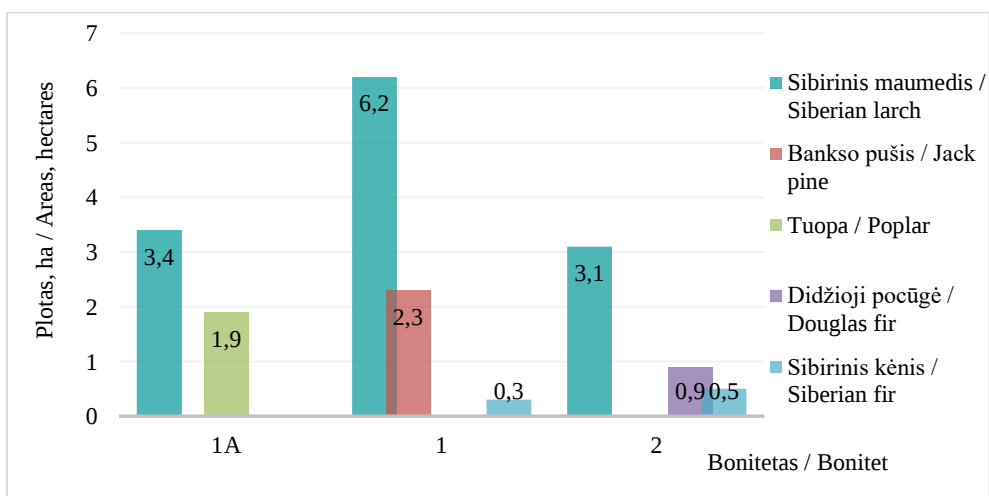
Kauno marių apsauginiuose želdiniuose vyrauja maumedžio želdiniai. Juose augančių maumedžių amžius įvairus - nuo 14 iki 57 metų. Didžiausią plotą užima 32 ir 57 metų amžiaus želdiniai (3 pav.). Tuopos želdiniai įveisti prieš 47 ir 57 metus, kėnio želdinių amžius – 37 metai, pocūgės želdiniai jauniausi – tik 17 metų amžiaus.



**3 pav.** Svetimžemių medžių rūšių želdinių užimamas plotas pagal amžiaus klases

**Fig. 3.** *Area occupied by plantations of alien tree species by age classes*

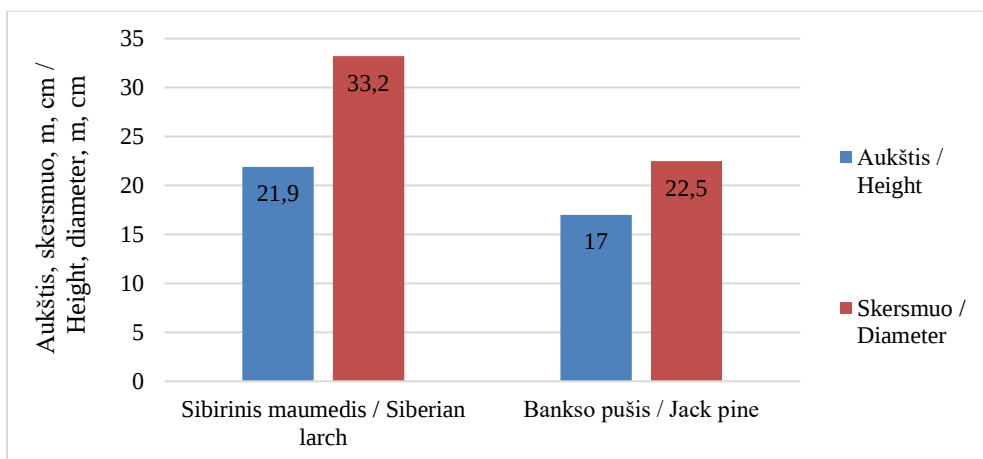
Išanalizavus miškotvarkos duomenis nustatyta, kad svetimžemių medžių rūšių želdiniai auga pakankamai gerai, jų bonitetas gana aukštas. Nustatyta, kad iš visų aukščiausias maumedynų bonitetas – didžiausias yra 1 boniteto (6,2 ha) ir 1A boniteto (3,4 ha) plotas. Labai aukštas tuopos želdinių našumas, jie visi yra 1A boniteto. Tuo tarpu kėnio, pocūgės ir bankso pušies medynai yra mažesnio našumo - 1 ir 2 boniteto.



**4 pav.** Svetimžemių medžių rūšių želdinių pasiskirstymas pagal bonitetą Vaišvydavos girininkijoje (plotas, ha)

**Fig.4.** Distribution of plantations of alien tree species by quality (bonitet) in Vaišvydava Forest District (area, ha)

Norint įvertinti medžių būklę bei siekiant nustatyti jų gyvybingumą buvo atlikta jų fenotipinių požymių analizė, apimanti tokius rodiklius kaip aukštis, skersmuo, kamieno formos tiesumas, skerspjūvio forma, lajos būklė ir kitų išorinių savybių vertinimas.



**5 pav.** Sibirinio maumedžio ir Bankso pušies medžių pasiskirstymas pagal aukštį ir skersmenį

**Fig.5.** Height and diameter distribution of Siberian larch and Jack pine trees

Matavimai parodė, kad sibirinio maumedžio (*Larix sibirica*) aukštis svyravo nuo 15 iki 32 metrų, vidutiniškai siekė 21,9 metro, tuo tarpu Bankso pušies (*Pinus banksiana*) aukštis svyravo nuo 16 iki 19 metrų, vidutinis aukštis – 17 metrų (5 pav.).

Sibirinio maumedžio skersmuo svyravo nuo 23 iki 49 cm, vidutinis skersmuo siekė 33,2 cm, o Bankso pušies skersmuo svyravo nuo 20 iki 27 cm., vidutinis siekė 22,5 cm. Šie duomenys rodo, kad sibirinis maumedis, lyginant su Bankso pušimi, auga ne tik aukštesnis,

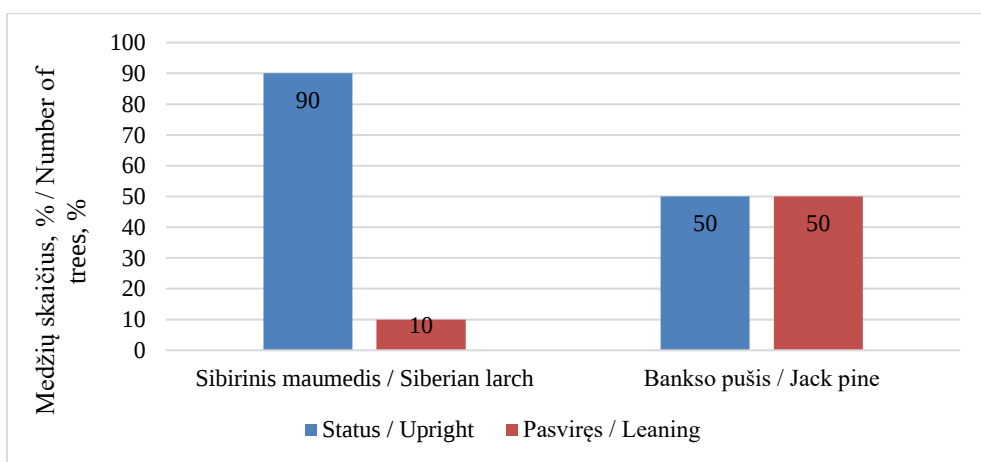
bet ir stambesnis. Maumedis, būdamas greitesnio augimo ir produktyvesnė rūšis, gali geriau išnaudoti vietines augimo sąlygas, lyginant su Bankso pušimi.

Šią prielaidą patvirtina daugelio autorių atlikti tyrimai, kurie rodo, kad maumedžiai pasižymi dideliu augimo potencialu, ilgesne gyvavimo trukme bei gebėjimu efektyviau kaupti biomasę įvairiomis aplinkos sąlygomis (Debryniuk ir kt., 2022).

Rūšių augimo charakteristikoms svarbūs ne tik biologiniai aspektai, bet ir amžius bei vietiniai ekologiniai veiksniai.

Augimo pobūdis apibūdina ar medis auga tiesiai, yra status ar pasviręs, kaip greitai jis auga, kokios yra jo šakų formavimo ypatybės bei kaip jis prisitaiko prie įvairių ekologinių sąlygų. Šios savybės yra svarbios ne tik ekologiniu, bet ir ekonominiu požiūriu – tiesiai augantys medžiai yra tinkamesni medienos gamybai, o pasvirę ar deformuoti kamienai gali sumažinti jų komercinę vertę.

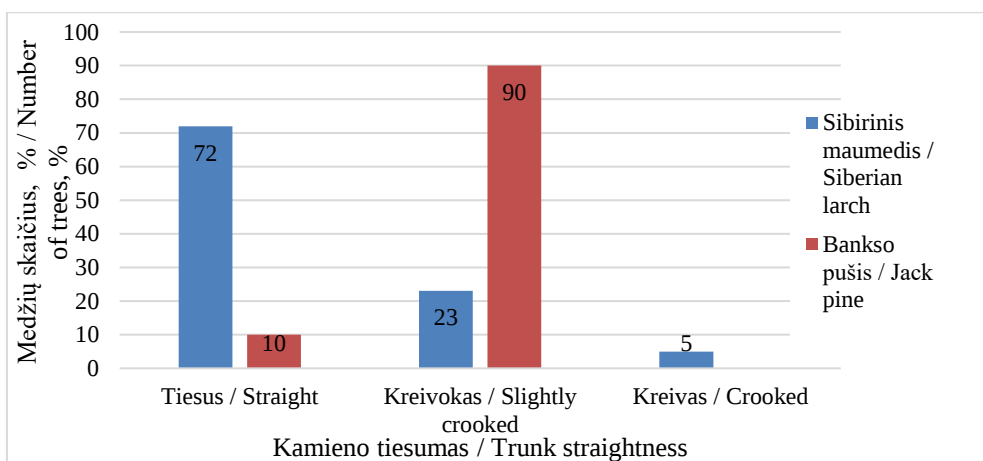
6 paveiksle pateikti duomenys vaizduoja sibirinio maumedžio ir Bankso pušies medžių kamienų būklę pagal jų augimo pobūdį.



**6 pav.** Sibirinio maumedžio ir Bankso pušies vertinimas pagal augimo pobūdį  
**Fig.6.** Assessment of Siberian larch and Jack pine according to growth habit

Ūkiniu požiūriu svarbus fenotipinis rodiklis yra medžio stiebo forma (kreivumas). Įvertinus įvairių medžių stiebo kreivumą medynuose nustatyta, kad dauguma maumedžių (90 proc.) auga tiesiai (yra statūs), tik maža dalis (10 proc.) medžių yra pasvirę. Nustatyta, kad 50 proc. Bankso pušies medžių buvo tiesūs (status) ir 50 proc. sudarė pasvirę medžiai. Medžių kamieno pasvirimas gali atsirasti dėl įvairių priežasčių, tokių kaip netolygus apšvietimas, vėjo poveikis, dirvožemio nestabilumas ar genetiniai veiksniai (Makarov ir kt., 2022). Pasviręs kamienas gali turėti neigiamą įtaką medienos kokybei, nes dėl netolygaus augimo susidaro įtempimai, kurie gali lemti plyšių atsiradimą ir sumažinti medienos mechaninį atsparumą (Koseleva ir kt., 2020).

Daugumos sibirinio maumedžio medžių kamienai buvo tiesūs (apie 72 proc.), apie 23 proc. medžių buvo kreivoki ir apie 5 proc. kreivi (7 pav.). Tuo tarpu apie 90 proc. Bankso pušies medžių buvo kreivoki. Sibirinio maumedžio kamienai, lyginant su Bankso pušimis buvo gerokai tiesesni. Bankso pušis, kurios dauguma medžių buvo kreivoki, yra mažiau tinkama medienos gamybai dėl prastesnės kamienų formos.



**7. pav.** Sibirinio maumedžio ir Bankso pušies medžių pasiskirstymas pagal kamieno tiesumą

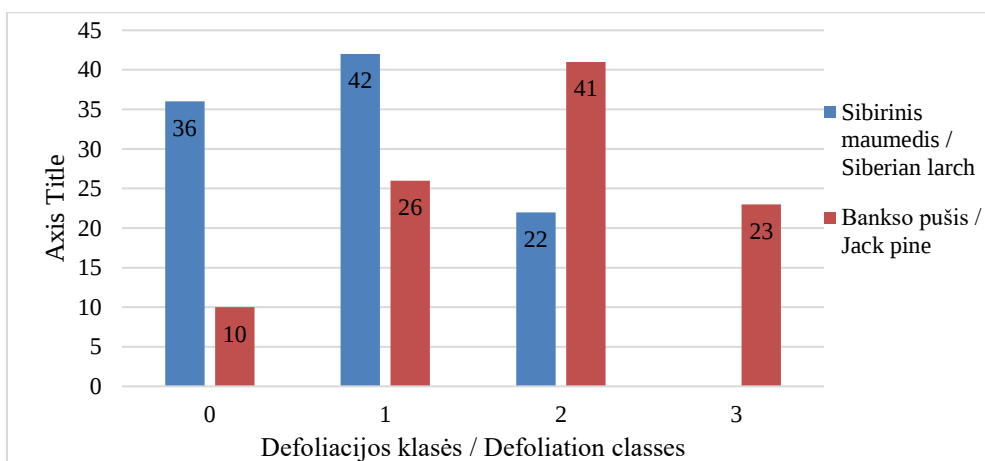
**Fig.7.** Distribution of Siberian larch and banksian pine trees according to trunk straightness

Vertinant medžių būklę, svarbi medžių savybė yra kamieno skerspjūvis, nes jo forma gali atskleisti augimo sąlygas, medžio reakciją į aplinkos pokyčius bei turėti įtakos medienos kokybei ir mechaninėms savybėms. Apie 95 proc. išmatuotų sibirinio maumedžio medžių kamieno skerspjūvis buvo apvalus, o 5 proc. maumedžio kamienų buvo ovalūs; tai rodo tolygų medžių augimą. Kaip teigiama literatūroje, netaisyklingam kamieno skerspjūvio susiformavimui įtakos galėjo įvairūs išoriniai veiksniai, pvz. šoninis vėjas (Stokes, Berthier, 2000).

Sausų šakų vertinimas yra svarbi medžių būklės analizės dalis, kuri leidžia nustatyti medžio gyvybingumo lygį, ligas, kurios galėjo paveikti medžio augimą. Šis rodiklis padeda įvertinti medžio gebėjimą atlaikyti aplinkos poveikį bei numatyti priežiūros ar tvarkymo priemones, siekiant užtikrinti medžio ar miško stabilumą ir sveikatą.

Nustatyta, kad sibirinio maumedžio sausų šakų nedidelis. Tai rodo, kad ši rūšis gerai prisitaikiusi prie esamų aplinkos sąlygų ir pasižymi dideliu atsparumu nepalankiems aplinkos veiksniams, tokiems kaip sausra, ligos ar kenkėjai. Įvertinus Bankso pušis nustatyta, kad jos turi daug sausų šakų; tai gali rodyti sumažėjusį medžio gyvybingumą ir turėti įtakos jo produktyvumui bei atsparumui nepalankiems aplinkos veiksniams.

Stebėjimo metu nustatytas gausus sibirinio maumedžio derėjimas, kuris rodo didelį šios rūšies gyvybingumą ir gerą prisitaikymą prie vietinių augimo sąlygų. Tuo tarpu Bankso pušies derėjimas buvo menkas. Tai gali būti susiję su nepalankiais dirvožemio parametrais, šviesos, drėgmės trūkumu, ligomis ar kenkėjais ir rodo ribotas rūšies prisitaikymo prie vietinių aplinkos sąlygų galimybes. Tokia situacija turi neigiamą įtaką rūšies gebėjimui natūraliai atsinaujinti ir plisti bei apsunkina ilgalaikio populiacijos išlikimo perspektyvas.



**8 pav.** Sibirinio maumedžio ir Bankso pušies lajų defoliacija  
**Fig.8.** Crown Defoliation in Siberian Larch and Jack Pine

Įvertinus sibirinio maumedžio lajų defoliaciją, nustatyta 36 proc. medžių be žymesnių lajos defoliacijos požymių (0 defoliacijos klasė), o medžių su menka defoliacija buvo 42 proc., t.y. dvigubai daugiau nei medžių su vidutine defoliacija (22 proc., 2 defoliacijos klasė) (8 pav.). Būklės vertinimo metu nustatyta, kad didžiausia defoliacija buvo paveikusi Bankso pušis. 64 proc. pušų buvo 2-3 defoliacijos klasės (vidutiniškai ir stipriai pažeisti medžiai). Tam didelę įtaką galėjo turėti vidurūšinė konkurencija. Želdiniuose augantys medžiai ne tik užstojo gyvybiškai reikalingą saulės šviesą, bet ir sumažino maistingųjų medžiagų bei gaunamo vandens kiekius, reikalingus pušims augti.

## Išvados

1. Kauno marių apsauginiuose želdiniuose Vaišvydavo girininkijoje yra įveisti šešių svetimžemių medžių rūšių – sibirinio maumedžio, sibirinio kėnio, didžiosios pocūgės, Bankso pušies, tuopos mišrūs ir grynai želdiniai. Medynų būklė gera.
2. Želdiniai įveisti dirbamose žemėse, Nbl, Ncl, Ncp, Ndp augavietėse. Daugiausia želdinių įveista Nc augavietėje (93,2 proc.).
3. Kauno marių apsauginiuose želdiniuose daugiausia pasodinta maumedžių (81 proc.), po 6 proc. sudaro didžiosios pocūgės ir tuopų želdiniai; Bankso pušis viena iš retesnių rūšių, ji užima tik 0,9 proc. visų introdukuotų želdinių ploto.
4. Pagal miškotvarkos duomenis nustatyta, kad svetimžemių medžių rūšių želdiniai auga gana gerai, jų bonitetas pakankamai aukštas. Maumedynai yra 1 boniteto (6,6 ha) ir 1A boniteto (3,4 ha). Labai aukštas tuopos želdinių našumas, jie visi yra 1A boniteto. Tuo tarpu kėnio, pocūgės ir Bankso pušies medynai yra mažesnio našumo - 1 ir 2 boniteto.
5. Įvertinus sibirinio maumedžio būklę pagal fenotipinius požymius nustatyta, kad dauguma maumedžių auga stačiai, kamienai tiesūs, kamienų skerspjūviai apvalūs, lajų formos kiaušiniškos, pusinės ar netaisyklingos formos, šakų prisegimo kampas 70-90°. Liemens žievės supleišėjusi, švari, sausų šakų mažai, derėjimas gausus. Galima teigti, kad maumedžių būklė gera, maumedis tinkamas auginti apsauginiuose želdiniuose.
6. Įvertinus Bankso pušies būklę pagal fenotipinius požymius nustatyta, kad Bankso pušys auga pasvirusios, jų kamienai kreivoki, kamienų skerspjūviai apvalūs arba ovaliniai. Vyrauja vėliaviška arba netaisyklinga lajos forma. Šakų prisegimo kampas 70-90°. Liemens žievė

lukštenasi, švari, sausų šakų daug, derėjimas menkas. Įvertinus požymių kompleksą galima teigti, kad Bankso pušies želdinių būklė patenkinama, šios rūšies nerekomenduojama auginti apsauginiuose želdiniuose.

## Literatūra

1. Buitrago M., Alain P., Nelson T., Bélanger N., Christian M. 2015. Early performance of a fast-growing hybrid larch: Effects of site preparation, planting depth and local variations in abiotic and biotic conditions. *New Forests*. 46. 319-337. 10.1007/s11056-014-9463-3.
2. Castro-Díez P., Alonso A., Saldaña-López A., Granda E. 2021. Effects of widespread non-native trees on regulating ecosystem services. *Science of The Total Environment*, Volume 778, 146141, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146141>.
3. Debryniuk I., Hayda Y., Myklush S., Myklush Y. 2022. Distribution, growth and productivity of *Larix decidua* Mill. plantations in the western Forest-Steppe of Ukraine. *Baltic Forestry* 28(1): 50–58. <https://doi.org/10.46490/BF564>.
4. Januškevičius L., Baronienė V., Liagienė D. 2006. Sumedėjusių augalų introdukcija ir aklimatizacija bei jų rezultatai ir perspektyvos Lietuvoje. Kaunas: Lututė, 392 p.
5. Kajimoto, T. 2010. Root System Development of Larch Trees Growing on Siberian Permafrost. 10.1007/978-1-4020-9693-8\_16.
6. Kiseleva A., Snegireva S., Platonov A., Pinchevska O. 2020. Density formation along the trunk radius in various wood species based on latitudinal or altitudinal zoning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 595. 012055. 10.1088/1755-1315/595/1/012055.
7. Kureha F. S., Kobayashi Y., Seidl R., Senf C., Tatsumi Sh., Koide D., Wakana A. Azuma, Motoki Higa, Tomoyo F. Koyanagi, Shenhua Qian, Yuji Kusano, Ryota Matsubayashi, Akira S. Mori, The potential role of an alien tree species in supporting forest restoration: Lessons from Shiretoko National Park, Japan, *Forest Ecology and Management*, Volume 493, 2021, 119253, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119253>.
8. Makarov V. P., Malykh O. F., Gorbunov I. V. 2022. Population variability of vegetative organs of Dahurian larch in Eastern Transbaikalia. *Baltic Forestry* 28(2): 200–207. <https://doi.org/10.46490/BF319>
9. Navasaitis M. 2004. Dendrologija. Vilnius: Margi raštai. 10- 17 p.
10. Neverov N.A., Belyaev V.V., Chistova Z.B., Kutinov Y.G., Staritsyn V.V., Polyakova E.V, Mineev A.L. 2017. Effects of geo-ecological conditions on larch wood variations in the North European part of Russia (Arkhangelsk region). *Journal of Forest Science*. 63. 192-197. DOI: 10.17221/102/2015-JFS.
11. Nicolescu V. N., Mason W. L., Bastien J. C. 2023. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Europe: an overview of management practices. *J. For. Res.* 34, 871–888, <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01607-4>
12. Qu L., Wang Y., Masyagina O., Kitaoka S., Fujita S., Kita K., Prokushkin A., Koike T. 2022. Larch: A Promising Deciduous Conifer as an Eco-Environmental Resource. DOI: [10.5772/intechopen.101887](https://doi.org/10.5772/intechopen.101887)
13. Schlaepfer M., Sax D., Olden J. 2011. The potential conservation value of non-nativespecies. *Conservation Biology*, 25, 428437. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01646.x>
14. Stokes A., Berthier S. 2000. Irregular heartwood formation in *Pinus pinaster* Ait. is related to eccentric, radial, stem growth. *Forest Ecology and Management*. 135. 115-121. DOI: [10.1016/S0378-1127\(00\)00303-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00303-0)

15. Torita H., Masaka K. 2020. Influence of planting density and thinning on timber productivity and resistance to wind damage in Japanese larch (*Larix kaempferi*) forests. Journal of Environmental Management. Vol. 268,110298, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110298>.

**Loreta Semaškienė, Sinilga Černulienė**

## **Assessment of the Phenotypic Traits of Alien Tree Species in the Protective Plantations of the Kaunas Reservoir**

### *Summary*

Forests play crucial economic and environmental protection roles, providing various types of timber and fulfilling essential functions such as water and soil conservation and shoreline stabilisation. In recent years, research on less common and endangered tree species has gained international significance, as it offers valuable insights into species evolution, as reflected in their morphological, physiological, and genetic traits (Wagner, 1995). Forests are home to approximately 65% of the world's biota, highlighting the importance of preserving not only dominant but also less widespread tree species to maintain ecological balance. However, research has thus far largely overlooked species that do not form extensive stands, grow interspersed among other tree species, or occur in isolation. In addition to native tree species, Lithuanian forests currently contain approximately 53 alien woody plant species, subspecies, and other taxa. The protective plantations of the Kaunas Reservoir, established in 1959 to stabilise the reservoir's slopes, exhibit a high level of species diversity. The reservoir's shoreline is predominantly composed of mixed and deciduous forests.

**Objective** - this study aims to evaluate the phenotypic traits of alien tree species in the protective plantations of the Kaunas Reservoir.

### **Research Tasks:**

1. To determine the diversity of alien tree species in the protective plantations of the Kaunas Reservoir.
2. To assess the growth conditions of alien tree species.
3. To analyse the phenotypic traits of alien tree species and evaluate their overall condition.

The study was conducted by selecting key growth sites of alien tree species within the Vaišvydava forestry department of the Dubrava division. Tree condition was assessed visually, following a standard methodology that evaluated plant vigour, growth increment, and mechanical damage.

The phenotypic assessment of Siberian larch (*Larix sibirica*) revealed that most trees grow upright, with straight trunks and circular cross-sections. The crowns exhibit ovate, semi-ovate, or irregular shapes, with branch attachment angles ranging from 70° to 90°. The trunk bark is fissured and clean, while a relatively high number of dry branches were observed. The trees display abundant cone production. Based on these findings, Siberian larch is considered to be in good condition and well-suited for protective plantations.

The phenotypic assessment of Jack pine (*Pinus banksiana*) indicated that these trees tend to grow at an angle, with slightly crooked trunks and round or oval cross-sections. The predominant crown shapes are flag-like or irregular, with branch attachment angles of 70° to 90°. The trunk bark exfoliates but remains clean, and few dry branches were observed. Cone production is low. Based on the overall trait analysis, the condition of Jack pine plantations is deemed satisfactory; however, this species is not recommended for protective plantations.

*Keywords: alien plants, Siberian larch, Jack pine, phenotypic traits.*

# APLEISTOS ŽEMĖS TYRIMAS VILNIAUS IR PLUNGĖS RAJONŲ SAVIVALDYBĖSE

Eglė Juchnevič, Živilė Žvirgzdinienė, Vaiva Stravinskienė

*Lietuvos inžinerijos kolegija*

## Anotacija

Apleistų žemių plotai pastaruoju metu mažėja, tačiau tai vistiek išlieka aktualu, kadangi dažniausiai apleidžiamos žemės ūkio naudmenos, kurios pašalinus apleidimo priežastis galėtų būti grąžintos žemės ūkiui arba naudojamos kitai paskirčiai. Šio tyrimo tikslas – nustatyti apleistų žemių pasiskirstymą Vilniaus bei Plungės rajonų savivaldybėse. Darbo objektas – apleistų žemės naudmenų plotai. Tyrimo uždaviniai: 1. Nustatyti ir įvertinti apleistų žemių pasiskirstymą Lietuvos savivaldybėse. 2. Išanalizuoti apleistų žemės plotų kaitą Vilniaus bei Plungės rajonų savivaldybėse. Darbui atlikti buvo naudota literatūros analizė, lyginamoji bei grafinė analizės. Pagrindiniai gauti rezultatai: apleistos žemės plotai analizuojamu 2015-2023 metų laikotarpiu mažėjo tiek Vilniaus bei Plungės rajonų savivaldybėse tiek visoje Lietuvoje.

*Raktažodžiai: apleistos žemės, žemės naudmenos, erdviniai duomenų rinkiniai.*

## Įvadas

Lietuvoje apleistų žemės ūkio naudmenų plotai pastaraisiais metais mažėja, tačiau jie sudaro apie 1 proc. nuo bendro žemės ūkio naudmenų ploto, ir tai visgi nemažas žemės plotas, kuris galėtų būti tinkamai naudojamas pagal paskirtį. D. Juknelienės, J. Valčiukienės, G. Mozgerio (2023), manymu, nors šalyje apleistų žemių plotai mažėja, reikia nesustoti rinkti nenaudojamos apleistos žemės informaciją ir duomenis naudoti pagal šių dienų poreikius ir galimybes. Šiame kontekste išryškėja šio darbo *aktualumas* – įvertinus statistinius apleistų žemių duomenis, galima spręsti apie apleistų teritorijų pasikeitimus visoje Lietuvoje, o šių teritorijų vertinimas lauko būdu atveria galimybes identifikuoti apleidimo priežastis konkrečiose vietovėse, kas leistų priimti atitinkamus sprendimus apie šių teritorijų tolesnį naudojimą. Problema – apleistos žemės ūkio naudmenos reiškia, jog šios teritorijos nenaudojamos pagal paskirtį ir neišnaudojamos tokios žemės potencialas, todėl svarbu tokių žemių ūkinės būklės įvertinimas.

Šio **tyrimo tikslas** – nustatyti apleistų žemių pasiskirstymą Vilniaus bei Plungės rajonų savivaldybėse. **Darbo objektas** – apleistų žemės naudmenų plotai. Tyrimo uždaviniai: 1. Nustatyti ir įvertinti apleistų žemių pasiskirstymą Lietuvos savivaldybėse. 2. Išanalizuoti apleistų žemės plotų kaitą Vilniaus bei Plungės rajonų savivaldybėse ir nustatyti galimas jų apleidimo priežastis.

Darbui atlikti buvo naudota literatūros analizė, lyginamoji bei grafinė analizės. Apleistų žemių nustatymui bei įvertinimui buvo naudoti Geoportal erdvinį duomenų rinkiniai: AŽ\_DRLT – Lietuvos Respublikos teritorijos apleistų žemių erdvinį duomenų rinkinys, kuriame saugoma informacija apie neprižiūrimas, nenaudojamas arba netinkamas naudoti pagal nustatytą pagrindinę žemės naudojimo paskirtį žemės ūkio naudmenas (ŽISIS...,2024); Dirv\_DR10LT – Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:10 000 dirvožemio erdvinį duomenų rinkinys, kurį sudaro pagal Lietuvos dirvožemių klasifikaciją LTDK-99 ir Lietuvos dirvožemio tipologinių vienetų bendrąjį sistematinių sąrašą LT\_DTV96 susisteminti ir koduoti duomenys apie Lietuvos dirvožemių išsidėstymą, jų fizines ir agrochemines savybes ir kitas charakteristikas (ŽISIS...,2024); Mel\_DR10LT – Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:10 000 žemių melioracinės būklės ir užmirkimo erdvinį duomenų rinkinys, kuriame saugoma informacija apie nusausintų (geros ir blogos melioracinės būklės) žemių plotus, nurašytos melioruotos žemės plotus, hidrotechnikos (melioracijos) statinius (ŽISIS...,2024). Statistinių duomenų analizei naudoti Nacionalinės

žemės tarnybos, VI Žemės ūkio duomenų centro 2014 – 2023 metų žemės naudmenų duomenys.

## Teorinės įžvalgos

Apleistos žemės sampratą bei jos atsiradimo priežastis nagrinėjo daugelis tiek lietuvių tiek užsienio autorių: A. Anikėnienė ir kt. (2019), M. Bambalaitė, M. Samoškaitė, D. Gudritienė (2022), A. Bernatavičius (2022) ir kiti. Dauguma autorių apleistą žemę apibūdina kaip nedarbamas žemės ūkio paskirties naudmenas ir išskiria šias žemės apleidimo priežastis: sklypo nuolydis, žemės ir reljefo kokybė, migracija, gyventojų amžius bei sumažėjusi paklausa. Tai yra žemė, kuri nėra naudojama žemės ūkio veiklai, bet gali būti tinkama kitai paskirčiai, bet apie kitas panaudojimo galimybes autoriai užsimena retai (Jurkevičius, 2022).

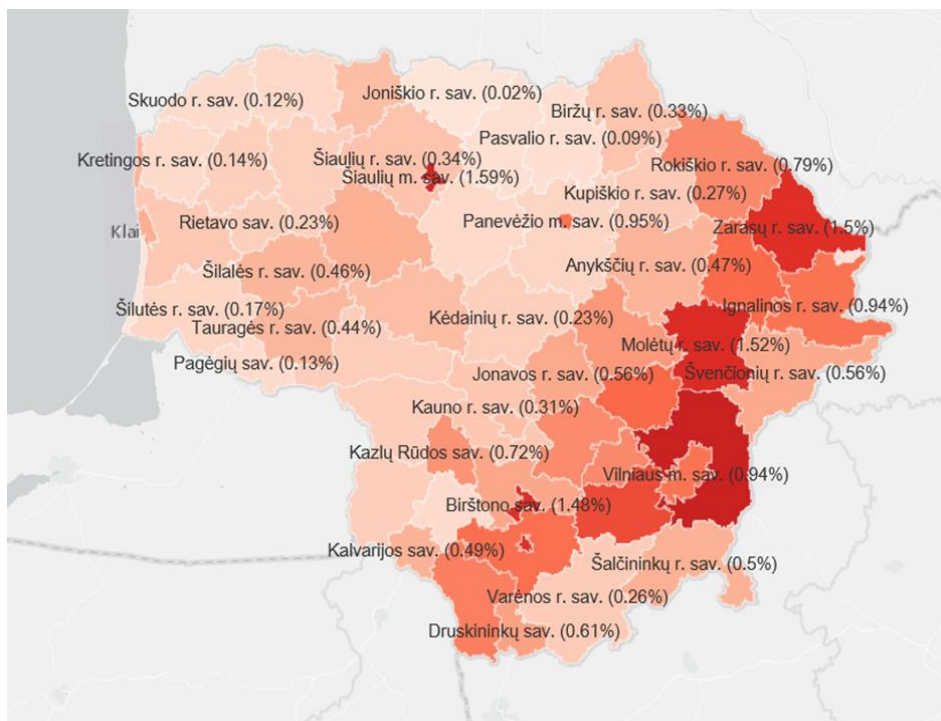
Apleistų žemių problema yra rimta ekologinė ir socialinė problema, kuri gali turėti didelį poveikį tiek aplinkai, tiek vietos bendruomenėms. Šios žemės dažnai būna nepanaudotos, neprižiūrimos ir jos gali tapti nenaudingos ūkininkavimui ar kitiems tikslams. Lietuvos teisės aktuose apleista žemė apibrėžiama kaip sumedėjusiais augalais apaugę žemės plotai: Žemės fondo (Lietuvos ..., 2024) duomenimis, apleistų žemių plotams priskiriami sumedėjusiais augalais (išskyrus želdinius) apaugę žemės sklype ar jo dalyje esančių žemės ūkio naudmenų plotai. Remiantis Žemės mokesčio (2024) įstatymu, apleistos žemės apibrėžiamos kaip - „sumedėjusiais augalais (išskyrus želdinius) apaugę žemės sklype ar jo dalyje esančių žemės ūkio naudmenų plotai, nustatyti nuotoliniais kartografavimo metodais Lietuvos Respublikos Vyriausybės ar jos įgaliotos institucijos nustatyta tvarka“. Apleista žemė yra ta, kuri nenaudojama kaip gamtinis ar ekonominis išteklius (Warner, 2019). Apleistų žemių susidarymo priežastys gali būti labai įvairios ir dažnai susijusios su gamtiniais, socialiniais, demografiniais, ekonominiais, aplinkosauginiais, teisiniais ir politiniais veiksniais. R. Ivanova (2022), teigia, kad apleistų žemių atsiradimui turi įtakos - ekonominiai, socialiniai, moraliniai ir gamtiniai veiksniai. Pagrindinė priežastis, anot minėtos autorės, apleistų žemių atsiradimui yra melioracijos pablogėjimas šalyje. Pastaruosius dešimtmečius prie žemių apleidimo prisidėjo kritinė melioracijos sistemų būklė, kurios dėl prastos priežiūros ėmė gesti ir dėl ko nemažai melioruotų teritorijų užmirko bei vėl ėmė virsti į pelkes (Ivanova, 2022). M. Bambalaitė, M. Samoškaitė, D. Gudritienė (2022) teigia, kad viena iš priežasčių apleistos žemės didėjimo yra dirvožemio kokybė. Tai patvirtina ir A. Anikienės ir kt. (2019) autorių tyrimai: ryšys tarp apleistų žemių ir žemės našumo balo yra egzistuojantis: esant didesniai dirvožemio našumo balui, apleistų žemės ūkio naudmenų koncentracija pastebimai mažesnė.

Erdvinių duomenų kaupimas ir valdymas suteikia galimybę geografinius duomenis panaudoti praktiškai daugelyje žmogaus veiklos sričių. R. Liudskij, D. Gudritienė (2022), nuomone svarbus erdvinių duomenų kaupimas ir jų valdymas, kurių pagalba galima analizuoti, tvarkyti ir teikti informaciją apie žemės naudmenų sudėtį, žemės kiekybines ir kokybines savybes, žemės naudojimo sąlygas, kitas žemės naudojimui turinčias įtakos charakteristikas.

## Rezultatai

Lietuvos Respublikos teritorijos apleistų žemių erdvinių duomenų rinkinys kiekvienais metais atnaujinamas ir pagal gautus duomenis matoma apleistų žemių mažėjimo tendencija. Išanalizavus statistinius 2020-2023 m. ŽISIS duomenis Lietuvoje didžiausi

apleistų žemių plotai yra Zarasų, Molėtų, Švenčionių, Vilniaus ir Birštono r. savivaldybėse. Tai neprieštarauja ir kitų autorių išvadoms: „Analizuojant Lietuvos apleistų žemių teritorijas nustatyta, kad didžioji jų dalis yra išsidėsčiusi pietrytinėje šalies dalyje“ (Liudskij, Gudritienė, 2022), tai gali įtakoti nepalanki žemės ir reljefo kokybė, mažas našumo balas (1 pav.).



**1 pav.** Apleistų žemių pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje (LR žemės fondo duomenys, 2024, Geoportal..., 2024)

**Fig. 1.** Distribution of abandoned land in Lithuania

Lietuvos teritorijoje nuo 2020 m. iki 2023 m. apleistų žemių sumažėjo 14675,16 ha., tai yra 29,01 proc., tai galėjo įtakoti ekonominė padėtis, migracija ar išaugusi žemės paklausa. Vilniaus rajono savivaldybės apleistų žemių mažėjimo tendencija visos Lietuvos mastu procentaliai didžiausia buvo 2021 m., sekančiais 2022-2023 m. šis procentas pakilo nuo 7,49 iki 7,89 proc. (1 lentelė).

**1 lentelė.** Lietuvos teritorijos ir Vilniaus rajono apleistų žemių plotų 2020-2023 m. palyginimas (sudaryta autorių remiantis ŽISIS statistiniais duomenimis)

**Table 1.** Comparison of the area of derelict land in Lithuania and Vilnius District in 2020-2023

|                                                                                                       | 2020 m.  | 2021m.   | 2022 m.  | 2023 m.  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Apleistos žemės Lietuvos teritorijoje iš viso ha:<br><i>Total of abandoned land in Lithuania, ha:</i> | 49060,75 | 46974,83 | 37363,09 | 34385,59 |

|                                                                                                                                                              |         |         |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Apleistos žemės Vilniaus rajono teritorijoje iš viso ha:<br><i>Total of abandoned land in Vilnius district, ha</i>                                           | 3994,42 | 3518,85 | 2839,93 | 2712,60 |
| Vilniaus rajono apleistų žemių proc. nuo Lietuvos apleistų žemių<br><i>Percentage of abandoned lands in Vilnius District of abandoned lands in Lithuania</i> | 8,14 %  | 7,49 %  | 7,6 %   | 7,89 %  |

Išanalizavus duomenimis galima teigti, kad Vilniaus rajono apleistų žemių plotai nuo 2020 m. -3994,42 ha iki 2023 m.-2712,60 ha sumažėjo 1281,82 ha., tai yra 32,10 proc. Detalesnei apleistų žemių analizei Vilniaus rajone buvo apžvelgtos apleistos žemės atskirose kadastro vietovėse. Didžiausi apleistų žemių plotai fiksuojami Medininkuose, Migūnuose ir Sužionyse (2 lentelė), mažiausiai apleistų žemių yra Pasienio juostoje, Arvyduose ir Nemenčinės m.

**2 lentelė.** Apleistų žemių pasiskirstymas Vilniaus rajono savivaldybės kadastro vietovėse 2023 metais (sudaryta autorių)

**Table 2.** *Distribution of abandoned land in the cadastral areas of Vilnius District Municipality in 2023*

| <b>Daugiausia apleistų žemių / Most abandoned land</b>                                                |                 |          |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|
| Kadastro vietovė / <i>Cadastral area</i>                                                              | Medininkai      | Veriškės | Sužionys |
| Kadastro vietovės plotas ha<br><i>Cadastral area, ha</i>                                              | 6343,51         | 3978,77  | 5318,81  |
| Kadastro vietovėje apleistų žemių plotas ha<br><i>Area of abandoned land in the cadastre area, ha</i> | 213,97          | 140,41   | 169,28   |
| Apleistų žemių procentas<br><i>Percentage of abandoned land</i>                                       | 3,37            | 3,53     | 3,53     |
| <b>Mažiausiai apleistų žemių / Least abandoned land</b>                                               |                 |          |          |
| Kadastro vietovė<br><i>Cadastral area</i>                                                             | Pasienio juosta | Arvydai  | Bezdonys |
| Kadastro vietovės plotas ha<br><i>Cadastral area, ha</i>                                              | 70,59           | 5337,99  | 6885,17  |

|                                                                                                              |      |      |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|
| Kadastru vietovėje apleistų žemių plotas<br>ha<br><i>Area of abandoned land in the cadastre<br/>area, ha</i> | 0,04 | 9,69 | 16,16 |
| Apleistų žemių procentas<br><i>Percentage of abandoned land</i>                                              | 0,06 | 0,18 | 0,23  |

Visoje Lietuvoje mažėja apleistos žemės plotai, taip pat ir Vilniaus bei Plungės savivaldybėse. Plungės rajono savivaldybėje per paskutinius devynerius metus (2015-2024 m. m.) apleistos žemės plotas pakito nuo 655,73 ha iki 251,32 ha (3 lentelė).

**3 lentelė** Plungės rajono savivaldybės žemės naudmenų pokyčiai (sudaryta autorių)  
**Table 3** Changes in the land area of Plungė district municipality

| Plungės rajono savivaldybės žemės<br>naudmenos<br>Plungė district municipality land<br>areas | Iki 2015-01-01<br>Until 1 January<br>2015 | Iki 2024-01-01<br>Until 1 January<br>2024 | Plotų<br>pasikeitimas proc.<br>Percent change in<br>area |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Bedras plotas<br>Total area                                                                  | 110550,68                                 | 110549,32                                 | 0,001                                                    |
| Žemės ūkio paskirties plotas<br>Agricultural area                                            | 57501,99                                  | 5539783                                   | 3,659                                                    |
| Mišakai<br>Forests                                                                           | 41024,33                                  | 39123,27                                  | 4,633                                                    |
| Kita žemė<br>Other land                                                                      | 2823,11                                   | 6589,73                                   | +133,42                                                  |
| Žemė užimta vandens telkinių<br>Land occupied by water bodies                                | 3880,34                                   | 3989,77                                   | 2,819                                                    |
| Užstatyta teritorija<br>Built-up area                                                        | 3660,72                                   | 3740,94                                   | 2,191                                                    |
| Keliai<br>Roads                                                                              | 1660,19                                   | 1707,78                                   | 2,866                                                    |
| Nusausinta žemė<br>Drained land                                                              | 42508,85                                  | 41408,41                                  | 2,588                                                    |
| Apleista žemė<br>Abandoned land                                                              | 655,73                                    | 251,30                                    | -61,676                                                  |

Plungės rajono savivaldybėje per 9 metus žemės naudmenos keitėsi neženkiai, išskyrus kita žemę – 133,42 proc. padidėjo, o apleista žemė nuo 2015 m. sumažėjo – 61,8 proc.

Detalesnei apleistų žemių analizei buvo pasirinkti žemės sklypai Plungės rajono savivaldybės Žemaičių Kalvarijos seniūnijos Alkų, Pūčkorių kaimuose. Šie žemės sklypai nutolę nuo Žemaičių Kalvarijos miestelio centro nuo 4 iki 11 km atstumu. Pastebėta, kad kuo toliau nuo miestelio centro tuo daugiau apleistų sodybviečių, na ir žinoma apleistų žemės sklypų. Panaši situacija ir Vilniaus rajono savivaldybėje, kadangi arčiau miesto centro yra daugiau norinčių gyventi nuosavuose pastatuose ir dažnu atveju apleistų žemių plotai tampa gyvenamosiomis teritorijomis (2 pav.).



2005-2006 m. ortofotografinio  
žemėlapiio fragmentas



2012-2013 m. ortofotografinio  
žemėlapiio fragmentas



2024 m. ortofotografinio  
žemėlapiio fragmentas

**2 pav.** Apleistos teritorijos pokyčiai 2005- 2024 metais (sudaryta autorių)

**Fig. 2.** *Changes in abandoned land between 2005 and 2024*

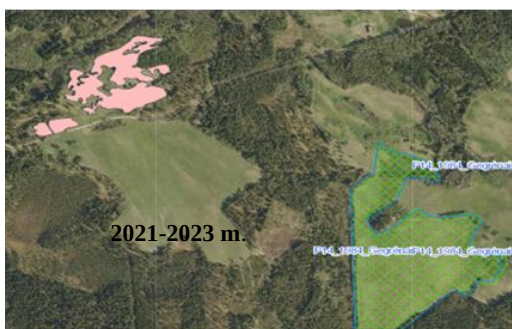
Ne visuose apleistos žemės plotuose vyksta pokyčiai. Analizuojamame pavyzdyje apleidimo požymiai matosi jau 2006 metais ir iki šių dienų apleidimo lygis tik didėja (3 pav.)



2005-2006 m.



2021-2023 m.



2021-2023 m.



**Dirvožemio  
našumo balai**

**3 pav.** Teritorija Plungės rajono savivaldybėje Alkų kaime su pažymėta apleista teritorija (rausva spalva) bei dirvožemio našumo duomenimis (sudaryta autorių, Geoportalas..., 2024)

**Fig. 3.** *The area in the village of Alkai in Plungė district municipality with the abandoned area marked (pink) and soil productivity data*

Atvykus į vietą nustatyta, kad apleista žemė apaugusi didelėmis eglėmis ir pušimis (4 pav.).

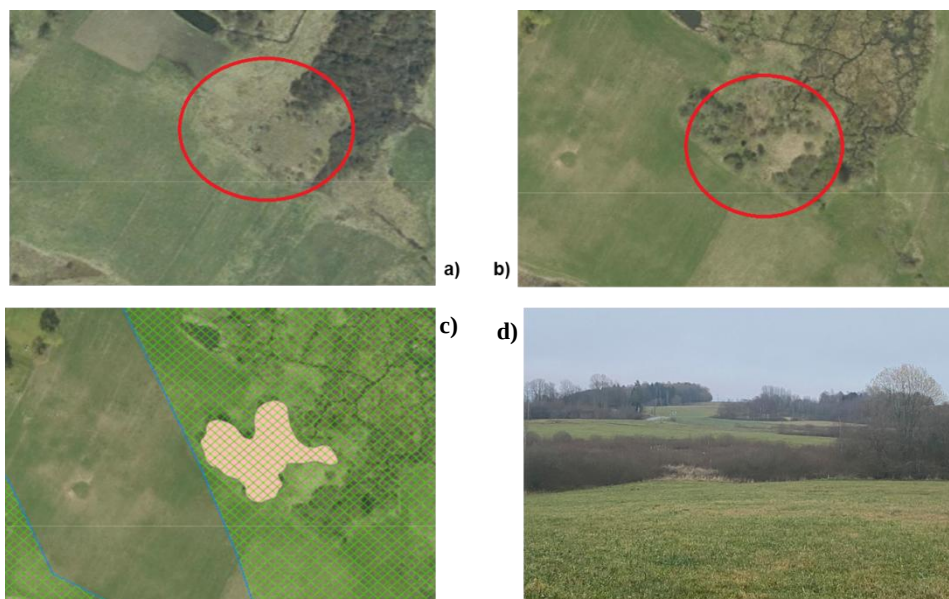


**4 pav.** Apleistos žemės tyrimas lauko būdu Plungės r. savivaldybės Alkų kaime (nuotrauka autorių)

**Fig. 4.** *Field survey of abandoned land in the village of Alkai, Plungė municipality*

Pagal Geoportale pateiktus erdvinius duomenis, nustatyta kad šioje teritorijoje melioracijos nėra. Našumo balas – 30,19, todėl šioje vietoje galima įveisti mišką.

Antra tiriama teritorija yra Žemaičių Kalvarijos seniūnijos Pūčkorių kaime (5 pav.)



**5 pav.** Pūčkorių kaime esančios apleistos žemės situacija: a) 2012-2013 m. ortofotografinis žemėlapis; b) 2021-2023 m. ortofotografinis žemėlapis; c) apleista žemė (rožinė spalva) ir melioruotos žemės teritorija (žalia brūkšniuota); d) nuotrauka gauta lauko tyrimo metu 2024 (sudaryta autorių)

**Fig. 5.** *Situation of abandoned land in Pūčkori village: a) orthophoto map 2012-2013; b) orthophoto map 2021-2023; c) abandoned land (pink) and reclaimed land area (green hatched); d) image from field survey 2024*

Išanalizavus Geoportal melioracijos erdvių duomenų rinkinį, nustatyta, kad ši vieta buvo 1978 metais melioruota. Melioracijos būklė nepažeista (5c pav.). Atvykus į vietą (5d pav.) pastebėta, kad tiriamą vietovę yra kalvotoje teritorijoje, kur dalis apaugusi krūmais, o dalis užpelkėjusi. Vadinasi, melioracinės sistemos veikia ne pilnai, reikalinga rekonstrukcija. Šis žemės plotas yra šalia senos negyvenamos sodybos, kas leidžia daryti prielaidą, jog kaimo gyventojų mažėjimas taip pat gali būti viena iš žemės apleidimo priežasčių.

### **Išvados**

1. Išanalizavus Lietuvos teritorijos apleistas žemes galima teigti, kad daugiausia apleistų žemių yra Zarasų, Molėtų, Švenčionių, Vilniaus ir Birštono r. savivaldybėse, tačiau lyginant 2020 m. su 2023 m. statistinius duomenimis apleisti žemės plotai mažėja visoje Lietuvos teritorijoje, per 3 metus apleistų žemės plotų sumažėjo 29,01 proc. (14675,16 ha).
2. Atlikus Vilniaus rajono apleistų žemių analizę nustatyta, kad nuo 2020 m. iki 2023 m. apleistų žemių sumažėjo 1281,82 ha., tai yra 32,10 proc. Didžiausi apleistų žemių plotai fiksuojami Medininkuose, Migūnuose ir Sužionyse, mažiausiai apleistų žemių yra Pasienio juostoje, Arvyduose ir Nemenčinės m.
3. Plungės rajono savivaldybėje per paskutinius devynerius metus (2015-2024 m. m.) apleistos žemės plotas nuo 655,73 ha sumažėjo iki 251,32 ha, t.y. beveik 62 procentais. Pagrindinės apleistų žemių priežastys – tai socialinė problema (kaimo gyventojų mažėjimas) ir nemelioruotos žemės plotai arba neveikiančios melioracinės sistemos.

### **Literatūra**

1. Anikėnienė A., Augūnienė N., Puzienė R. 2019. Apleistų žemių tvarkymas bei kontrolė Lietuvos teritorijoje. *Technologijos ir menas*. 9 (10), ISSN 2029-400X, p. 8-11.
2. Bumbalaitė M.; Samoškaitė M.; Gudritienė D. 2022. Apleistų žemių interpretavimas bei apleidimo priežasčių nustatymas taikant nuotolinius tyrimo metodus. *Miškininkystė ir Kraštotvarka*. Kaunas –Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija. Nr.1(20) p. 41 – 46.
3. Geoportalas 2024. [žiūrėta2024-11-09]. Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/map/>
4. Ivanova R. 2022. Apleistų žemių plotų tyrimas Šiaulių ir Kuršėnų miestuose bei šių miestų žiedinėse seniūnijose. *Jaunasis mokslininkas*. Nr.19 (1822-9913) p. 432 – 437.
5. Juknelienė D.; Valčiukienė J.; Mozgeris G. 2023. Apleistų žemių identifikavimo suderinamumas su kontrolinių žemės sklypų erdvių duomenų rinkiniu. *Žemėtvarka ir hidrotechnika*. Lietuvos žemėtvarkos ir hidrotechnikos inžinierių sąjungos žurnalas. Nr.3 (195) p. 39 – 43.

6. Jurkevičius, M. 2022. Apleistos žemės plotų dinamika Lietuvoje. *Biosistemų inžinerija*. Nr. 1 (27), ISSN 2783-6479, p. 146-150.
7. Lietuvos Respublikos žemės fondas 2015 m. sausio 1 d. Nacionalinė žemės tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Valstybės įmonė žemės ūkio duomenų centras 2015. [žiūrėta 2024-11-09].  
Prieiga per internetą: [https://zisis.lt/wp-content/uploads/2015/06/ZF\\_2015.pdf](https://zisis.lt/wp-content/uploads/2015/06/ZF_2015.pdf)
8. Lietuvos Respublikos žemės fondas 2024 m. sausio 1 d. Nacionalinė žemės tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Valstybės įmonė žemės ūkio duomenų centras 2024. [žiūrėta 2024-11-09]. Prieiga per internetą: [https://zisis.lt/wp-content/uploads/2024/03/Lietuvos Respublikos zemes fondas 20240101.pdf](https://zisis.lt/wp-content/uploads/2024/03/Lietuvos_Respublikos_zemes_fondas_20240101.pdf)
9. Lietuvos Respublikos žemės mokesčio įstatymas [žiūrėta 2024-11-08]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.2202/asr>
10. Liudskij R.; Gudritienė D. 2022. Apleistų žemių tyrimas Vilniaus rajono teritorijoje taikant žemės informacinės sistemos paslaugas. *Miškininkystė ir Kraštotvarka*. Kaunas –Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija. Nr.1(20) p. 47 – 50.
11. VĮ Valstybės žemės fondas 2024. [žiūrėta 2024-11-09]. Prieiga per internetą: <https://zisis.lt/apleistos-zemes/>
12. Warner, B. P. (2019). Explaining political polarisation in environmental governance using narrative analysis. *Ecology and Society*, 24(3).

**Eglė Juchnevič, Živilė Žvirgzdinienė, Vaiva Stravinskienė**

### **Investigation of Abandoned Lands in Vilnius and Plungė District Municipalities**

#### *Summary*

Although the extent of abandoned land has been decreasing in recent years, the issue remains relevant. This is particularly true for abandoned agricultural land, which, once the causes of abandonment are addressed, could be restored for agricultural use or repurposed for other functions. This research aims to determine the distribution of abandoned land in Vilnius and Plungė district municipalities. The research object is the areas of abandoned agricultural land. Research Objectives: 1. To identify and evaluate the distribution of abandoned land across Lithuanian municipalities. 2. To analyse the changes in abandoned land areas in Vilnius and Plungė district municipalities. Research methods: Literature analysis, comparative analysis, and graphical analysis. Key Findings: During the study period (2015–2023), the extent of abandoned land decreased in both Vilnius and Plungė district municipalities, as well as across Lithuania as a whole.

*Keywords: abandoned land, agricultural land use, spatial data sets.*

# MASAŽO IR FIZINĖS VEIKLOS POVEIKIS LIEKAMIESIEMS REIŠKINIAMS PERSIRGUS COVID-19 VIRUSU

Lina Stungienė, Vytautas Padgureckas

*Šiaulių valstybinė kolegija*

## Anotacija

Šiame straipsnyje analizuojamas Covid-19 virusas, jo požymiai, liekamieji reiškiniai, su kuriais susiduria asmenys, persirgę šiuo virusu. Atliekant anketinę apklausą, siekiama išanalizuoti masažo ir fizinės veiklos poveikį liekamiesiems reiškiniams po persirgto Covid-19 viruso. Tyrimo duomenys rodo, kad dauguma respondentų po persirgto Covid-19 viruso turi liekamųjų reiškinų - dusulį, skonio bei kvapo pakitimus, nuovargį, psichologinius sutrikimus. Pasitelkiant gautus tyrimo duomenis, galima padėti sveikatos priežiūros specialistams geriau suprasti po Covid-19 viruso likusius reiškinus ir efektyvias procedūras, kurios galėtų būtų taikomos po persirgtos ligos.

*Reiktažodžiai: Covid-19 virusas, masažas, fizinis aktyvumas.*

## Įvadas

*Temos aktualumas ir problematika.* Sunkaus ūminio respiracinio sindromo koronavirusas 2 (SARS-CoV-2) yra patogenas, atsakingas už 2019 m. koronavirusinės ligos (COVID-19) pandemiją, kuri sukėlė pasaulines sveikatos priežiūros krizes. Didėjant pacientų, sveikstančių nuo COVID-19, skaičiui, labai svarbu suprasti su jais susijusias sveikatos priežiūros problemas. COVID-19 dabar pripažįstama kaip daugelio organų liga, turinti platų pasireiškimų spektrą [10]. Poūminis COVID-19 apibrėžiamas kaip nuolatiniai simptomai ir (arba) uždelstos ar ilgalaikės komplikacijos ilgiau nei 4 savaites nuo simptomų pradžios [14].

Persirgus COVID – 19 infekcija dauguma pacientų jaučia nuovargį, daugiau nei trečdalis – dusulį, kiti jaučia sąnarių ir krūtinės skausmus, širdies ir kraujagyslių, virškinamojo trakto sistemos, psichoemocinius bei pažintinių funkcijų pažeidimus. Taip pat pastebimi neaiškūs odos bėrimai, plaukų slinkimas, kvapo ir skonio pakitimai. Prancūzijoje buvo atliktas tyrimas, kurio metu apklausti 275 pacientai, sirgę lengvesne ir sunkesne Covid-19 viruso forma. Atliktame tyrime, praėjus 100 dienų po susirgimo, 141 pacientas pranešė apie šiuos likusius požymius- nuovargis, dusulys ir psichologinis sutrikimas, pvz., potrauminio streso sutrikimas, nerimas, depresija ir koncentracija bei miego sutrikimai [11].

Remiantis mokslo informacijos šaltinių analize išsiaiškinta, kad fizinė veikla ir masažas gali būti veiksmingos metodikos siekiant pagerinti pacientų sveikatos būklę. Tyrimai rodo, kad fizinis aktyvumas padeda lavinti raumenų jėgą bei ištvermę, gerina širdies, kraujagyslių sistemos funkcijas, kraujotaką ir skatina endorfinų gamybą, kurie mažina nerimą, gerina miegą, bendrą nuotaiką. Reguliarus fizinis aktyvumas gali padėti pagerinti imuninės sistemos veiklą. Masažas gali padėti sumažinti raumenų įtampą ir skausmą, taip pat gerina kraujotaką, kurios metu organizmas geriau aprūpinamas deguonimi ir maistinėmis medžiagomis. Tyrimo problemą galima apibendrinti šiuo probleminiu klausimu, koks masažo ir fizinės veiklos poveikis liekamiesiems reiškiniams persirgus Covid-19 virusu.

**Tyrimo tikslas** - įvertinti masažo ir fizinės veiklos poveikį liekamiesiems reiškiniams persirgus Covid-19 virusu.

### **Tyrimo uždaviniai:**

1. Ištirti respondentų patirtus simptomus sergant Covid-19 virusu.
2. Nustatyti liekamuosius reiškinus, su kuriais susidūrė respondentai po persirgimo Covid-19 virusu.

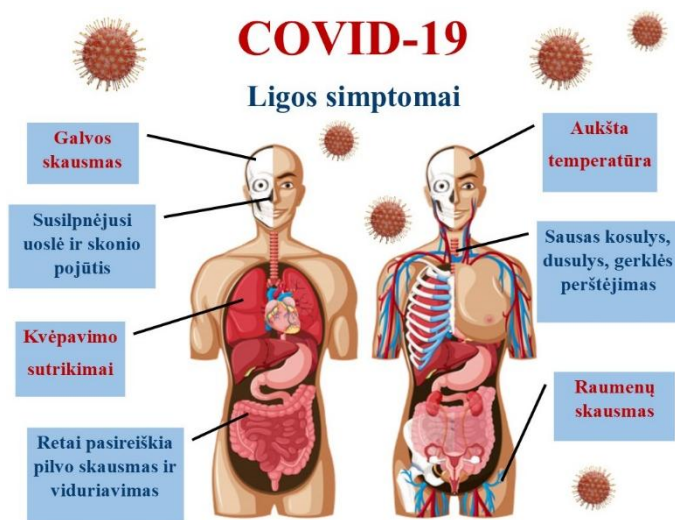
3. Aptarti masažo ir fizinio aktyvumo poveikį liekamiesiems reiškiniams po persirgimo Covid-19 virusu.

**Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros analizė, informacijos rinkimas, lyginimas, apibendrinimas, anketinė apklausa, grafinis duomenų vaizdavimas. Gauti duomenys susistemunami ir apdorojami naudojantis MS Excel programine įranga.

Nemaža dalis pacientų jaučia liekamuosius reiškinius persirgus Covid-19 virusu. Tačiau ne visi žino, kur kreiptis siekiant juos sumažinti. Šis tyrimas buvo atliktas tam, kad išsiaiškinti su kokiais liekamaisiais reiškiniais susiduria respondentai ir kaip galima juos sumažinti.

### Mokslo informacijos šaltinių apžvalga

COVID-19 yra infekcinė liga. Ją sukelia 2019 m. atrastas koronavirusas (SARS-CoV-2). Kaip teigia Kalinauskaitė-Žukauskė (2021), susirgus COVID-19, gali pasireikšti simptomai, tokie kaip karščiavimas, viduriavimas, kvapo ir skonio praradimas, raumenų skausmas, nuovargis, šaltkrėtis. Pasak Juchnevičiūtės (2020), nors ši liga gali būti besimptomė, ji gali pasireikšti bendrais respiracinės infekcijos simptomais: karščiavimu, kosuliu, bendrinio nuovargiu, galvos bei raumenų skausmu. Be minėtų simptomų, COVID-19 infekcija gali pasireikšti ir mažiau tradicinei kvėpavimo takų infekcijai būdingais simptomais: skonio ir (ar) kvapo nejutimu, konjunktyvitu, apetito praradimu, viduriavimu, pykinimu, vėmimu, odos bėrimais, miego sutrikimais ir kitais simptomais. Ligos sunkumas siejamas su pacientų amžiumi bei gretutinėmis ligomis – senyvo amžiaus pacientams liga dažniau būna sunkesnės eigos, kartu su hospitalizacijos intensyviajame terapijos skyriuje poreikiu. Pirmas paveikslas rodo COVID-19 ligos simptomus.



1 pav. Covid-19 simptomai (prieiga: <https://www.ruc.lt>)

Fig. 1. Covid-19 symptoms (access: <https://www.ruc.lt>)

Remiantis JAV ir Europos tyrimais, galima matyti kad 32,6 % pacientų pranešė apie nuolatinius simptomus, įskaitant 18,9 % su naujais ar pablogėjusiais simptomais. Dažniausiai buvo įvardijama, kad atsiranda dusulys einant laiptais (22,9%), o kiti simptomai

buvo kosulys (15,4 %) ir nuolatinis skonio ir (arba) kvapo praradimas (13,1 %) [1]. 1 lentelėje pateikti po Covid-19 ligos išlikę padariniai.

**1 lentelė.** Liekamieji reiškiniai persirgus Covid- 19 virusu  
**Table 1.** Residual effects after recovering from Covid-19

| <b>Sutrikimas</b>                          | <b>Apibūdinimas</b>                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Širdies ir kraujagyslių sistemos pakitimai | Krūtinės skausmas<br>Miokarditas<br>Padidėjęs kraujo spaudimas<br>Tachikardija<br>Oro trūkumas                                                                        |
| Neuropsichiatrinės komplikacijos           | Lėtinis nuovargis<br>Migrena<br>Depresija<br>Sutrikęs miegas<br>Skonio ir kvapo praradimas<br>Atminties pablogėjimas<br>Kalbos sutrikimai<br>Koordinacijos sutrikimai |
| Pakitimai inkstuose                        | Inkstų pažeidimai<br>Trombai inkstų kanalėliuose                                                                                                                      |
| Endokrininės sistemos pakitimai            | Skydliaukės pakitimai<br>Cukrinis diabetas<br>Imunologiniai pakitimai                                                                                                 |
| Vidaus organų pakitimai                    | Padidėjęs skrandžio rūgštingumas                                                                                                                                      |
| Plaukų, odos pakitimai                     | Neaiškūs odos bėrimai<br>Plaukų slinkimas                                                                                                                             |

COVID-19 pandemija paskatino viso pasaulio mokslininkus skubiai tirti SARS-CoV-2 viruso prigimtį, plitimo mechanizmus, klinikinius požymius ir gydymo galimybes. Pirmieji tyrimai pabrėžė SARS-CoV-2 genetinį ryšį su šikšnosparniais, teigdami, kad virusas greičiausiai kilo iš gyvūnų ir buvo perduotas žmonėms per tarpinius šeimininkus. Ši informacija buvo svarbi pradiniam viruso šaltinio identifikavimui ir pandemijos kilmės supratimui. Kitas reikšmingas tyrimas – paneigė spekuliacijas apie laboratorinę viruso kilmę, pateikdamas genetinius įrodymus apie natūralią jo evoliuciją [19].

Kitas atliktas tyrimas parodė, kad virusas gali išlikti ore ir ant paviršių, kas paaiškino greitą jo plitimą visame pasaulyje. Dar vieni atlikti tyrimai teigia, kad viruso dalelių išlikimą ore ir jų keliamą pavojų blogai vėdinamose patalpose [16]. Šie tyrimai padėjo pagrįsti visuomenės sveikatos rekomendacijas, tokias kaip kaukių dėvėjimas ir socialinis atstumas. Jie taip pat pabrėžė, kaip svarbu yra ventiliacija ir dezinfekcija uždaroje patalpose. Tačiau pradžioje trūko aiškumo dėl paviršinio perdavimo svarbos, kas galėjo lemti kai kuriuos perteklinius dezinfekavimo veiksmus. Nalbandian et al. (2020) tyrimai pateikė išsamų klinikinių simptomų sąrašą, įskaitant kvėpavimo takų sutrikimus ir skonio bei kvapo praradimą. Vėliau autorius Carfi et al. (2020) aprašė „Long COVID“ fenomeną, atskleisdami, kad net ir po ūmios ligos stadijos pasveikę pacientai gali patirti ilgalaikius simptomus, tokius kaip nuovargis, dusulys ar pažinimo sutrikimai. Šie tyrimai parodė COVID-19 ligos kompleksiskumą ir daugialypį poveikį organizmui. Pradinis dėmesys buvo

sutelktas į ūmią infekcijos stadiją, tačiau ilgalaikiai padariniai atskleidė, kad pandemijos poveikis bus juntamas dar ilgai po jos kontrolės. Tai pabrėžė būtinybę kurti ilgalaikio pacientų stebėjimo ir reabilitacijos programas [12]. Reikia sistemingai tirti pasekmes po ūminio COVID-19, kad būtų sukurtas įrodymais pagrįstos daugiadisciplinės komandos požiūris į šių pacientų priežiūrą ir būtų informuojami apie tyrimų prioritetus. Išsamus pacientų priežiūros poreikių supratimas po ūminės fazės padės plėtoti infrastruktūrą COVID-19 klinikoms, kurios bus aprūpintos integruota kelių specialybių priežiūra ambulatoriškai [15].

Asmenims, persirgusiems COVID-19 infekcija, kuriems taikoma daugiadisciplinė, kompleksinė reabilitacijos programa, greičiau išnyksta COVID-19 infekcijos liekamieji reiškiniai. Didžiausią teigiamą įtaką daro specializuota kineziterapija (mankštos, masažas), balneoterapija, medicinos psichologo konsultacijos [6].

Taikant ankstyvą, ilgalaikę kompleksinę reabilitaciją - fizinius pratimus, masažo procedūras, vandens procedūras intensyviosios terapijos metu ir po jos, stebimas geresnis pacientų fizinio pajėgumo atsigavimas. Taikant balneoterapiją (gydymą mineraliniais vandenimis), galima pagerinti imuninės sistemos būklę. Šios procedūros turėtų būti atliekamos ne rečiau kaip 2-3 kartus per savaitę, iš viso 10-15 procedūrų [4].

Pratimai, kurie didina širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemos įsitraukimą, yra sėkmingo atsigavimo pagrindas. Naudingas net tik fizinės būklės gerinimas, bet ir nuovargio, emocinio nestabilumo šalinimas, pasitikėjimo gerinimas, eisenos stiprinimas. Reabilitacijoje svarbu konkrečios užduoties mokymas ir jos kartojimas. Tai ypač aktualu persirgusiems COVID-19 virusu [8].

Fizinis aktyvumas (FA) yra viena iš pagrindinių mūsų organizmo funkcijų, ypač svarbus kasdieninėje veikloje. Taip pat fizinis aktyvumas gali būti analizuojamas kaip sveikatą stiprinanti priemonė. Dar viena fizinio aktyvumo forma yra mankštinimasis. Mankštinimasis gali būti apibūdinamas, kaip tam tikra judesių visuma, kuria siekiama palaikyti fizinę formą. Reguliarus fizinis aktyvumas ir sveika gyvensena lemia ne tik ilgą gyvenimo trukmę, bet ir aukštą sveikatos lygį, funkcinį savarankiškumą ir gerą gyvenimo kokybę. Užsiimant aktyvia fizine veikla gerėja kūno formos, lavinami motorikos įgūdžiai bei gerėja emocinė būklė. FA yra gyvybiškai svarbus su gyvensena susijęs darnaus visų organizmo sistemų, psichologinio vystymosi ir socialinių įgūdžių formavimosi veiksnys. Nustatyta, kad vidutinio ir didelio intensyvumo FA gerina širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemų pajėgumą, stiprėja širdies raumuo, tampa efektyvesnis kraujo išstūmimo procesas, gerėja fizinio krūvio toleravimas, visi organai ir audiniai geriau aprūpinami deguonimi, mažinama antsvorio ir nutukimo tikimybė [5]. Reguliarus FA teigiamai veikia metabolinius procesus, padeda sulėtinti aterosklerozės procesą, padeda apsisaugoti nuo širdies ir kraujagyslių ligų. Rekomenduojama, kad Covid-19 virusu sirgę asmenys, ypač vyresnio amžiaus žmonės, per visą savaitę užsiimtu ne mažiau kaip 150–300 min vidutinio intensyvumo aerobine veikla arba ne mažiau 75–150 min. ar energingo intensyvumo aerobine veikla.

Masažas taip pat gali būti taikomas siekiant pagerinti asmens sveikatą persirgus Covid-19 virusu. Masažo efektyvumas gali būti stebimas atliekant 1-2 kartus per savaitę po 30-60 minučių. Masažas dažnai yra naudojamas skausmo ir edemų mažinimui, raumenų tonuso ir jėgos didinimui, audinių mitybos gerinimui. Masažas suaktyvina naudingus imunomoduliacinius mechanizmus, kurie mažina skausmą [9]. Masažas apibūdinamas, kaip dozuotos trinties, slėgio, vibracijos poveikio metodų rinkinys, turintis mechaninį ir refleksinį poveikį žmogaus audiniams ir organams [21]. Atlikti tyrimai įrodė, kad masažas padeda stiprinti sveikatą, kadangi masažo metu yra mažinamas skausmas, stresas, teigiamai

veikiama žmogaus psichinė sveikata, keliama nuotaika, gerinama kraujotaka [3]. Masažas taip pat turi ir gydomąjį poveikį kai kurioms kūno sistemoms: vidaus organams, raumenims, širdžiai ir kraujagyslėms, limfinei ir nervų sistemai.

## **Tyrimo metodika**

Tyrimas buvo atliktas 2024-2025 metais. Tyrimo metu pasirinktas kiekybinio tyrimo metodas – anoniminė anketinė apklausa. Anoniminės anketinės apklausos metu buvo siekiama išsiaiškinti liekamuosius reiškinius persirgus Covid-19 virusu. Apklausa – vienas dažniausiai taikomų kiekybinių duomenų rinkimo metodų moksliniuose tyrimuose [2]. Tai vienas populiariausių sociologinių tyrimo būdų. Tai būdas, kurio galutiniai tyrimo rezultatai išreiškiami skaičiais. Taip pat procedūrų, būdų ir aprašymo metodų visuma, suteikianti galimybę gauti naujų sociologinių žinių, pertvarkytų ir formalizuotų šiuolaikinės matematikos ir skaičiavimo technikos pasiekimų lygiu [17].

Tyrimo instrumentas. Parengtas instrumentas – anoniminė anketa. Klausimyną iš viso sudarė 11 uždaro tipo klausimų ir 5 atviro tipo klausimai. 1-5 klausimus sudaro sociodemografiniai duomenys - respondentų amžius, lytis, gyvenamoji vieta, išsilavinimas, darbo sritis. 6-12 grupės klausimus sudaro informacija apie Covid-19 virusą, jo simptomus, ligos eigą bei likusius reiškinius po ligos. 13-16 klausimais siekiama išsiaiškinti reabilitacijos paslaugas po persirgto viruso. Ar respondantai kreipėsi pagalbos į gydytojus, kitus specialistus, siekiant sumažinti jaučiamus neigiamus simptomus. Anketa sudaryta remiantis Halpin et al. (2021), Nalbandian et al. (2021), Taquet et al. (2021) autoriais. Tyrimas atliktas viešame apklausų tinklalapyje [www.apklausa.lt](http://www.apklausa.lt). Nuoroda į anketą buvo talpinama socialiniame tinkle Facebook. Gautų duomenų analizei taikyta MS Excel programa. Atlikta tyrimo duomenų kiekybinė analizė. Tyrimo dalyviai atrenkami netikimybinės tikslinės atrankos būdu. Tiriamųjų grupė formuojama priklausomai nuo tyrėjo tikslų [2]. Tikslinė atranka vykdoma tada, kai tyrėjas renkasi imtį, atsižvelgdamas į konkretų tikslą, remdamasis tam tikrais kriterijais arba sprendimais [13].

Tyrimo imtis. Tyrime dalyvavo 475 respondentai. Anot Židžiūnaitės (2011) pageidautina, kad kiekybinio empirinio tyrimo dalyvių skaičius svyruotų nuo 6 iki 120. Jeigu tyrime dalyvauja daugiau respondentų nei 120, tada tyrimo rezultatai yra charakterizuojami didesniu patikimumo ir tinkamumo laipsniu.

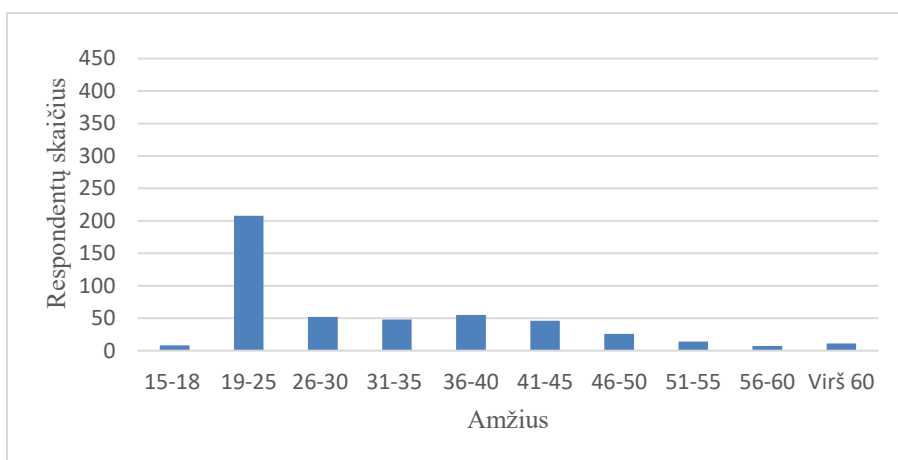
Atliekant anoniminę apklausą buvo laikomasi etikos principų:

1. Geranoriškumo [20].
2. Laisvanoriškumo.
3. Informuotumo [18].
4. Konfidencialumo [18].
5. Teisingumo.
6. Privatumo išsaugojimo užtikrinimas [20].

Empirinio tyrimo metu, atlikus anoniminę anketinę apklausą, surinkti duomenys buvo susisteminti taikant duomenų aprašomąją ir lyginamąją analizę. Buvo panaudoti teoriniai abstrakcijos bei apibendrinimo metodai. Duomenys susisteminti diagramose. Duomenys aprašyti ir palyginti.

## **Tyrimo rezultatai**

Tyrimo rezultatai, kuriuose respondentai skirstomi pagal amžiaus grupes pateikti 2 paveiksle. Grafike matyti, kiek žmonių iš kiekvienos amžiaus grupės dalyvavo tyrime.

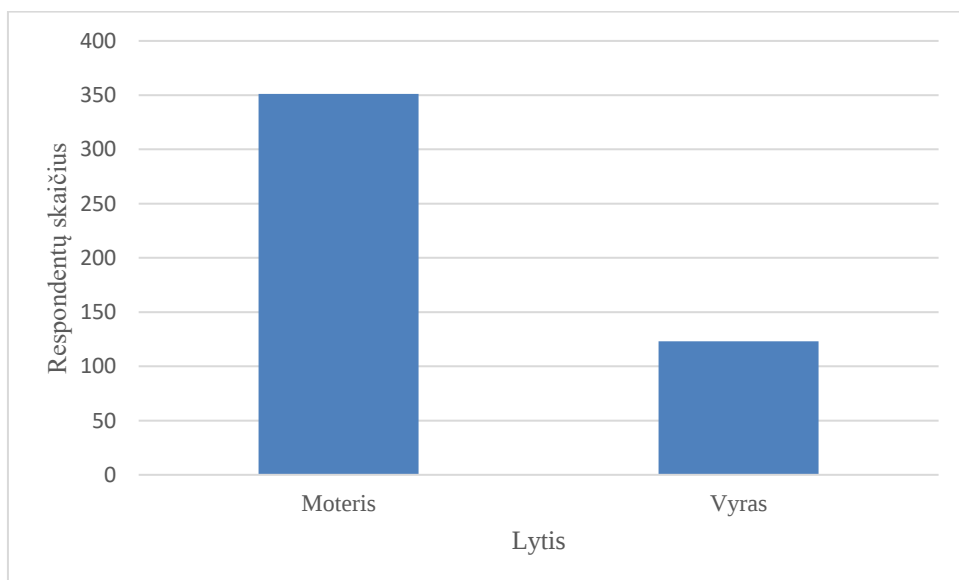


**2 pav.** Respondentų amžius

**Fig. 2.** Respondents age

Tyrimė dalyvavo daugiausia 19–25 metų amžiaus respondentų. Šios grupės atstovų skaičius viršija 200 (44 proc.), o tai ženkliai išsiskiria iš kitų amžiaus grupių, kuriose respondentų skaičius yra gerokai mažesnis. Kitose amžiaus grupėse, tokiose kaip 26–30 (11 proc.), 31–35 9 (10 proc.), 36–40 (10 proc.), 41–45 (10 proc.), respondentų skaičius yra gana panašus – maždaug 20–50 respondentų.

Respondentų skaičių pagal lytį vaizduoja 3 paveikslas.



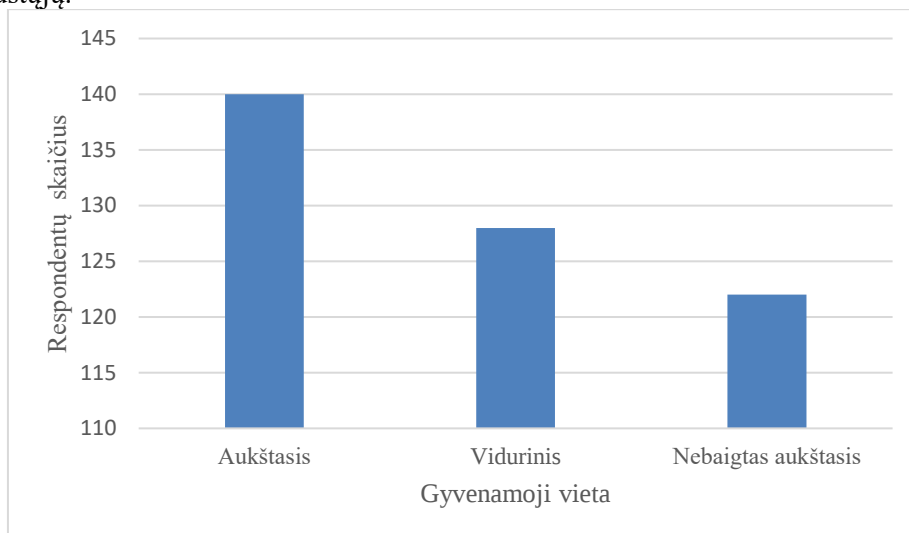
**3 pav.** Respondentų lytis

**Fig. 3.** Respondents gender

Tyrimė dalyvavo daugiau moterų nei vyrų. Moterų skaičius – 351 (74 proc.). Vyrų skaičius – 123 (26 proc.). Ši diagrama rodo aiškų respondentų skaičiaus skirtumą tarp lyčių

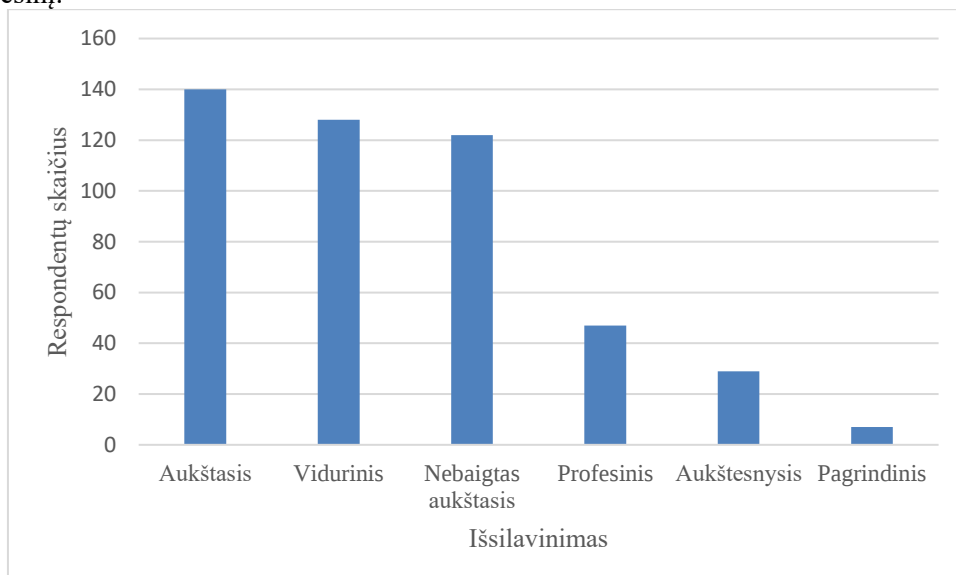
– tyrime dalyvavo daug daugiau moterų nei vyrų. Tai gali būti nulėmta tyrimo temos, duomenų rinkimo metodikos arba natūralaus moterų aktyvumo apklausose.

Dauguma respondentų gyvena mieste (70 proc.), rajone gyvena 16 proc. visų apklaustųjų.



**4 pav.** Respondentų gyvenamoji vieta  
**Fig. 4.** Respondents place of residence

Mažoji dalis respondentų gyvena kaime - 13 proc. Aptariant duomenis apie respondentų išsilavinimą galime matyti, kad daugiausia 29 proc. respondentų turi aukštąjį išsilavinimą, 27 proc. vidurinį išsilavinimą. 26 proc. turėjo nebaigtą aukštąjį, 10 proc. profesinį.



**5 pav.** Respondentų išsilavinimas  
**Fig. 5.** Respondents education

Nedidelė dalis respondentų turėjo aukštesnį išsilavinimą - 6 proc. Iš visų apklaustųjų didžioji dalis buvo:

Studentų - 37 proc.

Paslaugų sritis - 12 proc.

Švietimo sritis - 10 proc.

Aptarnavimo sritis - 9 proc.

Medicinos sritis - 8 proc.

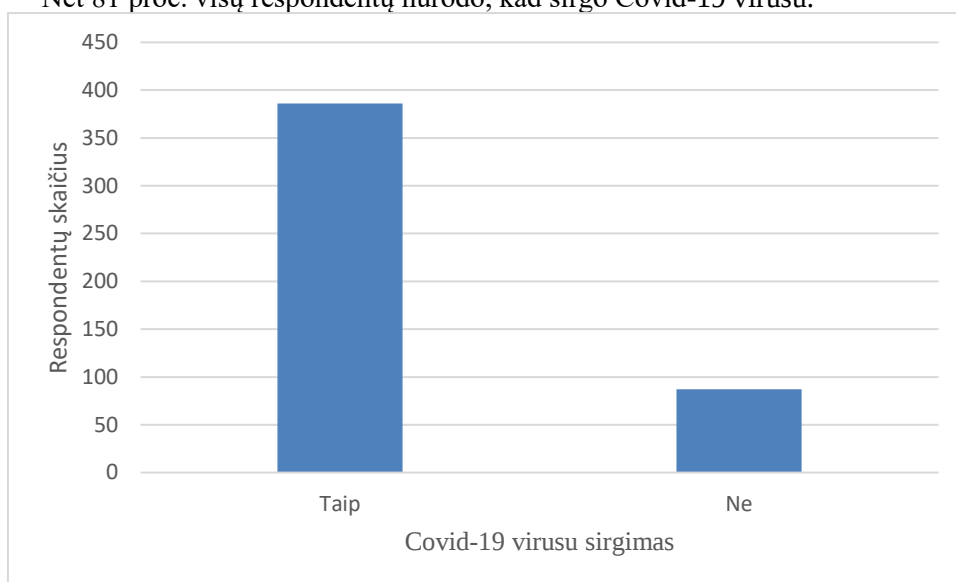
Gamybos sritis - 6 proc.

Grožio sritis - 6 proc.

Sporto sritis - 5 proc.

Nedirba - 8 proc.

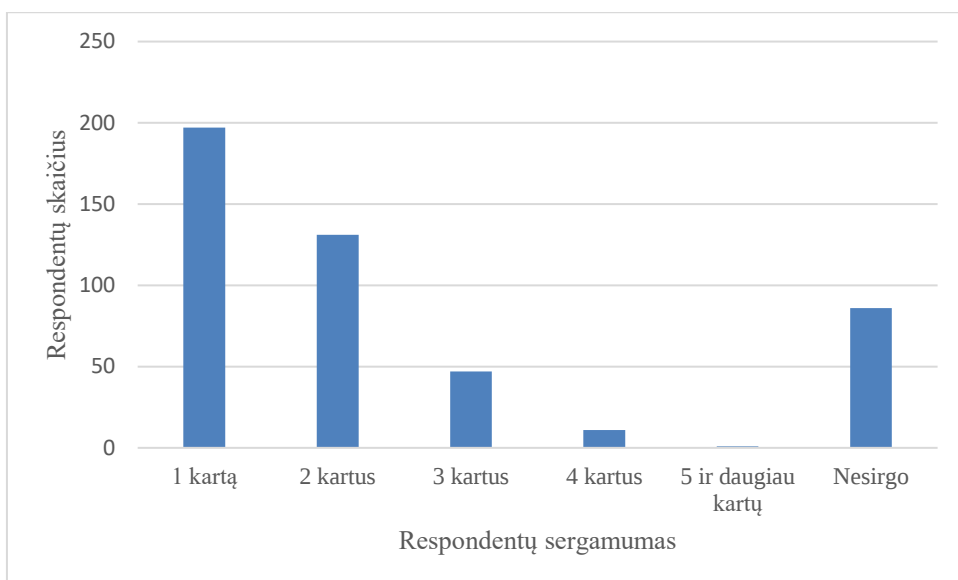
Net 81 proc. visų respondentų nurodo, kad sirgo Covid-19 virusu.



**6 pav.** Respondentų sirgimas Covid-19 virusu

**Fig. 6.** Prevalence of Covid-19 virus among respondents

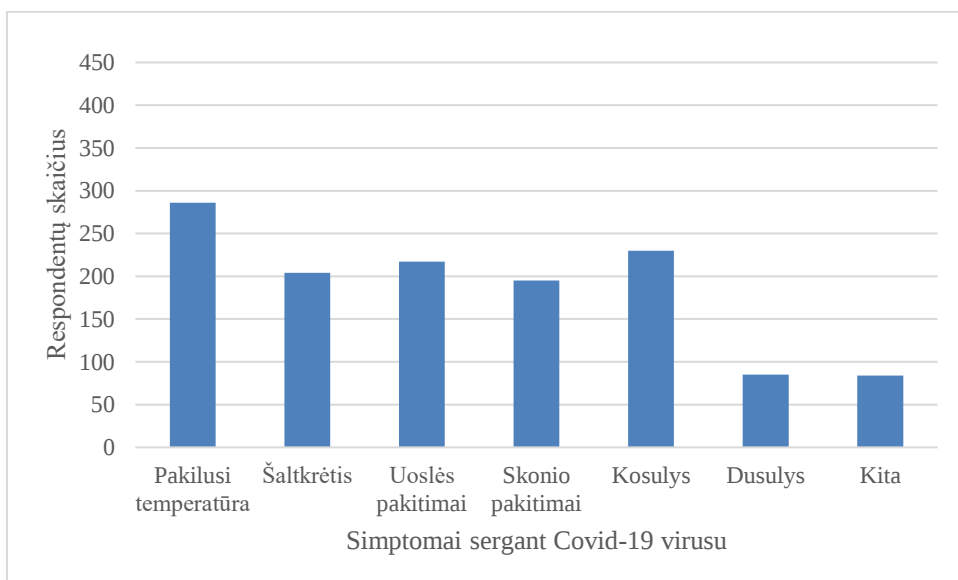
41 proc. respondentų teigia, kad sirgo 1 kartą. 28 proc. apklaustųjų teigia, kad sirgo 2 kartus. Likusi dalis nurodo, kad sirgo 3 ir daugiau kartų. Virusą sirgo vidutiniškai 4-5 dienas (21 proc.).



**7 pav.** Respondentų sergamumas Covid-19 virusu

**Fig. 7.** Respondents incidence of Covid-19

Persirgus Covid-19 virusu pusė apklaustųjų nurodė, kad turėjo liekamųjų reiškinių. Dauguma liekamųjų reiškinių išryškėjo persirgus virusu po 5 savaičių. 8 paveikslas vaizduoja dažniausiai pasireiškiančius simptomus sergant COVID-19 virusu. Horizontalioji ašis žymi skirtingus simptomus, o vertikalioji ašis rodo respondentų skaičių, kuriems pasireiškė konkretus simptomas.



**8 pav.** Simptomai sergant Covid- 19 virusu

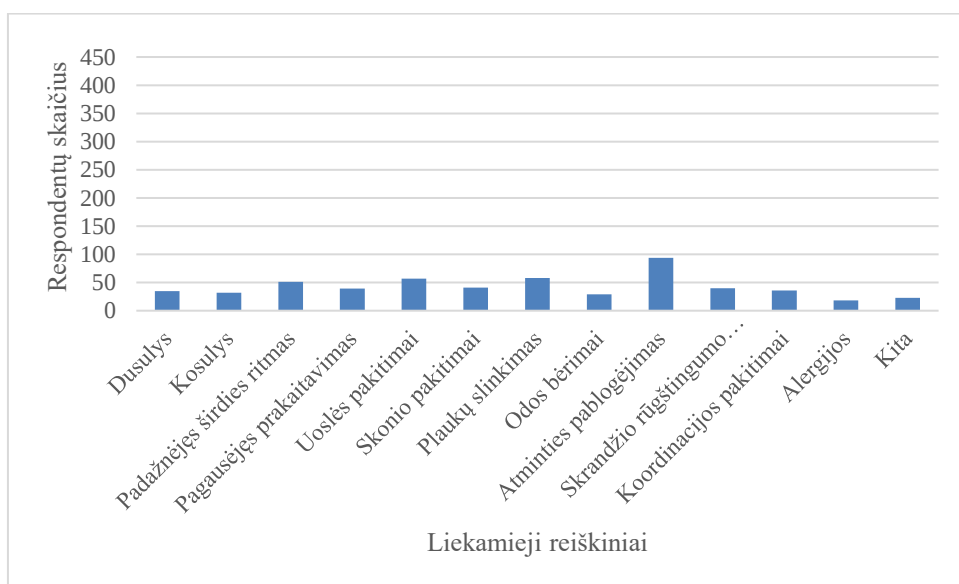
**Fig. 8.** Symptoms of Covid-19 virus infection

Dažniausiai pasitaikantys COVID-19 simptomai tarp respondentų yra:

- *Pakilusi temperatūra* (286 respondentai)
- *Kosulys* (230 respondentų)
- *Uoslės praradimas* (217 respondentų)
- *Skonio pokyčiai* (195 respondentai)
- *Šaltkrėtis* (204 respondentai)
- *Dusulys* (85 respondentai)
- *Kiti simptomai* (84 respondentai)

„Kita“ kategorijoje išskiriami įvairūs simptomai, pavyzdžiui, nuovargis, galvos skausmas, raumenų skausmai, viduriavimas ir pan. Tai rodo, kad COVID-19 simptomai gali būti labai įvairūs ir skirtingai pasireikšti skirtingiems žmonėms.

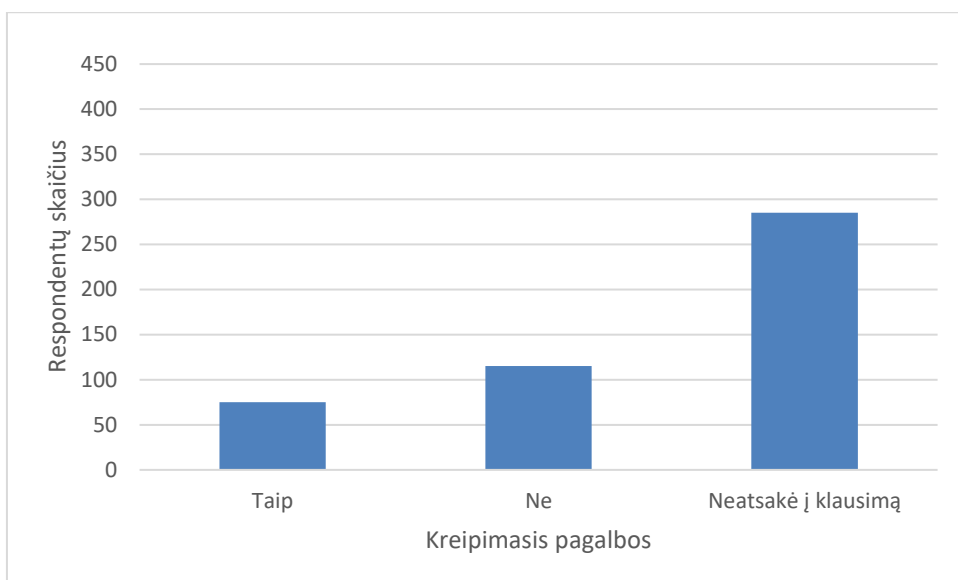
9 paveiksle pateikta informacija suteikia aiškų vaizdą apie dažniausiai pasitaikančius COVID-19 simptomus ir gali padėti geriau suprasti, kokius požymius žmonės patyrė šios ligos metu.



**9 pav.** Liekamieji reiškiniai persirgus Covid -19  
**Fig. 9.** Residual effects after recovering from Covid-19

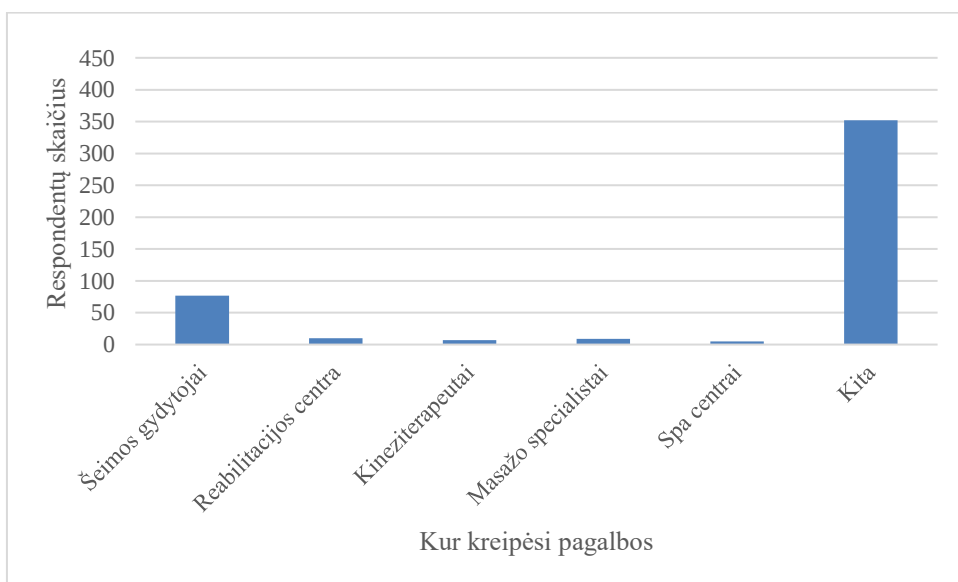
Liekamieji reiškiniai (simptomai), pvz., dusulys, kosulys, uoslės praradimas ir kt. Vienas pagrindinių liekamųjų reiškinių yra atminties pablogėjimas. Taip pat pakankamai dažnai nurodoma, kad persirgus Covid-19 virusu pakito uoslė, atsirado plaukų slinkimas, padažnėjo širdies ritmas. Šiek tiek mažiau išryškėja tokie simptomai kaip dusulys, kosulys, galvos skausmai, atsirado odos bėrimai, alergijos.

10 paveiksle analizuojama, ar respondentai kreipėsi pagalbos į medikus dėl likusių reiškinių po persirgimo Covid -19 virusu.



**10 pav.** Respondentų kreipimasis pagalbos  
**Fig. 10.** Respondents seeking of medical assistance

115 respondentų nesikreipė pagalbos. Likusi dalis 77 respondentai kreipėsi pagalbos į gydymo įstaigas. 11 paveiksle analizuojama į kokias gydymo įstaigas kreipėsi respondentai.



**11 pav.** Respondentų kreipimasis į medicinos įstaigas  
**Fig. 11.** Respondents Visits to Medical Institutions

Kaip matyti iš 11 paveikslo, 400 respondentų nurodo, kad kreipėsi pagalbos į kitus gydymo/sveikatingumo centrus. Antra populiariausia pasirinkimo vieta – šeimos gydytojai, kur kreipėsi apie 80–90 respondentų. Masažo specialistai sulaukė šiek tiek daugiau dėmesio

nei kineziterapeutai, tačiau abu šie pasirinkimai liko gerokai mažiau populiariūs, su mažiau nei 30 respondentų kiekvienoje kategorijoje. Reabilitacijos centrai ir SPA centrai buvo mažiausiai pasirinkti variantai, sulaukę vos kelių procentų respondentų dėmesio.

Respondentai, kurie kreipėsi pagalbos į medicinos įstaigas, ar gydėsi patys, teigia, kad labiausiai likusius simptomus sumažino aktyvus vaikščiojimas (18 proc.), padidėjusi fizinė veikla (8 proc.), sportas (6 proc.), masažas (6 proc.), mankšta (6 proc.), plaukiojimas (4 proc.), individuali mankšta (2 proc.), kineziterapija (2 proc.), fizioterapinės priemonės (2 proc.). Likusi dalis 45 proc. respondentai į klausimą neatsakė.

## **Tyrimo rezultatų aptarimas**

Tyrimė dalyvavo 474 respondentai, iš kurių didžiausią dalį sudarė 19–25 metų amžiaus grupė (44%). Tai rodo, kad tyrimė dalyvavo įvairaus amžiaus žmonės, tačiau jų pasiskirstymas nėra tolygus. Daugiausia respondentų priklauso 19–25 metų grupei, o vyresnių amžiaus grupių atstovų skaičius yra labai mažas. Tai gali turėti įtakos tyrimo rezultatų objektyvumui, nes buvo siekiama išsiaiškinti visos populiacijos tendencijas.

Dauguma respondentų buvo moterys – 351 (74%), o vyrų skaičius siekė 123 (26%). Didesnė dalis respondentų turėjo aukštąjį (29%) ir vidurinį (27%) išsilavinimą, taip pat dauguma buvo studentai (37%). 81% respondentų teigė sirgę COVID-19, iš jų 41% sirgo vieną kartą, o 28% – du kartus. Vidutinė ligos trukmė siekė 4–5 dienas. Po persirgimo pusė respondentų nurodė liekamuosius reiškinius, dažniausiai pasireiškusius po 5 savaičių. Dažniausiai pasitaikantys simptomai sergant COVID-19 buvo - pakilusi temperatūra (286 respondentai), kosulys (230), uoslės praradimas (217), šaltkrėtis (204), dusulys (85). Šie simptomai rodo, kad COVID-19 paveikė atsaką į virusinę infekciją, ypač kvėpavimo takams. Respondentai patyrė įvairius liekamuosius reiškinius, iš kurių dažniausiai buvo atminties pablogėjimas, uoslės pokyčiai ir plaukų slinkimas. Kai kurie simptomai, kaip dusulys ir galvos skausmai, taip pat buvo išskirti. 115 respondentų nesikreipė į medicinos įstaigas, o 77 kreipėsi pagalbos dėl liekamųjų simptomų. Dauguma jų rinkosi alternatyvias medicinos priemones, tokias kaip konsultacijos internetu. Galima daryti prielaidą, kad dauguma žmonių pasirinko alternatyvias priemones dėl patogumo arba prieinamumo.

Respondentai, kurie ieškojo pagalbos, teigė, kad aktyvus vaikščiojimas (18%) ir padidėjusi fizinė veikla (8%) padėjo sumažinti liekamuosius simptomus. Tyrimo rezultatai atskleidžia, kad COVID-19 paveikė didelę dalį jaunosios populiacijos, sukeldamas įvairius simptomus ir ilgesnes pasekmes. Liekamieji reiškiniai dažnai lieka po ligos, o fizinė veikla turi teigiamą poveikį atsigavimui. Šie duomenys suteikia vertingos informacijos, siekiant tobulinti sveikatos priežiūros paslaugas ir paramą COVID-19 patyrusiems asmenims.

## **Išvados**

Pakilusi temperatūra ir kosulys yra pagrindiniai COVID-19 simptomai, kurie būdingi daugeliui pacientų. Kvapo ir skonio praradimas – išskirtiniai simptomai, kurie gali padėti atskirti COVID-19 nuo kitų kvėpavimo takų ligų. Dusulys pasireiškia rečiau, bet gali būti rimtesnių komplikacijų požymis. Kiti simptomai rodo, kad COVID-19 liga pasireiškia skirtingai kiekvienam žmogui.

Dažniausiai pasitaikantys reiškiniai persirgus Covid-19 yra kvapo praradimas ir atminties pablogėjimas. Taip pat plaukų slinkimas, padidėjęs širdies ritmas. Mažiau paplitę simptomai yra dusulys, kosulys, odos bėrimai, galvos skausmai, alergijos. Retesni atvejai - koordinacijos problemos, skrandžio veiklos sutrikimai.

Tyrimo rezultatai parodė, kad masažas ir fizinis aktyvumas yra veiksmingos reabilitacijos priemonės, padedančios mažinti liekamuosius reiškinius po COVID-19 ir gerinti sveikatą. Tai pabrėžia šių paslaugų svarbą bei jų prieinamumo didinimo būtinybę asmenims, kurie susiduria su liekamaisiais ligos reiškiniais.

## Literatūra

1. Carfi A, Bernabei R, Landi F, Persistent symptoms in Patients After Acute Covid-19, *Jama*, 2020, 324 (6), 603-605
2. Gaižauskaitė I, Mikėnė S. Socialinių tyrimų metodai: apklausa. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas; 2014.
3. Hall H, Cant R, Munk N, Carr B, Tremayne A, Weller C et al.. The effectiveness of massage for reducing pregnant women's anxiety and depression; systematic review and meta-analysis. *Midwifery*. 2020;90:102818
4. Halpin, S J et al. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: a cross-sectional evaluation. *J. Med. Virol.* 93, 2021, 1013–1022.
5. Jankauskienė R. Fizinis aktyvumas ir sveikata. Lietuvos sporto universitetas, Kaunas, 2021.
6. Janonytė V, Navickaitė A, Varžaistytė L, Reabilitacijos efektyvumas, esant širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemos funkcijos sutrikimų po persirgto Covid-19 infekcijos, *Sveikatos mokslai, Health sciences in Eastern Europe*, 2022, 32 tomas, Nr. 3. P.108-112
7. Juchnevičiūtė J, Pokovidinio sindromo samprata ir gydymas pirminėje sveikatos priežiūroje, *Sveikatos mokslai / Health sciences in Eastern Europe*, 2020, 32 tomas, Nr.4, p. 77-80.
8. Kalkytė V, Nakrošis, Covid-19 pandemijos krizės poveikis Lietuvos viešojo valdymo inovatyvumui, Vilniaus universiteto Tarptautinių santykių ir politikos mokslų institutas, 2021
9. Kalinauskaitė-Žukauskė V. Sunki astma ir COVID-19. *Pulmonologija ir alergologija*, nr. 5(1), p. 16–22. DOI: <https://doi.org/10.37499/PIA.705>
10. Kolster B. *Klassische Massage, Querfraktionen, Funktionsmassage, Faszienbehandlung*. Heidelberg: Springer-Verlag; 2016
11. McElvaney O et al, Characterization of the inflammatory Response to Severe Covid-19 Illness, *American Journal of Respiratory and Critical Care*, 2020, 6, 202.
12. Moreno-Pérez, O et al. Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: a Mediterranean cohort study. *J. Infect.* 2021.
13. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A et al. Post- acute Covid-19 syndrome, *Nature Medicine*, 2021, 27, 601-615.
14. Rupšienė L. Kokybinio tyrimo duomenų rinkimo metodologija. Klaipėda: Klaipėdos
15. Shah et al, Outcomes Among Patients Hospitalized With Covid -19 and Acute Kidney Injury, *American Journal of Kidney Diseases*, 2021, 77 (2), 204-215.
16. Sudre et al. Attributes and predictors of long Covid -19, *Nature Medicine*, 2021, 27 (4), 626-631.
17. Taquet M, Geddes J, Husain M et al., 6 month neurological and psychiatric outcomes in 236379 survivors of Covid-19: a retrospective cohort study using electronic health records, *The Lancet Psychiatry*, 2021, 8 (5), 416-427.

18. Tidikis R. Socialinių mokslų tyrimų metodologija. Vilnius: Lietuvos teisės universitetas; 2003.
19. Williams JR. Medicinos etikos vadovas. World Medical Association. 2005.
20. Zhou P et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature, 2020, 579 (7798), 270-273.
21. Židžiūnaitė V. Baigiamojo darbo rengimo metodologija. Klaipėda: Klaipėdos valstybinė kolegija; 2011.
22. Федотов В, Бочаров В, Корецкая Е, Основы практической косметологии. Запорожье: Просвіта; 2016

**Lina Stungienė, Vytautas Padgureckas**

### **Effects of Massage and Physical Activity on Residual Symptoms Following Covid-19 Recovery**

#### *Summary*

This article examines the Covid-19 virus, its symptoms, and the residual effects experienced by individuals who have recovered from the infection. A questionnaire survey was conducted to assess the impact of massage and physical activity on post-Covid-19 residual symptoms. The study findings indicate that the majority of respondents experience persistent symptoms following Covid-19, including shortness of breath, alterations in taste and smell, fatigue, and psychological disturbances. The research data obtained can support healthcare professionals in gaining a better understanding of post-Covid-19 residual effects and identifying effective therapeutic interventions that may facilitate recovery.

*Keywords: Covid-19 virus, massage, physical activity.*

# ANYKŠČIŲ MAŽALAPĖS LIEPOS (*TILIA CORDATA* Mill.) SĖKLINIO MEDYNO GENETINĖ ĮVAIROVĖ

Rokas Jasulaitis, Rita Verbylaitė, Jurgita Babilienė

Lietuvos inžinerijos kolegija

## Anotacija

Sparti klimato kaita yra įvardijama kaip vis didėjanti grėsmė ilgaamžiams organizmams, tarp jų ir miško medžių rūšims bei miško ekosistemoms kartu ir visai su jomis susijusiai bioįvairovei. Genetinė įvairovė yra biologinės įvairovės pamatas, rūšių išlikimo ir prisitaikymo prie aplinkos pagrindas.

Mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.) svarbus Lietuvos miškų medis, kuris palaiko ir praturtina lapuočių miškų bioįvairovę. Šios rūšies formuojami medynai yra įtraukti į Europos svarbos natūralių buveinių sąrašą.

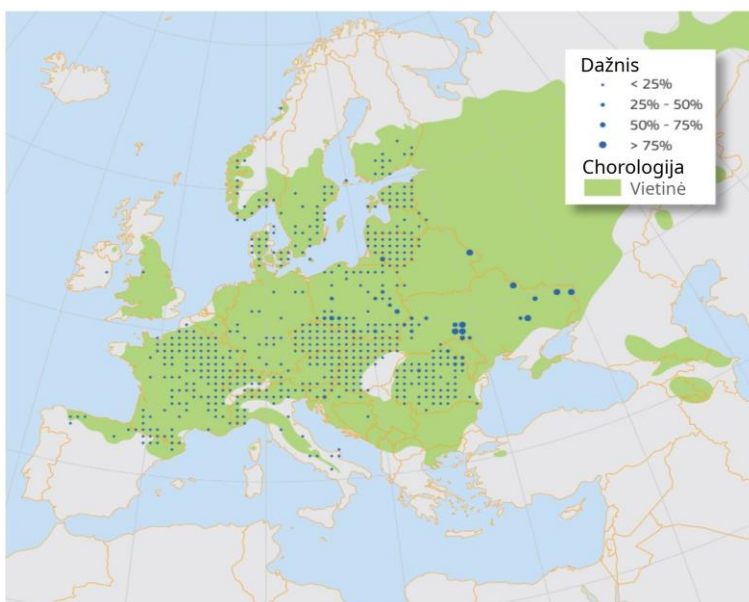
Šio darbo tikslas buvo įvertinti Anykščių mažalapės liepos sėklinio medyno (medyno kodas 46LSM002) genetinę įvairovę. Tyrimo metu lyginta brandi (sėklas brandinanti) ir natūraliai atsikurianti (2-10 metų amžiaus) medyno kartos. Kiekvieną medyno kartą reprezentavo 100 medžių. Genetinė įvairovė vertinta mikrosatelitų metodu panaudojant 15 branduolio lokusų.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad mažalapės liepos sėklinis medynas pasižymi aukšta genetinė įvairove, jo atsikurianti karta nedaug bet reikšmingai skiriasi nuo brandžios medyno kartos, tačiau jaunoji medyno karta išlaiko aukštus genetinės įvairovės parametrus.

*Raktažodžiai: sėklinis medynas, genetinė įvairovė, mažalapė liepa, Tilia cordata, mikrosatelitų metodas, dvi kartos*

## Įvadas

Mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.) dedėšvinių (Malvaceae) šeimos, liepų (*Tilia*) genties medis. *T. cordata* yra natūraliai paplitusi didžiojoje Europos dalyje, ji sutinkama nuo pietų Suomijos iki pietinės Italijos ir Kaukazo. Mažalapės liepos gausiausiai auga Vidurio ir Rytų Europoje. Jas galima rasti net pietų Norvegijoje ir Suomijoje, bei centrinėje alpių dalyje iki 1500m virš jūros lygio. Rečiau sutinkama vakarų Europoje, o vakarinio paplitimo riba Šiaurės Vakarų Ispanija ir Velsas (1 pav.) (Eaton ir kt. 2016).



**1 pav.** Mažalapės liepos paplitimo žemėlapis. *T. cordata* paplitimo dažnis pateiktas pagal šalių nacionalinių miškų inventurizacijų duomenis. Paplitimo žemėlapis paimtas iš Europos miško medžių rūšių atlaso (Eaton ir kt. 2016)

**Fig.1.** *Distribution map of small-leaved lime. T. cordata abundance is given according to national inventories data. Distribution map adapted from European atlas of forest tree species (Eaton et al. 2016)*

Mažalapė liepa, kaip ir kitos liepų rūšys, svarbi estetinės paskirties, apsauginių juostų želdiniams, sodinama atvirame kraštovaizdyje, miestuose ir rekreaciniame miškų ūkyje. Daugybė grybų ir vabzdžių yra susiję su šiuo medžiu, ypač jis svarbus bitėms, medaus gamybai (Svejgaard Jensen, 2003). Seni liepynai priskiriami Europos bendrijos svarbos natūralioms buveinėms – plačialapių ir mišriems miškams. Tai seni plačialapių ir mišrūs miškai derlingose vidutinio ar laikinai perteklinio drėkinimo, bet neužmirkusiose augavietėse. Pagal vyraujančius medžius šios buveinės paprastai būna ąžuolynai ar liepynai (Navasaitis, 2004).

Mažalapės liepos medynų gausa ir paplitimas Europoje ženkliai sumažėjo per pastaruosius 2000 metų dėl klimato sąlygų ir žmogaus veiklos. Manoma, kad dėl didelės medynų fragmentacijos, mažalapės liepos genetinė įvairovė gali būti paveikta inbrydingo. Taip pat liepų genetinei įvairovei įtakos gali turėti hibridizacija (žinoma, kad mažalapė liepa gali natūraliai kryžmintis su plačialape (*T. platyphyllos*) ir Kaukazine (*T. dasystyla*) liepomis) bei įvežtinių liepos rūšių ar liepų iš kitų šalių kilmės rajonų veisimas (Svejgaard Jensen, 2003).

Išsamūs mažalapės liepos genetinės įvairovės tyrimai atlikti Danijoje (Lobo ir kt. 2017), Latvijoje (Rungis ir Krivmane, 2021), Jungtinėje Karalystėje (Logan ir kt., 2016), Lietuvoje (Danusevičius ir kt. 2021). Pavieniai liepos senų medžių mėginiai tirti Ukrainoje (Bilous ir kt. 2022). Vienas mažalapės liepos populiacijų genetinės įvairovės tyrimas apėmė 25 populiacijas iš viso šios rūšies paplitimo arealo. Šis tyrimas apėmė populiacijas iš Norvegijos, Suomijos, Danijos, Vokietijos, Jungtinės Karalystės, Nyderlandų, Lenkijos, Čekijos, Slovakijos, Prancūzijos, Ukrainos, Austrijos, Šveicarijos, Vengrijos, Italijos ir Ispanijos (Phuekvilai, 2014).

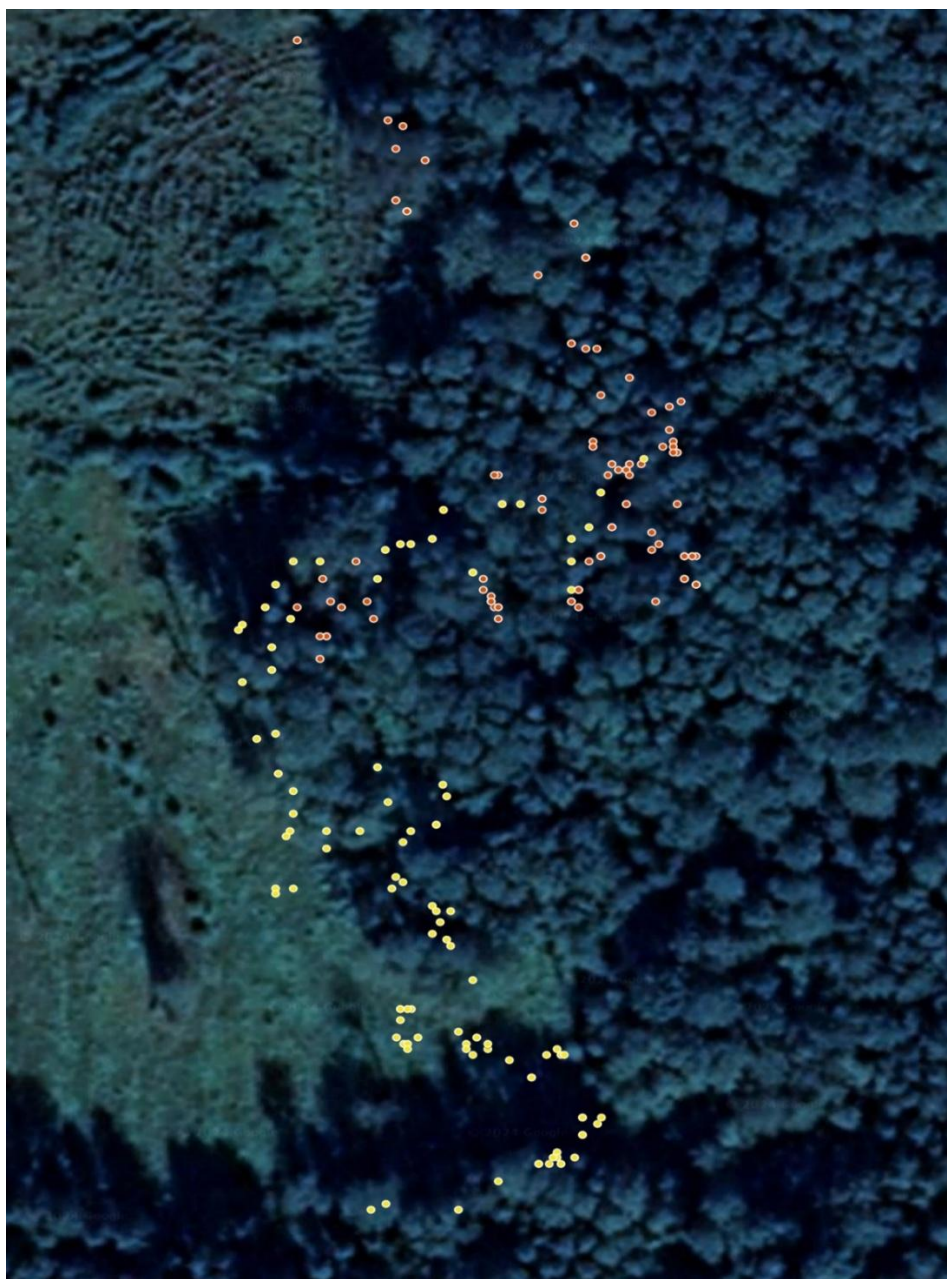
Keičiantis klimatui ir siekiant tvarių medynų, Lietuvoje siekiama veisti mišrius medynus. Viena iš galimų mišriems miškams veisti lapuočių medžių rūšių yra mažalapė liepa. Todėl yra svarbu įvertinti mažalapės liepos sėklinės bazės objektų genetinės įvairovės lygį, nes čia yra atliekama sėklų ruošą, ir iš jų išaugintais sodmenimis veisiami medynai.

Tyrimo objektu pasirinktas mažalapės liepos sėklinis medynas, esantis valstybinės miškų urėdijos Anykščių regioniniame padalinyje, Kavarsko girinikijoje, 29 kvartale. Unikalus sėklinio medyno kodas 46LSM002. Tai yra vienas iš dviejų Lietuvoje esančių mažalapės liepos sėklinių medynų. Anykščių sėklinio medyno plotas 1,84 ha, jis priklauso trečiajam liepos kilmės rajonui. Šio tyrimo tikslas - ištirti Anykščių mažalapės liepos sėklinio medyno medžių genetinę įvairovę mikrosatelitų metodu.

## **Metodai**

Tyrimui atlikti Anykščių sėkliniame medyne buvo iš viso surinkti 200 medžių mėginiai. Pusė mėginių (100 vnt.) buvo surinkti nuo brandžių medyno medžių, potencialiai motinmedžių, likusi pusė surinkta nuo jaunos medyno kartos – 2-10 metų amžiaus medelių, potencialiai brandžių medžių palikuonių. Brandiems medyno medžiams mėginiai rinkti nuo beveik visų medyne rastų medžių (2 pav.), surenkant medienos pjuvenas, gautas elektriniu grąžtu gręžiant maždaug 5 cm gyliu į kamieną. Gautos pjuvenos surinktos į 2 ml talpos mėgintuvėlius. Jaunų medelių mėginiai rinkti arti motinmedžių, bei greta esančioje

kirtavietėje kur stebėtas liepos atsikūrimas. Renkant jaunų medžių mėginius buvo stengiamasi išlaikyti 10-30 metrų atstumus tarp medelių (2 pav). Nuo jaunų medžių buvo renkami lapų mėginiai, po 2-3 lapus nuo medelio, kurie sudėti į popierinius maišelius. Surinkti mažalapės liepos mėginiai tą pačią dieną buvo parvežti į laboratoriją ir iki DNR išskyrimo laikyti -20°C temperatūroje.



**2 pav.** Mažalapės liepos mėginių surinkimo schema. Raudonai pažymėti brandūs medžiai, geltonai – jauni medeliai.

**Fig. 2.** Small-leaved lime sampling scheme. Red dots – mature trees, yeallow dots – regenerating (juvenile) trees.

DNR išskyrimui iš mažalapės liepos naudotas ATMAB išskyrimo metodas (Dumolin ir kt. 1995). Gautos DNR koncentracija nustatyta naudojant NanoDrop One/One<sup>C</sup> spektrofotometrą. Praskiesti iki 20 ng/μl genominės mažalapės liepos DNR mėginiai amplifikuoti 15 skirtingų pradmenų (1 lentelė) (Phuekvilai ir Wolff 2013). Amplifikacijai naudoti fluorescentine žyme žymėti pradmenys.

**1 lentelė.** Šiame tyrime naudoti mažalapės liepos mikrosatelitiniai pradmenys  
**Table 1.** *Microsatellite primers, used in this study for small-leaved lime research*

| Pradmuo<br><i>Primer</i> | Fluorescentinis<br>žymuo<br><i>Fluorescent label</i> | Alelių dydžiai<br><i>Alleles size range</i> | Pradmens kodas<br>genų banke<br><i>Primer sequence<br/>code in Genebank</i> | Lokuso<br>pasikartojantis<br>motyvas<br><i>Locus repeat<br/>motif</i> | Naudota<br>pradmens<br>koncentracija<br><i>Primer<br/>concentration</i> | Daugybinių<br>pradmenų<br>kombinacija<br><i>Primer multiplex<br/>reaction</i> |
|--------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Tc6                      | 6-Fam                                                | 123-146                                     | JQ289159                                                                    | (AG)12                                                                | 0.02 nmol                                                               | A                                                                             |
| Tc937                    | Vic                                                  | 152-176                                     | JQ289169                                                                    | (AG)13                                                                | 0.01 nmol                                                               | A                                                                             |
| Tc920                    | Ned                                                  | 216-247                                     | JQ289167                                                                    | (GA)2(GT)<br>15(AG)4                                                  | 0.01 nmol                                                               | A                                                                             |
| Tc23                     | Pet                                                  | 111-127                                     | JQ289163                                                                    | (CT)13                                                                | 0.01 nmol                                                               | D                                                                             |
| Tc943                    | Ned                                                  | 141-143                                     | JQ289170                                                                    | (CA)10                                                                | 0.02 nmol                                                               | B                                                                             |
| Tc8                      | Pet                                                  | 147-170                                     | JQ289161                                                                    | (GA)13                                                                | 0.01 nmol                                                               | B                                                                             |
| Tc31                     | 6-Fam                                                | 196-216                                     | JQ289164                                                                    | (GA)12                                                                | 0.02 nmol                                                               | B                                                                             |
| Tc4                      | Vic                                                  | 203-251                                     | JQ289157                                                                    | T6(GT)12                                                              | 0.02 nmol                                                               | B                                                                             |
| Tc927                    | Pet                                                  | 144-184                                     | JQ289168                                                                    | (AG)10                                                                | 0.01 nmol                                                               | C                                                                             |
| Tc11                     | 6-Fam                                                | 131-165                                     | JQ289162                                                                    | (AG)13                                                                | 0.01 nmol                                                               | C                                                                             |
| Tc915                    | Vic                                                  | 143-189                                     | JQ289165                                                                    | (CT)16                                                                | 0.02 nmol                                                               | C                                                                             |
| Tc963                    | Ned                                                  | 228-279                                     | JQ289172                                                                    | (CT)11                                                                | 0.02 nmol                                                               | C                                                                             |
| Tc951                    | Ned                                                  | 151-178                                     | JQ289171                                                                    | (CT)12                                                                | 0.02 nmol                                                               | D                                                                             |
| Tc5                      | Vic                                                  | 144-181                                     | JQ289158                                                                    | (AG)12                                                                | 0.02 nmol                                                               | D                                                                             |
| Tc7                      | 6-Fam                                                | 231-247                                     | JQ289160                                                                    | (GA)13                                                                | 0.01 nmol                                                               | D                                                                             |

PGR reakcija atlikta 15 μl tūryje. Ji susidėjo iš 40 ng genominės DNR, 7,5 μl PGR master mišinio (Thermo Fisher Scientific, Vilnius, Lietuva,) 0,01-0,02 nmol fluorescentine žyme žymėto pradmens (1 lentelė), ir ddH<sub>2</sub>O iki 15 μl tūrio. PGR reakcijos atliktos GenePro Bioer amplifikatoriumi (Bioer Technology, Hangzhou, Kinija).

PGR reakcijos sąlygos buvo: pradinė denatūracija 95°C – 5 min, 15 ciklų: 95°C – 15s, 54°C – 15s, ir 72°C – 15s, tuomet 20 ciklų: 95°C – 20s, 52°C – 15s, 72°C – 15s. Paskutinis etapas - 30 min 72°C. PGR reakcija atlikta su daugybiniais pradmenimis, keturiomis skirtingomis kombinacijomis nuo A iki D (1 lentelė) (Phuekvilai ir Wolff, 2013).

PGR reakcijos patikrinimas atliktas 1,5% agarozės (Thermo Fisher Scientific, Vilnius Lietuva) gelyje, naudojant, 5 μl PGR produkto. Elektroforezė buvo leidžiama 45 min 0,5 x TAE (Thermo Fisher Scientific, Vilnius Lietuva) elektroforezės buferyje. Fragmentų dydžio nustatymui naudotas MassRuler Mix standartas (Thermo Fisher Scientific, Vilnius Lietuva). Gauti fragmentai ryškinti etidžio bromidu ir fotografuoti UV šviesoje naudojant BioDocAnalyze sistemą (Biometra, Vokietija).

Penkiolika pradmenų porų PGR metu gauti mikrosatelitiniai fragmentai buvo analizuojami sumaišius A ir B daugybinių reakcijų produktus kartu, o C ir D reakcijų produktai buvo analizuojami atskirai, imant po 4 µl kiekvieno amplifikacijos produkto. Gautas PGR produktų mišinys buvo tirpinamas 15 µl formamido su 0,5 µl vidinio dydžio standarto (GeneScan 500 Liz standard, ABI, Waltham, JAV). Mikrosatelitų fragmentų dydžiai buvo atskirti naudojant ABI 3500 genetinį analizatorių (ABI, Waltham, JAV). Šis tyrimo etapas atliktas Genoscreen firmoje (<https://www.genoscreen.fr/fr/>, Prancūzija). Duomenų įvertinimas atliktas Geneious kompiuterine programa (Kearse et al., 2012).

Gauti mikrosatelitų tyrimų duomenys analizuoti naudojant GenAlEx 6.5 programinę įrangą (Peakall ir Smouse, 2006; 2012). Šia kompiuterine programa apskaičiuoti alelių dažniai, skirtingų alelių skaičius ( $N_a$ ), efektyvių alelių skaičius ( $N_e$ ) (Kimura ir Crow, 1964); Nei genetinis tapatumas bei įvairovė (Nei, 1972; 1978). Mikrosatelitų duomenims nustatytas heterozigotiškumas ( $H_o$ ) bei apskaičiuotas tikėtinas ( $H_e$ ) heterozigotiškumas. Kodominantiniams duomenims bendra genetinė įvairovė (heterozigotiškumas) buvo padalinta į genetinę įvairovę amžiaus grupėje ir tarpgrupinę genetinę įvairovę (Hartl ir Clark, 1997). Remiantis heterozigotiškumo rodikliais, apskaičiuotas fiksacijos indeksas (Wright, 1946; 1951; 1965). Molekulinės variacijos analizė atlikta naudojant hierarchinę AMOVA (Excoffier et al. 1992; Mengoni ir Bazzicalupo, 2002) su GenAlEx programine įranga.

Siekiant nustatyti svarbiausias komponentes, lemiančias vidugrupinę ir tarpgrupinę genetinę įvairovę, PAST v2.17c programinė įranga (Hammer et al. 2001) buvo panaudota principinių komponentių analizei. Siekiant nustatyti labiausiai tikėtiną grupių, į kurias susigrupuoja tiriami medžiai, skaičių, panaudotas Bajeso klasterinės analizės metodas (STRUCTURE V2.1 programinė įranga, Pritchard ir kt. 2000). Labiausiai tikėtinas grupių skaičius nustatytas  $\Delta K$  metodu (Evanno ir kt. 2005), naudojant StructureSelector programinę įrangą (Li ir Liu 2018). Structure analizės rezultatų vizualizacija atlikta naudojant Clumpak programinę įrangą (Kopelman ir kt. 2015).

## Rezultatai

Mažalapės liepos mikrosatelitiniais tyrimams pasirinkti lokusai buvo polimorfiški išskyrus Tc8 lokusą, kuriame rastas tik vienas alelis. Didžiausias alelių skaičius aptiktas Tc963 lokuse – 24 aleliai, o mažiausias alelių skaičius iš polimorfinių lokusų rastas Tc11 lokuse – trys (2 lentelė). Iš viso mažalapės liepos Anykščių sėkliniame medyje rasti 137 skirtingi aleliai, vidutiniškai 9,7 polimorfiniame lokuse. Pagrindiniai šiame darbe tirtų mažalapės liepos lokusų parametrais pateikti 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Pagrindiniai, mažalapės liepos lokusų parametrai  
**Table 2.** Main parameters of investigated small-leaved lime loci

| Lokusas<br><i>Locus</i> | Alelių intervalas, bp<br><i>Allele interval in bp</i> | Dažniausias alelis, bp<br><i>The most common allele in bp</i> | Dažniausio alelio dažnis<br><i>The frequency of the most common allele</i> | Alelių skaičius<br><i>Number of alleles</i> | $N_e^*$ | $H_o^*$ | $H_e^*$ |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Tc6                     | 123-155                                               | 133                                                           | 39%                                                                        | 11                                          | 4,079   | 0,825   | 0,743   |
| Tc31                    | 194-216                                               | 208                                                           | 49%                                                                        | 8                                           | 2,295   | 0,929   | 0,563   |

|                                   |         |     |      |            |              |              |              |
|-----------------------------------|---------|-----|------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Tc937                             | 142-168 | 150 | 72%  | 8          | 1,842        | 0,473        | 0,456        |
| Tc4                               | 216-238 | 226 | 29%  | 10         | 5,199        | 0,490        | 0,806        |
| Tc943                             | 140-152 | 148 | 44%  | 6          | 2,680        | 0,742        | 0,626        |
| Tc920                             | 222-242 | 230 | 22%  | 10         | 6,864        | 0,939        | 0,854        |
| Tc8                               | 145     | 145 | 100% | 1          | -            | -            | -            |
| Tc11                              | 131-153 | 131 | 56%  | 3          | 1,975        | 0,246        | 0,494        |
| Tc915                             | 148-184 | 158 | 29%  | 16         | 6,107        | 0,861        | 0,836        |
| Tc963                             | 236-294 | 271 | 16%  | 24         | 11,519       | 0,737        | 0,910        |
| Tc927                             | 144-160 | 146 | 79%  | 6          | 1,566        | 0,216        | 0,357        |
| Tc7                               | 217-245 | 229 | 44%  | 9          | 3,181        | 0,970        | 0,685        |
| Tc5                               | 140-184 | 140 | 36%  | 14         | 4,430        | 0,815        | 0,773        |
| Tc951                             | 156-162 | 170 | 77%  | 4          | 1,576        | 0,363        | 0,365        |
| Tc23                              | 111-127 | 117 | 64%  | 7          | 2,161        | 0,494        | 0,537        |
| <b>Vidurkis</b><br><i>Average</i> | -       | -   | -    | <b>9,7</b> | <b>3,765</b> | <b>0,607</b> | <b>0,600</b> |

\* - *Ne* – efektyvus alelių skaičius, *Ho* – stebimas heterozigotiškumas, *He* – tikėtinas heterozigotiškumas

\* - *Ne* – effective number of alleles, *Ho* – observed heterozygosity, *He* – expected heterozygosity

Efektyvus alelių skaičius Anykščių sėkliniame medyne svyravo nuo 1,57 (Tc927 lokuse) iki 11,57 (Tc963 lokuse). Nustatyta efektyvaus alelių skaičiaus vidutinė vertė buvo 3,77. Vidutinis stebimas heterozigotiškumas visiems tirtiems mažalapės liepos lokusams buvo 0,607, o tikėtinas heterozigotiškumas buvo tik nežymiai mažesnis 0,6 (2 lentelė).

Atlikus molekulinę analizę, 14 medžių dėl prastų amplifikacijos rezultatų buvo toliau nevertinti. Tolimesniuose tyrimuose vertinti 87 brandūs ir 99 jauni (atsikuriantys) medžiai.

Medyno genotipų atsitiktinio sutapimo tikimybė buvo labai maža  $PI < 0,001$  (Waits ir kt. 2001). Atlikus sėklinio medyno genotipų palyginimą aptikti 167 unikalūs genotipai, bei nustatyta 13 kloninių grupių (7,8%). Didžiausią aptiktą kloninę grupę sudarė keturi brandūs medžiai, o vidutinis kloninės grupės dydis buvo 2,46. Penkios kloninės grupės nustatytos atsikuriančių medžių tarpe, o aštuonios – brandžių. Mažalapės liepos Anykščių sėkliniame medyne kloninės kilmės medžių skaičius siekia 17%. Iš viso rasti 32 kloninės kilmės medžiai iš 187 tirtų.

Apskaičiavus brandžios ir atsikuriančios kartų genetinės įvairovės parametrus (3 lentelė) nustatyta, kad pagrindiniai genetinės įvairovės parametrai yra labai panašūs tiek brandžiai tiek ir atsikuriančiai medyno kartai. Atlikus statistinį apskaičiuotų genetinės įvairovės parametru palyginimą T testu, statistškai reikšmingų skirtumų tarp 3 lentelėje pateiktų genetinės įvairovės parametru nenustatyta. Vienintelis reikšmingai besiskiriantis rodiklis yra unikalių alelių skaičius, kuris atsikuriančioje medyno kartoje nustatytas tris kartus didesnis nei brandžioje.

**3 lentelė.** Anykščių sėklinio medyno mažalapės liepos pagrindiniai genetinės įvairovės parametrai, apskaičiuoti skirtingoms medyno kartoms

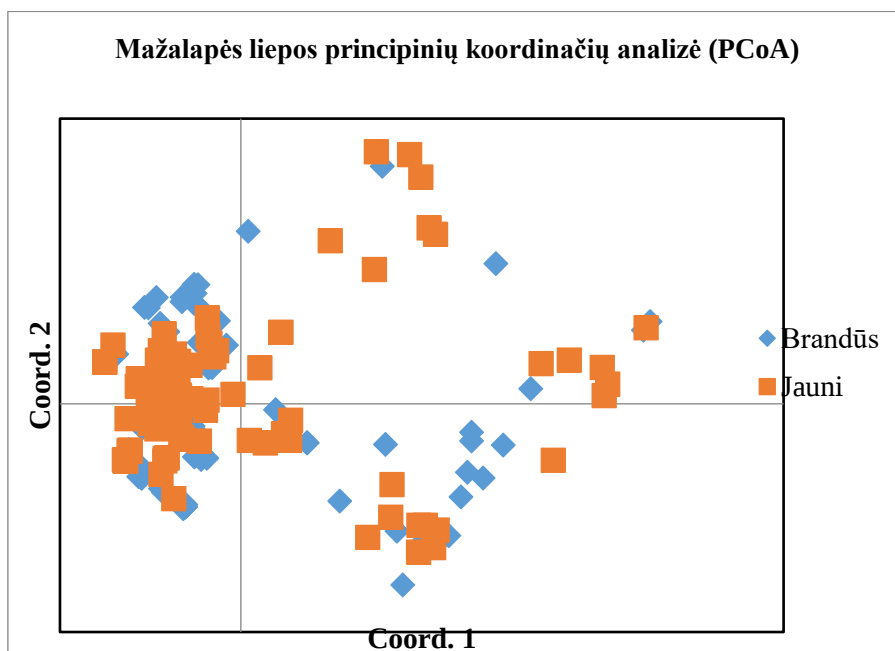
**Table 3.** Main genetic diversity parameters of Anykščiai small-leaved lime seed stand, calculated for different tree generations

| Medyno karta<br>Generation          | $N_a^*$ | $N_e^*$ | $H_o^*$ | $H_e^*$ | $F^*$  | Unikalių alelių skaičius<br>No of private alleles |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------------------------------------------|
| <b>Brandi</b><br>Mature             | 7,067   | 3,564   | 0,617   | 0,598   | -0,021 | 10                                                |
| <b>Atsikurianti</b><br>Regenerating | 8,467   | 3,966   | 0,597   | 0,603   | 0,012  | 31                                                |
| <b>Vidutiniškai</b><br>Average      | 7,767   | 3,765   | 0,607   | 0,600   | -0,004 | -                                                 |
| <b>T testas</b><br>T-test           | 0,436   | 0,702   | 0,861   | 0,961   | 0,787  | 0,028                                             |

\* -  $N_a$  – alelių skaičius,  $N_e$  – efektyvus alelių skaičius,  $H_o$  – stebimas heterozigotiškumas,  $H_e$  – tikėtinas heterozigotiškumas,  $F$  – fiksacijos indeksas

\* -  $N_a$  – number of alleles,  $N_e$  – effective number of alleles,  $H_o$  – observed heterozygosity,  $H_e$  – expected heterozygosity

Atlikus Anykščių sėklinio medyno principinių koordinatų analizę matome (3 pav.), kad nei vienos medyno kartos medžiai neformuoja atskirų, genetiškai giminingų grupių. Koordinatų plokštumoje medžiai išsidėsto atsitiktinai.

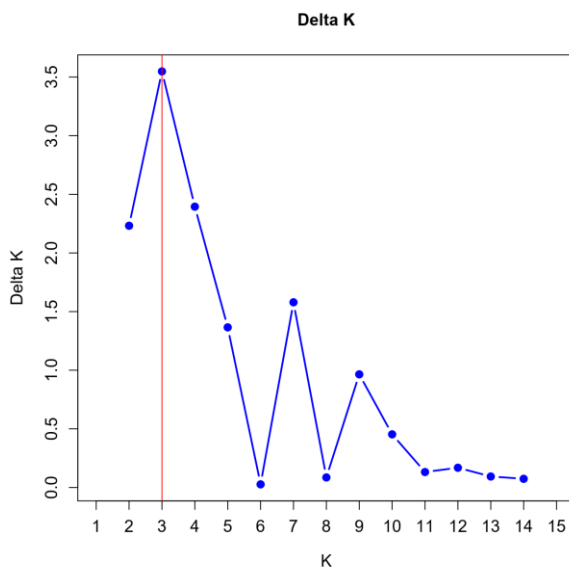


**3 pav.** Anykščių mažalapės liepos sėklinio medyno medžių principinių koordinatų analizė, atlikta remiantis genetinių žymenų duomenimis.

**Fig. 3.** *Anykščiai small-leaved lime seed stand principal coordinate analysis, based on molecular marker data*

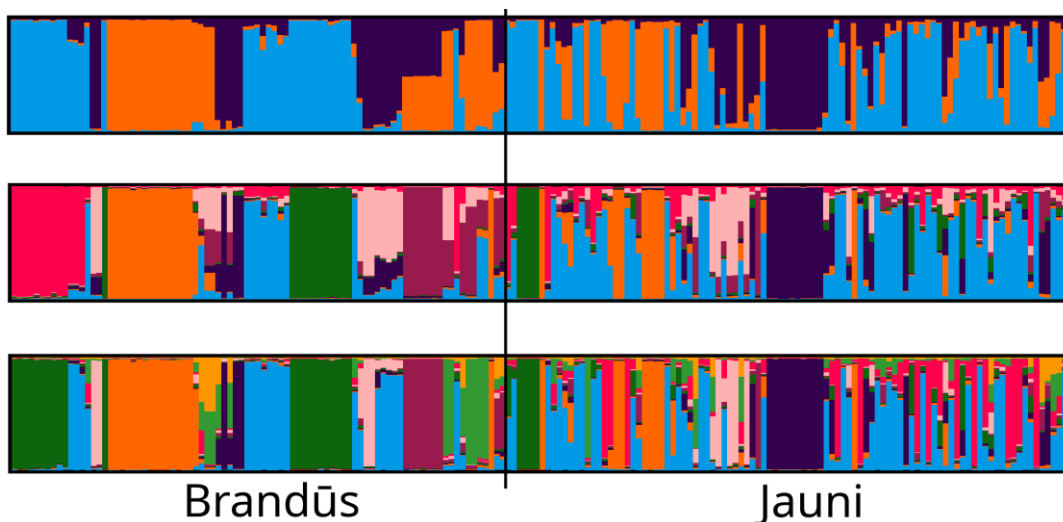
Siekiant išsiaiškinti kokia molekulinės įvairovės dalis medyne yra dėl skirtumo tarp dviejų medyno kartų, buvo atlikta molekulinės variacijos analizė – AMOVA. Jos duomenimis molekulinės įvairovės lygis tarp kartų yra nedidelis ir siekia 3%. Likusi įvairovės dalis yra dėl individualių medžių įvairovės, nekreipiant dėmesio į amžiaus grupes. Nors molekulinės įvairovės dalis tarp kartų nedidelė, tačiau kartų diferenciacijos indeksas yra statistiškai patikimas ( $R_{st} = 0,032$ ,  $p=0,002$ ), nors ir nedidelis.

Paskutinis analizės etapas apėmė liepos medžių priskyrimą grupėms, remiantis jų genetiniais panašumo parametrais. Šiai analizei atlikti pasitelktas Bajeso klasterinės analizės programos paketas STRUCTURE. Šios analizės rezultatai parodė, jog labiausiai tikėtinas mažalapės liepos medžių grupių skaičius medyne yra 3, tačiau gana tikėtinas grupių skaičius yra 7 bei 9 (4 pav.). Labiausiai tikėtinas grupių skaičius nustatytas pagal  $\Delta K$  kriterijų (Evanno ir kt. 2005). Grupavimo rezultatai į 3, 7 ir 9 grupes pateikti 5 pav.



**4 pav.** Bajeso klasterinės analizės grupių skaičius tikimybė, nustatyta Anykščių mažalapės liepos sėkliniam medynui. K – grupių skaičius,  $\Delta K$  – tikimybė.

**Fig. 4.** *The likelihood of Bayesian cluster analysis data for Anykščiai small-leaved lime seed stand. K – the number of groups,  $\Delta K$  – the likelihood.*



**5 pav.** STRUCTURE klasterinės analizės rezultatai. Viršutinė diagrama rodo grupavimą į tris, vidurinė į septynias, o apatinė į devynias grupes. Kiekvienas tirtas medis yra reprezentuojamas atskiru stulpeliu. Atvaizduotų grupių skaičius nustatytas pagal  $\Delta K$  (Evanno ir kt. 2005).

**Fig. 5.** Results of STRUCTURE clustering analysis. The top diagram is grouping into three, middle one – into seven, and the bottom one – into nine clusters. Each investigated tree is represented by separate column in the diagram. Group numbers determined by the  $\Delta K$  criterion (Evanno et al. 2005).

Bajeso klasterinės analizės rezultatai nesugrupavo tirtų mažalapės liepos individų pagal jų priklausymą skirtingoms kartoms. Nepriklausomai nuo to į kiek grupių mažalapės liepos individai buvo grupuojami, jie nesudarė skirtingo amžiaus grupių.

## Aptarimas

Mažalapės liepos kloniškumas, nustatytas Anykščių sėkliniame medyne buvo nedidelis (17%), o kloninės grupės - mažos. Nustatyti mažalapės liepos tapatūs genotipai priskirti kloniniams, nes tikimybė jog tapatus genotipas nustatytas atsitiktinai ar tikimybė jog tapatus genotipas susidarė lytinio dauginimosi metu yra labai maža  $PI < 0,001$  (Waits ir kt. 2001). Kitose šalyse nustatytas mažalapės liepos kloniškumo lygis svyravo: Latvijoje beveik 1/3 tirtų augalų buvo kloninės kilmės (Rungis ir Krivmane 2021), Jungtinėje Karalystėje - 25% (Logan ir kt., 2015), Danijoje - 48% (Erichsen ir kt., 2019). Logan (2019) atlikto tyrimo metu skirtingų šalių mažalapės liepos medynuose nustatyta tendencija, jog liepos kloniškumo lygis didėja liepos paplitimo arealo pakraščiuose augančiose populiacijose. Daroma prielaida, jog taip yra dėl mažiau palankių liepos augimui sąlygų, nes esant šaltesniam klimatui liepos ne kiekvienais metais subrandina sėklas, tačiau plinta vegetatyviniu būdu. Danusevičiaus ir kt. (2021) tyrime nepatikta liepos medynų kloniškumo įrodymų Lietuvoje, kas aptikta mūsų tyrime, tačiau šiame tyrime tirti beveik visi brandūs sėklinio medyno medžiai, net ir augantys greta vienas kito, tuo tarpu ankstesniame tyrime medžių mėginiai rinkti 30 m atstumu vienas nuo kito. Aukštas Danijos ir Jungtinės Karalystės liepų medynų kloniškumo lygis gali būti ir dėl taikyto liepynų atkryrimo būdo, skatinant jų vegetatyvinį atsikūrimą po kirtimo.

Šio tyrimo metu nustatyti mažalapės liepos Anykščių sėklinio medyno genetinės įvairovės parametrai atskleidė, jog šis medynas pasižymi aukšta genetinė įvairove ( $N_a=7,77$ ,  $N_e=3,77$ ,  $H_o=0,61$ ,  $H_e=0,60$ ). Anksčiau Lietuvoje atlikto mažalapės liepos genetinės įvairovės tyrimo duomenimis, kuomet genetinė įvairovė tirta 23 populiacijose nustatyta, kad Lietuvos liepynai išlaikė aukštą genetinės įvairovės lygį ( $H_e$  0,56-0,75). Populiacijų skirtumai Lietuvoje nedideli,  $F_{st}$  siekia 0,037 (Danusevičius ir kt. 2021). Tikėtina, kad Lietuvoje liepynai rečiau atkuriami šaknų ar kelmų atžalomis. Šio tyrimo metu nustatyti genetinės įvairovės parametrai atitinka Danusevičiaus ir kt. (2021) nustatytus liepynų genetinės įvairovės rodiklius. Nustatyti mažalapės liepos populiacijų genetinės įvairovės parametrai Latvijoje ( $N_a=5,69$ ,  $N_e=3,2$ ,  $H_o=0,56$ ,  $uH_e=0,6$ ) (Rungis ir Krivmane 2021) buvo panašūs į tuos, kurie nustatyti Jungtinėje Karalystėje (Logan ir kt., 2015), Danijoje (Erichsen ir kt., 2019) ir visoje Europoje (Logan ir kt., 2019). Phuekvilai (2014) tyrimas atskleidė, jog mažalapės liepos populiacijų skirtumai nedideli ir siekė vidutiniškai 0,07. Genetiniai skirtumai tarp *T. cordata* populiacijų Latvijoje buvo vidutiniai (bendras  $F_{st}=0,064$ ), panašūs skirtumai rasti ir Jungtinėje Karalystėje ( $F_{st}=0,071$ ) (Logan ir kt., 2015), tačiau mažesni skirtumai tarp liepos populiacijų nustatyti tarp Danijos populiacijų ( $F_{st}=0,034$ ) (Erichsen ir kt., 2019). Unikaliūs aleliai buvo rasti dešimtyje iš 28 Latvijos populiacijų, tačiau jie pasižymėjo santykinai aukštais dažniais, svyruojančiais nuo 0,019 iki 0,143 (vidurkis 0,063). Tai rodo izoliaciją tarp Latvijos liepos populiacijų; tačiau neatrodo, kad genų srautas Latvijoje būtų iš esmės apribotas. Tikėtina kad mažesnis nei kitoms medžių rūšims genų srautas yra dėl mažalapės liepos apdulkinimo vabzdžiais bei dėl didelių ir netoli vėjo išsklaidomų sėklų (Logan ir kt., 2019). Šio tyrimo metu aptiktų unikalių alelių vidutinis dažnis Anykščių sėkliniame medyne buvo 0,024, svyravo nuo 0,005 iki 0,112. Šio medyno unikalių alelių dažnis yra žemesnis nei nustatytas Latvijoje, kas leidžia teigti, jog Lietuvos mažalapės liepos populiacijos yra mažiau izoliuotos nei Latvijos.

Šio tyrimo metu taip pat buvo siekiama nustatyti ar Anykščių sėklinis medynas ir sekančioje kartoje pasižymės aukšta genetinė įvairove ir ar ši mažalapės liepos populiacija, bei apskritai mažalapės liepos medynai gebės prisitaikyti prie kintančių aplinkos sąlygų. Tyrimo metu gauti brandžios ir jaunos medyno kartų genetinės įvairovės rodikliai ir jų palyginimas atskleidė, jog atsikuriančios kartos genetinės įvairovės parametrai statistiškai nesiskiria nuo brandžios medyno kartos (3 lentelė). Vienintelis statistiškai reikšmingai besiskiriantis rodiklis buvo unikalių alelių skaičius, kuris jaunojoje medyno kartoje yra didesnis nei brandžioje. Tai leidžia daryti išvadą, jog Anykščių sėklinis medynas atsikuria ne vien tik nuo tirtų brandaus medyno medžių, bet ir iš aplinkinių medynų. Aukšti genetinės įvairovės rodikliai atsikuriančioje kartoje leidžia teigti, jog medyno jaunoji karta sėkmingai prisitaiko prie kintančių aplinkos sąlygų. Statistiškai reikšminga (nors ir nedidelė) diferenciacija tarp medyno kartų (3%) rodo, jog medyno jaunoji karta nedaug, bet reikšmingai skiriasi nuo brandžios medyno kartos. Šis rezultatas leidžia tikėtis, jog ir ateityje Anykščių mažalapės liepos sėklinis medynas sėkmingai prisitaikys prie aplinkos sąlygų, o nesumažėjusi šio medyno jaunosios kartos genetinė įvairovė sudarys prielaidas ir toliau sėkmingai išlaikyti evoliucinį potencialą.

Bajeso klasterinės analizės grupavimo dėsniumus galima įžvelgti labiau tarp greta augusių mažalapės liepos individų, kurie formuoja nedideles atskiras grupeles (5 pav.). Šis rezultatas patvirtina smulkių grupelių su egzistuojančiomis kloninėmis grupėmis buvimą. Taip pat ši analizė atskleidė, jog jaunų medžių grupė yra įvairesnė. Dauguma jaunų mažalapės liepos medžių skirtingomis proporcijomis priskiriami keletui grupių, kai tuo tarpu brandūs medyno medžiai formuoja atskirus vienai grupei priskiriamus klasterius (5 pav.).

## Išvados

1. Anykščių mažalapės liepos sėklinis medynas pasižymi aukšta genetinė įvairove, nustatytas vidutinis heterozigotiškumas siekia 0,6, o vidutinis alelių skaičius 7,77.
2. Mažalapės liepos sėklinio medyno skirtingų kartų genetinių įvairovės parametrų rodikliai statistiškai nesiskiria. Nedidelė tačiau statistiškai patikima medyno kartų diferenciacija, lygi 0,032 rodo, jog medynas sėkmingai prisitaiko prie kintančios aplinkos sąlygų.
3. Anykščių mažalapės liepos sėkliniame medyne nustatytas medžių kloninių grupių dydis nedidelis (didžiausia rasta grupė iš 4 individų), kloninių augalų rasta 17%, kas leidžia teigti, jog šiame medyne renkamos sėklos, ypač gausaus derliaus metais pasižymės aukšta genetinė įvairove.

## Literatūra

1. Bilous S., Prysiashniuk L., Chernii S., Melnyk S., Marchuk Y., Likhanov A. Genetic characterisation of centuries-old oak and linden trees using SSR markers. *Folia Forestalia Polonica*, 2022, 64(1), 58-68.
2. Danusevičius D., Kembrytė R., Buchovska J., Baliuckas V., Kavaliauskas D. Genetic signature of the natural gene pool of *Tilia cordata* Mill. in Lithuania: Compound evolutionary and anthropogenic effects. *Ecology and Evolution*, 2021, 11(11), 6260-6275.
3. Dumolin S., Demesure B., Petit R.J. Inheritance of chloroplast and mitochondrial genomes in pedunculated oak investigated with an efficient PCR method. *Theoretical and Applied Genetics*, 1995, 91:1253-1256.
4. Eaton E., Caudullo G., de Rigo D. ***Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats.** In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Editors), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, 2016, Luxembourg.
5. Erichsen O.E., Wolff K., Hansen O.K. Genetic and clonal structures of the tree species *Tilia cordata* mill. in remnants of ancient forests in Denmark. *Population Ecology*, 2019, 61(3), 243–255.
6. Evanno G., Regnaut S., Goudet J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology*, 2005, 14(8): 2611–2620.
7. Excoffier L., Smouse P.E., Quattro J.M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction sites. *Genetics*, 1992, 131: 479–491.
8. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001, 4(1): 1–9.
9. Hartl D.L., Clark A.G. 1997. Principles of Population Genetics, 1997, 3rd Edition, Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
10. Kearse M., Moir R., Wilson A., Stones-Havas S., Cheung M., Sturrock S., Buxton S., Cooper A., Markowitz S., Duran C., Thierer T., Ashton B., Mentjies P., Drummond A. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 2012, 28(12): 1647-1649.
11. Kimura M., Crow, J. F. The measurement of effective population number. *Evolution*, 1963, 279-288.

12. Kopelman N.M., Mayzel J., Jakobsson M., Rosenberg N.A., Mayrose I. Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular ecology resources*, 2015, 15(5): 1179-1191.
13. Li Y.L., Liu J.X. StructureSelector: A web based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources*, 2018, 18:176–177.
14. Lobo A., Hansen O.K., Hansen J.K., Erichsen E.O., Jacobsen B., Kjær E.D. Local adaptation through genetic differentiation in highly fragmented *Tilia cordata* populations. *Ecology and evolution*, 2018, 8(12):5968-5976.
15. Logan S.A. Ancient relicts in the limelight: an evolutionary study of diversity and demographic history in species of the broad-leaved temperate forest tree genus *Tilia*. Doctoral dissertation, Newcastle University, 2016.
16. Logan S.A., Phuekvilai P., Sanderson R., Wolff K. Reproductive and population genetic characteristics of leading-edge and central populations of two temperate forest tree species and implications for range expansion. *Forest Ecology and Management*, 2019, 433: 475–486.
17. Logan S.A., Phuekvilai P., Wolff K. Ancient woodlands in the lime light: Delineation and genetic structure of ancient woodland species *Tilia cordata* and *Tilia platyphyllos* (Tiliaceae) in the UK. *Tree Genetics & Genomes*, 2015, 11(3): 1–12.
18. Mengoni A., Bazzicalupo M. The statistical treatment of data and the analysis of molecular variance (AMOVA) in molecular microbial ecology. *Annals of microbiology*, 2002, 52: 95-101.
19. Navasaitis M. *Dendrologija*. Vilnius, 2004.
20. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 1978, 89: 583–590.
21. Nei M. Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 1972, 106: 283–392.
22. Peakall R., Smouse P. E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 2006, 6:288-295.
23. Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, 2012, 28: 2537–2539.
24. Phuekvilai P. Relicts, refugia and reticulation: a study of population history, hybrids and phylogeny in the long-lived flowering tree genus *Tilia*. Doctoral dissertation, Newcastle University, 2014.
25. Phuekvilai P. Wolff K. Characterization of microsatellite loci in *Tilia platyphyllos* (Malvaceae) and cross-amplification in related species. *Applications in plant sciences*, 2013, 1(4).
26. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 2000, 155(2): 945–959.
27. Rungis D., Krivmane B. 2021. Genetic diversity and structure of Latvian *Tilia cordata* populations. *Proceedings of the Latvian academy of sciences. Section B*, 2021, Vol. 75, No. 4 (733): 261–267.
28. Svejgaard Jensen, J. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for lime (*Tilia* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, 2003, Rome, Italy.

29. Waits L.P., Luikart G., Taberlet P. Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Molecular ecology*, 2001, 10(1): 249-256.
30. Wright S. Isolation by distance under diverse systems of mating. *Genetics*, 1946, 31: 39-59.
31. Wright S. The genetical structure of populations. *Annual Eugenics*, 1951, 15: 323-354.
32. Wright S. The interpretation of population structure by F-Statistics with special regard to systems of mating. *Evolution*, 1965, 19: 395-420.

**Rokas Jasulaitis, Rita Verbylaitė, Jurgita Babilienė**

**Genetic diversity of Anykščiai small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) seed stand**

*Summary*

Rapid climate change is identified as an increasing threat to long-lived organisms, including forest tree species and forest ecosystems and their associated biodiversity. Genetic diversity is the basis of biological diversity, the basis of species survival and adaptation to the environment.

Small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) is an important tree of Lithuanian forests, which supports and enriches the biodiversity of deciduous forests. The old stands formed by this species are included in the EU key habitats list for conservation.

The aim of this study was to assess the genetic diversity of the Anykščiai small-leaved lime seed stand (stand code 46LSM002). During the study, mature (seed ripening) and naturally regenerating (2-10 years old) generations of the stand were compared. Each stand generation was represented by 100 trees. Genetic diversity was assessed by the microsatellite method using 15 nuclear loci.

It was found that the small-leaved lime seed stand is characterized by high genetic diversity, its regenerating generation is slightly but significantly different from the mature generation of the stand, but the young generation of the stand maintains high parameters of genetic diversity.

*Keywords: seed stand, genetic diversity, small-leaved lime, Tilia cordata, microsatellites, two generations*

# REIKALAVIMAI MOKSLINIAMS STRAIPSNIAMS RENGTI

## 1. Bendrieji reikalavimai

1. Moksliniai straipsniai turi būti tokios struktūros:

- straipsnio pavadinimas;
- autoriaus vardas, pavardė;
- autoriaus reprezentuojama institucija;
- straipsnio anotacija originalo kalba (ne daugiau kaip 200 žodžių), jos pabaigoje - ne daugiau kaip 5 straipsnio turinio esmę nusakantys prasminiai žodžiai;
- įvadas (nurodant tyrimų objektą ir tikslą);
- tyrimų metodika (metodai);
- rezultatai;
- aptarimas;
- išvados;
- literatūra;
- santrauka – jeigu straipsnis rašomas lietuvių kalba, santrauka turi būti anglų kalba;

2. Mokslinio straipsnio apimtis – 3-4 puslapiai. Paskutinis puslapis turi būti užpildytas ne mažiau kaip dviem trečdaliais puslapio.

## 2. Reikalavimai straipsniui rengti kompiuteriu

Šie reikalavimai parengti laikantis Lietuvos mokslo tarybos kolegijos 2000 m. vasario 23 d. nutarimo Nr. V-3 priedo, papildant jame išdėstytus reikalavimus straipsnio teksto tvarkymo nuorodomis (>xx pt – tarpo tarp pastraipų dydis)

### Reikalavimai programinei įrangai

Straipsniai turi būti parengti Microsoft Word programine įranga.

### STRAIPSNIO PAVADINIMAS (Cambria, 11 pt, Bold)

>11pt

### Autoriaus (-ų) Vardas Pavardė (Cambria, 11 pt, Bold)

*Autoriaus reprezentuojama institucija* (Cambria, 11 pt, Italic)

>10 pt

Anotacijos tekstas per visą puslapio plotį (Times New Roman, 10 pt, Normal, First line 1,2 cm)

*Raktažodžiai* (Times New Roman, 10 pt, Italic, First line 1,2 cm)

>5 pt

### Įvadas (11 pt, Bold, lygiuojama kairėje puslapio pusėje)

>5 pt

### Puslapio formatas

Straipsnis (tekstas, formulės, lentelės, paveikslai) maketuojamas B5 JIS (182 x 257 mm) formato lapuose su tokiomis paraštemis: viršuje – 20 mm; apačioje – 20 mm; kairėje ir dešinėje – 20 mm.

## Straipsnio informacijos išdėstymas ir tvarkymas

Straipsnio pradžioje atskiromis pastraipomis pateikiami: pavadinimas; straipsnių autorių nesutrumpinti vardai ir pavardės; darbovietė ir anotacija. Straipsnio pagrindinis tekstas 1 intervalo eilėtarpiu spausdinamas Times New Roman, 11 pt, Normal šriftu ir išdėstomas viena skiltimi, Pirmą eilutę atitraukiama 1,2 cm.

Visų struktūrinių dalių (skyrių) pavadinimai (išskyrus „Summary“) rašomi 11 pt, Bold. Lygiuojama prie kairiojo skilties krašto. Skyrių pavadinimai nuo teksto atskiriami 1 eilutės intervalu. Poskyrių pavadinimai rašomi iš naujos eilutės 11 pt, Italic, Bold tekstą tęsiant toje pačioje eilutėje. Formulų pagrindiniai simboliai rašomi 11 pt, Italic, o jų indeksai – 11 pt. Formulės centruojamos ir numeruojamos arabiškais skaitmenimis lenktiniuose skliaustuose dešinėje kraštinėje skilties dalyje. Parašius formulę rašomas taškas, jei joje naudojami dydžiai neaiškinami, jei aiškinami, – kablelis ir naujoje eilutėje be įtraukos rašomas žodelis „čia“, kiekvienas dydis paaiškinamas.

Lentelės ir paveikslai turi būti įterpti tekste po nuorodų į juos, pasibaigus pastraipai, tačiau negali būti spausdinami po išvadų. Didesnio formato paveikslai ir lentelės gali būti spausdinami per visą puslapio plotį. Grafikai ir brėžiniai braižomi kompiuteriu. Nuotraukos turi būti tik geros kokybės, tinkamos reprodukuoti. Parašai po paveikslais, lentelių pavadinimai ir pastabos po jų rašomi centruotai 11 pt šriftu lietuviškai ir santraukos kalba. Lentelėse lietuviškas tekstas rašomas – 11 pt, Bold ir santraukos kalba 11 pt, Italic. Paveikslai ir lentelės nuo teksto atskiriami 1 eilutės intervalu.

Šaltinių nuorodos tekste pateikiamos skliausteliuose nurodant autoriaus pavardę (be vardo raidės) ar šaltinio pavadinimo pirmą žodį (kai autorius – institucija) ir šaltinio publikavimo metus, pvz., (Petraitis, 2001), (Peterson, 1988), (Valstybės..., 2004, (Кресникова, 2005). Jei literatūros šaltinis parašytas daugiau kaip vieno autoriaus, nurodoma tik pirmojo autoriaus pavardė, o po jos rašoma tekste lietuvių kalba „ir kt.“, o anglų kalba „et al“, pvz., (Jonaitis ir kt., 1999), (Johanson et al., 2003). Skliausteliuose galima nurodyti tik publikavimo metus; naudojamos citatos rašomos su kabutėmis papildomai nurodant šaltinio, iš kurio paimta citata, puslapio numerį, pvz., Kadangi Peterson (1988) įrodė, kad ..., „tai atitiko vėliau gautus rezultatus“ (Kramer, 2003, p.15).

Literatūros sąrašas sudaromas abėcėlės seka – pagal autorių pavardes ar šaltinio pavadinimo pirmą žodį. Pirmiausiai dėstomi bibliografiniai aprašai lotyniškais rašmenimis, po to kitais (pvz., kirilica).

Keletas to paties autoriaus darbų surašomi chronologiškai. Kai vieno autoriaus leidiniai išleisti tais pačiais metais, rašoma taip: 2003a, 2003b ir t.t.

Sąrašė sutrumpinimai nenaudojami – čia pateikiamos visų šaltinio bendraautorių pavardės ir visas pavadinimas. Visi įrašai sužymimi arabiškais skaitmenimis ir numeruojami iš eilės.

Po literatūros sąrašo per visą puslapio plotį spausdinama santrauka, duomenys apie autorių originalo ir anglų kalbomis (žr. pavyzdį).

>5 pt

### Literatūra (11pt, Bold)

> 5 pt

1. Čekanavičius A. Pastatų išorės sienų, apšiltintų iš vidaus, drėgminė būseną. Daktaro disertacijos santrauka. KTU, 2003.

2. Čekanavičius A., Stankevičius V., Montvilas E. Pastatų išorinių sienų, apšiltintų iš vidaus, drėgminė būklė. Kaunas, Technologija, 2004.

3. Rapcevičienė D. Daugiabučių namų renovacijos efektyvumo vertinimas. Mokslas – Lietuvos ateitis, 2010, 2 tomas, Nr. 2.

>10 pt

[Santrauka anglų kalba:]

**Autoriaus (-ų) vardas (-i), pavardė (-s) (11 pt, Bold)**

>5pt

**Straipsnio pavadinimas anglų kalba (11 pt , Bold)**

>5pt

*Summary (11 pt, Italic)*

>5pt

Santraukos tekstas (11 pt, Normal, First line 1,2 cm)

*Keywords: (11 pt, Italics, First line 1,2 cm)*

# INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

## 1. General requirements for manuscript preparation

### 1. Manuscript structure:

- title;
- full author's first name(-s) and surname(-s);
- affiliation;
- annotation (no more than 200 words) with up to five keywords at the end;
- introduction (including brief presentation of a study object and main aim);
- materials and methods;
- results;
- discussion;
- conclusions;
- references;

2. The paper normally should not exceed 4–5 printed pages. At least two thirds of the last page should be filled with text.

## 2. Text formatting requirements

### Requirements for computer software

Manuscripts should be prepared using Microsoft Word.

### Text formatting (example):

**MANUSCRIPT TITLE (ALL CAPS, Cambria, 11 pt, Bold)**

>11 pt (>xx pt – font size of an empty space between lines)

**Author's name (-s) surname (-s) (Cambria, 11 pt, Bold)**

*Affiliation (Cambria, 11 pt, Italic)*

>10 pt

Abstract (Times New Roman, 10 pt, Normal, First line 1,2 cm)

*Keywords (Times New Roman, 10 pt, Italic, First line 1,2 cm)*

>5 pt

**Section Heading (Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions or References - 11 pt, Bold, justified to the left)**

>5 pt

Text

## Page formatting

The page (including text, equations, tables, figures) should be formatted using B5 JIS (182 x 257 mm) standard with a 20 mm top and bottom margins; and 20 mm left and right margins.

## Manuscript design (page layout)

The following information should be provided on the first page of the manuscript: manuscript title; full (unabbreviated) author name(-s); author affiliation(-s) and a brief annotation of the presented manuscript. The main body text of the manuscript should be in Times New Roman 11 pt Normal font using line spacing 1.0. The first line of each paragraph should be indented by 1.2 cm.

Section headings should be in 11 pt **Bold** font, and aligned to the left margin of a page. Section headings should be separated from the body text by a blank line (5 pt font). Subsection headings start from a new line and should be in 11 pt ***Italic Bold*** font followed by the body text on the same line (11 pt Normal). The main symbols in equations should be in 11 pt *Italic* font, while indices – in 11 pt Normal font. The equations should be center-aligned and numbered using Arabic numbers in parentheses on the right-hand side of the page. A full stop is put after the equation when the variables are not explained. If the variables are explained, a comma sign is put after the equation and a word „here“ is placed below the equation starting from a new line without indentation, followed by explanation of each relevant variable.

Figures and tables are to be inserted into text below the paragraph where they are mentioned for the first time in text, although figures and tables should not be placed after Conclusions section. Figures and tables of a larger format may occupy an entire page. Graphs and drawings should be produced using computer software. Photographs should be of good resolution, suitable for reproduction. Captions for figures should be placed below the figures, and table titles – above the tables. Figure captions, table titles and table footnotes should be typed using 11 pt font and centered. Text in tables should be in 11 pt font. Figures and tables are separated from the main body text with an interval of one blank line.

Citations in text are to be given in parentheses, e.g. (Peterson, 1988); if the author is an institution, given is the first word of its name followed by three dots, e.g. (State..., 2004). Citations of sources in Russian are given using Cyrillic script, e.g. (Кресникова, 2005). For citations of a source written by multiple authors only the first author's name is given followed by „et al.”, e.g. (Johanson et al., 2003).

References are listed fully in alphabetical order according to the last name of the first author (or institution name) and numbered. Sources in Latin script are listed first followed by sources in Cyrillic script.

Papers with one author only are listed first in chronological order, beginning with the earliest paper. Papers with dual authorship follow and are listed in alphabetical order by the last name of the second author. Papers with three or more authors appear after the dual-authored papers and are arranged chronologically.

Names of all authors of a respective source should be listed. Journal titles should not be abbreviated.

A summary of the presented study is prepared in Lithuanian by editor's office and placed below the reference list. Below presented is an example of a reference list:

>5 pt

### **References (11 pt, Bold)**

> 5 pt

1. Cotte J., Ratneshwar S. Choosing leisure services: the effect of consumer timestyle. *Journal of Services Marketing*, 2003. 17 (6), 558-572.
2. Mallen C., Adam, L. *Sport, Recreation and Tourism Event Management. Theoretical and Practical Dimensions*, Brock University, USA, 2008.
3. Jackson E. L., Scott D. Constraints to leisure. In E. L. Jackson & T. L. Burton (Eds.), *Leisure Studies: Prospects for the Twenty-First Century* (pp. 299-332). State College, PA: Venture Publishing, Inc., 1999.
4. Выдрин В. М, Джумаев А. Д. Физическая рекреация – вид физической культуры. Теория и практика практической физической культуры, 1989. Nr. 3, с. 2-3.

>10 pt

For more information on manuscript layout please visit Journal's homepage at [www.kmaik.lt/miskininkyste-ir-krastotvarka](http://www.kmaik.lt/miskininkyste-ir-krastotvarka)

**LIETUVOS INŽINERIJOS KOLEGIJA**

***HIGER EDUCATION INSTITUTION***

**MIŠKININKYSTĖ IR KRAŠTOTVARKA  
*FORESTRY AND LANDSCAPE MANAGEMENT***

2024 2(24)

Maketavo ir redagavo Jurgita Babilienė (lietuvių k.) R.Kuzas (anglų k.)