

Jaunųjų mokslininkų konferencijos Tyrimai ir inovacijos – 2025 medžiaga

2025, Vilnius

Jaunųjų mokslininkų konferencijos
TYRIMAI IR INOVACIJOS – 2025
Straipsnių rinkinys

Conference of Young Scientists
RESEARCH AND INNOVATIONS – 2025
Collection of Articles

Recenzentas:

doc. dr. Andrius Gulbinas, Vilniaus kolegijos Statybos fakultetas

Redaktorius:

Rima Marcinkevičienė, Vilniaus kolegijos Statybos fakultetas

Sudarytojas:

doc. dr. Andrius Gulbinas

Maketas:

LĮ „Kriventa“

Leidinyi apsvartytas ir rekomenduotas leidybai Vilniaus kolegijos Statybos fakulteto Statybos inžinerijos katedros posėdyje 2025 m. balandžio 22 d. (protokolo Nr. ST 34-20).

Bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos integralios bibliotekų informacinės sistemos (LIBIS) portale ibiblioteka.lt.

ISBN 978-609-462-263-2 (pdf)

© Vilniaus kolegija, 2025

© LĮ „Kriventa“, 2025

Gerbiamieji skaitytojai,

Jūsų dėmesiui pristatome Vilniaus kolegijos Statybos fakulteto studentų mokslinių straipsnių rinkinį, sudarytą 2025 m. kovo mėnesį Statybos fakultete įvykusios Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Tyrimai ir inovacijos – 2025“ pagrindu.

Šios konferencijos tikslas buvo susipažinti su jaunųjų mokslininkų atliekamais tyrimais statybos inžinerijos ir transporto logistikos srityse bei paskatinti studentus, besidominčius naujausiais savo srities pasiekimais, pasidalyti atliktų mokslinių tyrimų rezultatais.

Konferencijoje buvo nagrinėjamos transporto logistikos ir statybos inžinerijos aktualijos bei inovacijos, todėl nenuostabu, kad keliamų klausimų ir atliktų tyrimų temų spektras buvo pakankamai platus. Statybos inžinerijos krypties studentai dalijosi savo išvalgomis palyginę tvarias namų fasadams naudojamas termoizoliacines medžiagas bei nagrinėjo inovatyvių priedų ir atliekų sinergiją gerinant cementinių mišinių tvarumą ir efektyvumą. Būsimieji transporto logistikos specialistai demonstravo savo gebėjimą analizuoti krovinių vežimą optimaliai parinktais maršrutais ir, žinoma, nagrinėjo tokias nūdienos aktualijas, kaip maisto išvežiojimo paslaugų iššūkiai ir tendencijos bei automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos tendencijos mūsų šalyje. Autoriai drąsiai ieškojo sprendimų pasiremami teorinėmis išvalgomis bei atliktų tyrimų rezultatais.

Konferencijoje pristatyti tyrimai sugulė į straipsnius, tad šis leidinys – puiki erdvė jauniesiems mūsų fakulteto mokslininkams pasidalyti savo tyrimų rezultatais, idėjomis ir inovatyviais sprendimais su platesne akademinė bendruomene. Rinkinyje publikuojamus straipsnius studentai rengė pasiremami savo atliktais tyrimais bei padedami fakulteto dėstytojų, siekiant užtikrinti darbų mokslinę tiriamąją vertę ir aktualumą.

Tikime, kad publikuojamų straipsnių rinkinys yra svarbus ne tik dėl to, kad ugdo straipsnių autorių mokslinę kompetenciją, demonstruoja atliktų tyrimų kokybę, tačiau ir dėl to, kad skatina vis daugiau studentų įsitraukti į mokslinę veiklą, ugdyti kritinį mąstymą ir gilinti studijuojamo dalyko žinias. Be to, straipsniuose pristatyti tyrimų rezultatai ir autorių išvalgos yra įdomūs bei vertingi dėl galimybės į gvildenamus klausimus pažvelgti inovatyvių jaunųjų tyrėjų akimis.

Ačiū visiems autoriams už jų darbą, entuziazmą ir norą tobulėti! Taip pat nuoširdžiai dėkojame studentų darbų vadovams už jų gebėjimą sudominti studentus tiriamąja veikla, pagalbą jauniesiems tyrėjams bei vertingas pastabas. Dėkojame konferencijos organizacinės darbo grupės nariams bei visiems, prisidėjusiems rengiant šį straipsnių rinkinį.

Viliamės, kad leidinys bus naudingas ir sudomins ne tik akademinę bendruomenę. Kviečiame susipažinti su jaunųjų mokslininkų straipsniais!

TURINYS

KONFERENCIJOS PROGRAMA	6
AUTOMATIZUOTŲ SAVITARNOS SIUNTŲ TERMINALŲ RINKOS TENDENCIJOS LIETUVOJE.	
Edvinas Levkovičius, Martynas Petrauskas, Indrė Sprogytė-Bredelienė	7
INOVATYVIŲ PRIEDŲ IR ATLIEKŲ PANAUDOJIMAS CEMENTINIŲ MIŠINIŲ TVARUMUI IR SAVYBĖMS GERINTI: TEORINIS POŽIŪRIS.	
Dimitrijus Malinovskis, Tomas Pivoriūnas	14
TVARIŲ TERMOIZOLIACINIŲ MEDŽIAGŲ PALYGINIMAS COPRAS METODU.	
Ugnė Medzikauskaitė	21
GREITOJO MAISTO IŠVEŽIOJIMO PASLAUGŲ IŠŠŪKIAI IR TENDENCIJOS.	
Kamilė Motovaitė	28
KROVINIO VEŽIMO ĮVAIRIARŪŠIU TRANSPORTU MARŠRUTU VILNIUS (LIETUVA) – LONDONAS (JUNGTINĖ KARALYSTĖ) ANALIZĖ.	
Augustina Radžiūnaitė, Vakarė Valančiūtė, Irina Briuchoveckaja	36
STRAIPSNIO ŠABLONAS	42

JAUNŲJŲ MOKSLININKŲ KONFERENCIJA
TYRIMAI IR INOVACIJOS – 2025

PROGRAMA

2025 M. KOVO 20 D.
VILNIAUS KOLEGIJOS STATYBOS FAKULTETAS,
ANTAKALNIO G. 54, VILNIUS
162 AUD.

10:00	Konferencijos pradžia
10:05-10:20	„Greitojo maisto išvežiojimų paslaugų iššūkiai ir tendencijos: literatūros analizė“ <i>Kamilė Motovaitė, vadovė Vaiva Mickevičienė</i>
10:20-10:35	„Vienbučio gyvenamojo namo fasado tvarių termoizoliacinių medžiagų palyginimas COPRAS metodu“ <i>Ugnė Medzikauskaitė, vadovas dr. Andrius Gulbinas</i>
10:35-10:50	„Daugiabučių namų modernizavimo Birštone ir Ignalinoje lyginamoji analizė“ <i>Daniel Chaninovič, vadovas dr. Gintautas Ambrasas</i>
10:50-11:05	„Inovatyvių priedų ir atliekų sinergija cementinių mišinių tvarumui ir efektyvumui gerinti“ <i>Tomas Pivoriūnas ir Dimitrijus Malinovskis, vadovė dr. Marija Vaičienė</i>
11:05-11:20	„Sėkminga komunikacija profesinės karjeros pradžioje“ <i>Daumantas Mockus ir Lukas Šarapovas, vadovė Rima Marcinkevičienė</i>
11:20-11:35	„Automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos tendencijos Lietuvoje“ <i>Martynas Petrauskas ir Edvinas Levkovičius, vadovė Indrė Sprogytė-Bredelienė</i>
11:35-11:50	„Krovinio vežimas įvairiarūšiu transportu maršrutu Vilnius (Lietuva) – Londonas (Jungtinė Karalystė) analizė“ <i>Augustina Radžiūnaitė ir Vakarė Valančiūtė, vadovė Irina Briuchoveckaja</i>
11:50-12:05	„Daugiabučių modernizavimo efektyvumo ir naudos palyginimas“ <i>Lukas Griškevičius, vadovas dr. Gintautas Ambrasas</i>

Konferencijos moderatoriai: Ona Mekšriūnaitė ir Gabija Kučinskaitė



AUTOMATIZUOTŲ SAVITARNOS SIUNTŲ TERMINALŲ RINKOS TENDENCIJOS LIETUVOJE

EDVINAS LEVKOVIČIUS¹, MARTYNAS PETRAUSKAS¹, INDRĖ SPROGYTĖ-BREDELIENĖ¹

¹Vilniaus kolegija, Statybos fakultetas, Verslo ir viešosios vadybos katedra, Antakalnio g. 54, Vilnius

Anotacija. Šiuolaikinėje logistikos aplinkoje sparčiai augant bei populiarėjant automatizuotiems savitarnos siuntų terminalams, vis daugiau dėmesio skiriama jų rinkos tendencijoms Lietuvoje. Straipsnyje analizuojama šių terminalų plėtra, konkurencija tarp pagrindinių paslaugų teikėjų, vartotojų elgsena bei logistikos sektoriaus tvarumo veiksniai. Pastaraisiais metais auganti elektroninė prekyba ir besikeičiantys vartotojų poreikiai lėmė didesnę šių terminalų populiarumą bei investicijas į jų plėtrą. Tyrimo metu atlikta literatūros analizė, nagrinėjant su logistikos sektoriaus inovacijomis susijusius šaltinius, taip pat išanalizuoti rinkos plėtros duomenys bei vartotojų apklausų rezultatai. Tyrimo rezultatai rodo, kad automatizuoti savitarnos terminalai ne tik didina siuntų pristatymo efektyvumą, bet ir prisideda prie tvarios miesto infrastruktūros, mažina transporto srautus bei išmetamųjų teršalų kiekį. Ši tendencija atveria naujas galimybes tiek logistikos įmonėms, tiek vartotojams, o ateityje galima tikėtis dar platesnės terminalų tinklo plėtros ir spartesnio inovacijų diegimo.

Reikšminiai žodžiai: Savitarnos siuntų terminalai; logistika; rinkos tendencijos; e. prekyba; automatizacija.

Įvadas

Mokslinė problema: Lietuvoje sparčiai besiplečiant automatizuotų savitarnos siuntų terminalų tinklui, kyla klausimų dėl vartotojų lūkesčių atitikimo, konkurencijos tarp paslaugų teikėjų, tvarumo aspektų, taip pat dėl ilgalaikio ekonominio poveikio logistikos sektoriui ir infrastruktūros iššūkių miestuose bei regionuose. Kaip automatizuotų savitarnos siuntų terminalų plėtra Lietuvoje veikia logistikos rinkos struktūrą, vartotojų elgseną ir e. prekybos ekosistemą?

Tikslas: Įvertinti automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos tendencijas Lietuvoje, atsižvelgiant į rinkos plėtrą, konkurenciją ir vartotojų elgseną.

Straipsnio uždaviniai:

1. Atlikti literatūros analizę ir apibūdinti automatizuotų savitarnos siuntų terminalus.
2. Išanalizuoti automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos plėtros tendencijas Lietuvoje.
3. Atlikti automatizuotų savitarnos siuntų terminalų Lietuvoje analizę bei pateikti rezultatus.

Tyrimo metodika: Žvalgybinis tyrimas atliktas siekiant suprasti problemos pobūdį ir nustatyti tinkamiausius duomenų rinkimo metodus; mokslinių šaltinių analizė; duomenų analizė.

Laukiami rezultatai: Išsamus skirtingų siuntų pristatymo paslaugų teikėjų veiklos rodiklių palyginimas, leidžiantis nustatyti stiprybes ir trūkumus, gerinti paslaugų kokybę bei užtikrinti efektyvesnę ir patikimesnę siuntų pristatymą vartotojams ateityje.

1. Mokslinės literatūros apžvalga

Pastaraisiais metais automatizuoti savitarnos siuntų terminalai tapo viena iš sparčiausiai augančių e. prekybos

logistikos sričių. Ypač reikšmingą poveikį šios rinkos plėtrai turėjo COVID-19 pandemija, kuri paskatino ne tik elektroninės prekybos augimą, bet ir poreikį ieškoti saugesnių, bekontakčių būdų prekėms pristatyti.

Elektroninės prekybos plėtra Lietuvoje glaudžiai susijusi su siuntų pristatymo infrastruktūros tobulėjimu. Kaip nurodoma Baronaitės ir Gotautienės (2021) darbe, „elektroninės prekybos sandoriai iš dalies apėmė ir kasdienio būtinumo produktų, aktualių daugeliui žmonių. Kai kurie iš šių pokyčių el. prekyboje greičiausiai bus ilgalaikiai“. Šis aspektas ypač svarbus savitarnos siuntų terminalų rinkos kontekste, nes augantis internetinės prekybos populiarumas tiesiogiai didina tokių paslaugų paklausą.

Logistikos sektorius yra viena iš pagrindinių ekonomikos šakų, darančių reikšmingą įtaką tiek šalies ekonomikai, tiek darnios ekonomikos plėtrai. Šulskytė (2019), teigia, kad „logistikos veiklos būtinos sėkmingam kitų sektorių funkcionavimui, tarptautinės prekybos konkurencingumo užtikrinimui, visapusiškam šalies vystymuisi“.

Pasak Endriukaitytės (2022), „siekiant išlikti konkurencingoje pašto paslaugų rinkoje, įmonės privalo nuolat diegti naujas inovacijas ir technologijas“. Tai ypač svarbu, atsižvelgiant į didėjančią konkurenciją tarp logistikos paslaugų teikėjų ir besikeičiančius vartotojų lūkesčius.

Laudon teigė, kad „internetinė prekyba gali būti apibūdinama kaip prekių ar paslaugų pirkimas ir pardavimas internetu, pinigų ir duomenų perdavimas, kad pardavimas būtų baigtas“ (cituojuama pagal Sabaliauskis, 2022).

Baronaitė ir Gotautienė (2021) taip pat teigia, kad „paštomatų naudojimas karantino laikotarpiu augo dėl didesnio vartotojų dėmesio bekontakčiams pristatymo



metodams“. Ši tendencija buvo akivaizdi per visą COVID-19 pandemijos laikotarpį, kai „kurjerių paslaugų pardavimo pajamos pirmąjį 2021 m. ketvirtį išaugo net 43,6 % lyginant su 2020 m. pirmuoju ketvirčiu“.

Sanjeev teigė, „kadangi apsipirkimas tampa galimas nepriklausomai nuo laiko ir vietos, minimizuojant vartotojo dedamas pastangas, kurios paprastai reikalingos perpildytose prekybos vietose (cituojama pagal Sabaliauskis, 2022).

Šiuolaikinės technologijos leidžia optimizuoti pašto paslaugas ir sumažinti sąnaudas. Kaip teigia Endriukaitytė (2022), „inovacijų diegimas yra esminis veiksnys, lemiantis įmonių konkurencingumą ir ilgalaikį augimą“. Tai ypač pasakytina apie automatizuotus siuntų terminalus, kurie suteikia vartotojams patogų, greitą ir bekontaktį siuntų atsiėmimo bei išsiuntimo būdą.

Baronaitės ir Gotautienės (2021) pateikiamais duomenimis, UAB „Omniva LT“, per 2020 metus pasiekė 103 % didesnę apyvartą nei 2019 m., o per Lietuvoje veikiančią 300 paštomatų tinklą pristatė daugiau nei 8 mln. siuntų – beveik 150 % daugiau nei ankstesniais metais“. Panašiai ir UAB „DPD Lietuva“, per metus pristatė 9,9 mln. siuntų – 41,4 % daugiau nei 2019 m.“. „internetu perkantys asmenys sudaro jau 60 % visų 16–74 metų amžiaus gyventojų, o tai 6,2 % daugiau nei 2019 m.“. Didžiausias augimas fiksuotas tarp 25–34 metų amžiaus pirkėjų, kurių dalis pasiekė 90,8 %.

Ashwini teigė, kad vartotojai vis dažniau renkasi internetinę prekybą dėl šios priežasties: „platesnis pasirinkimas iš įvairių prekių ir prekių ženklų, ar net iš kelių pardavėjų, išliekant toje pačioje vietoje“ (cituojama pagal Sabaliauskis, 2022).

Victor teigė, kad „Yra atlikta nemažai tyrimų, kurie parodė, kad, kai vartotojai yra nepatenkinti kainų pokyčių dydžiu ir dažnumu, jie imasi skleisti neigiamus komentarus apie pardavėjus ir daro žalą pardavėjų prekės ženklui ir reputacijai“ (cituojama pagal Sabaliauskis, 2022).

Elektroninės prekybos augimas yra vienas pagrindinių veiksnių, skatinančių savitarnos siuntų terminalų populiarėjimą. Pasak Šulskytės (2019), „didėjant elektroninės prekybos apimtims, auga ir vartotojų poreikiai, o pristatymas į namus suvokiamas nebe kaip pridėtinė vertė, o kaip būtinybė“. Tai reiškia, kad vartotojai tikisi lankstesnių pristatymo sprendimų, kurie atitiktų jų gyvenimo būdą.

Endriukaitytė (2022) pažymi, kad „elektroninės prekybos augimas lemia didėjančią siuntų srautą, kuris skatina investicijas į naujas logistikos technologijas“. Tai reiškia, kad pašto paslaugų teikėjai turi ne tik plėsti savo infrastruktūrą, bet ir taikyti inovatyvius sprendimus, kurie leistų efektyviai valdyti siuntų paskirstymą ir pristatymą.

Hong teigė, jog „pasitikėjimą perkant internetu pagrįdė lemia suvokiama rizika. Atlikti tyrimai rodo, kad vartotojai, kurie suvokia didesnę riziką perkant internetu, paprastai pasižymi žemu pasitikėjimo lygiu, todėl jie yra atsargūs bandydami naujus dalykus. Tuo tarpu vartotojai, linkę labiau pasitikėti apsipirkimu internetu, neatsižvelgiant į suvokiama riziką, parodo pozityvesnį požiūrį ir yra linkę priimti dalykus iš pirmo žvilgsnio“ (cituojama pagal Sabaliauskis, 2022).

Bobadilla teigė, „reikėtų paminėti, kad vartotojų elgsenos mokslas nėra mokslas vien tik apie pirkimų sprendimų priėmimą ir/ar marketingo sprendimus. Šis mokslas apima ir apjungia kitas mokslo sritis, tokias kaip psichologija, biologija, chemija, antropologija ir ekonomika“ (cituojama pagal Sabaliauskis, 2022).

Kaip pastebi Šulskytė (2019), „logistikos sektorius yra neatsiejama ekonomikos dalis, turinti didelį potencialą plėtoti inovatyvius sprendimus, kurie atitiktų tiek vartotojų, tiek verslo poreikius“.

Atsižvelgiant į šias tendencijas, tikėtina, kad savitarnos siuntų terminalai išliks svarbia elektroninės prekybos ekosistemos dalimi, o jų tinklas toliau plės reaguodamas į augančią paklausą ir vartotojų įpročių pokyčius.

2. Tyrimų metodikos apibūdinimas

Tyrime analizuojami duomenys, gauti atlikus žvalgybinį tyrimą iš Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnybos (RRT) oficialios svetainės. Pagrindinis tyrimo tikslas – įvertinti paštomatų tinklo plėtros tendencijas ir jų pasiekiamumą. Tyrimo metu buvo naudojami RRT pateikti statistiniai duomenys apie paštomatų skaičiaus augimą, jų geografinį pasiskirstymą ir naudotojų pasitenkinimo rodiklius. Taip pat surinkti ir analizuojami Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnybos (RRT) papildomai pateikti duomenys iš vartotojų apklausos metodu gautų rezultatų. Šis metodas leido identifikuoti pagrindines tendencijas ir išskirti reikšmingus pokyčius per tam tikrą laikotarpį. Be to, duomenų vizualizavimui buvo taikomi grafikai ir lentelės, siekiant aiškiau pateikti tyrimo rezultatus. Tai leidžia objektyviai įvertinti paštomatų infrastruktūros vystymąsi, pasitelkiant oficialius ir patikimus šaltinius.

Tyrimo tipas: žvalgybinis tyrimas, duomenų analizė.

3. Automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos tendencijos Lietuvoje, klientų tyrimo rezultatai ir jų analizė

Atlikus žvalgybinį tyrimą siekiant įvertinti automatizuotų savitarnos siuntų terminalų rinkos Lietuvoje

situaciją paaiškėjo, kad Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnyba (RRT) 2024 m. lapkritį atliko tyrimą, kuriuo siekė išsiaiškinti gyventojų įpročius naudojantis pašto paslaugomis. Tyrimą atliko UAB „Spinter tyrimai“, apklaususi 1 009 respondentus iš visų Lietuvos savivaldybių.

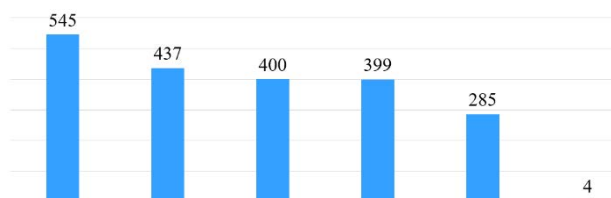
Šio tyrimo metu buvo nustatyta, kad 73 proc. apklaustųjų renkasi paštomatus kaip pagrindinį siuntų gavimo būdą, o tai yra 8 proc. daugiau nei 2023 metais. Taip pat paaiškėjo, kad 67 proc. respondentų mano, jog pašto paslaugos turėtų būti draugiškos aplinkai, o 25 proc. jų sutiktų mokėti iki 5 proc. daugiau už ekologiškas paslaugas.

Taip pat RRT 2023 metais gruodžio mėn. atliko kiekybinį tyrimą-apklausą, siekdama įvertinti tvarumo praktikų taikymą pašto sektoriuje. Apklausos rezultatai parodė, kad 20 proc. pašto paslaugų teikėjų laiko aplinkos tvarumą esminiu įmonės tikslu, 36 proc. taiko tam tikras tvarumo praktikas, o 44 proc. neturi nustatytų tvarumo tikslų.

Taip pat verta paminėti, kad RRT reguliariai atlieka įvairius rinkos tyrimus, pavyzdžiui, plačiajuosčio ryšio tinklų aprėpties tyrimą. Šio tyrimo etapai apima viešąsias konsultacijas dėl metodikos, duomenų rinkimą ir analizę.

„2024 m. Lietuvos pašto rinka pasižymėjo stabilium augimu: dominuojančia paslauga, atspindinčia vartotojų įpročių pokyčius, tapo pašto siuntiniai, tuo tarpu korespondencijos siuntų skaičius toliau mažėja. Viena iš pašto siuntinių segmento augimo priežasčių – besitęsianti paštomatų plėtra regionuose, taip stiprinant paslaugų prieinamumą, užtikrinant pašto paslaugų kokybę bei tvarų sektoriaus vystymąsi,“ – pastebi RRT Geležinkelių ir pašto reguliavimo grupės vyresnioji patarėja Ernesta Vagonienė.

1 paveiksle matyti, kad 2024 m. pabaigoje daugiausia paštomatų turėjo UAB „Omniva LT“ (545 vnt.), AB Lietuvos paštas (437 vnt.) ir UAB „DPD Lietuva“ (400 vnt.) ir UAB „DPD Lietuva“ (400 vnt.).

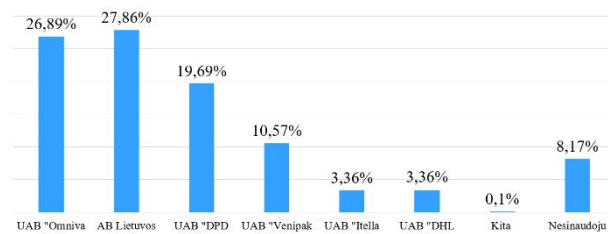


1 pav. Lietuvos savitarnos terminalų skaičius.

Šaltinis: Sudaryta autorių.

2 paveiksle pateikiama informacija apie dažniausiai naudojamus pašto paslaugų teikėjus 2024 metais procentais. Populiariausi teikėjai, užimantys didžiausią rinkos dalį, yra AB „Lietuvos paštas“ (27,86%) ir UAB

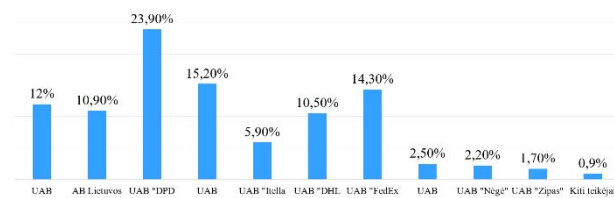
„Omniva LT“ (26,8%), trečioje vietoje – UAB „DPD Lietuva“ (19,69%). Mažiau naudojami pašto paslaugų teikėjai yra UAB „Venipak Lietuva“ ir UAB „Itella logistics“.



2 pav. Dažniausiai naudojamas Lietuvos savitarnos terminalas.

Šaltinis: Sudaryta autorių.

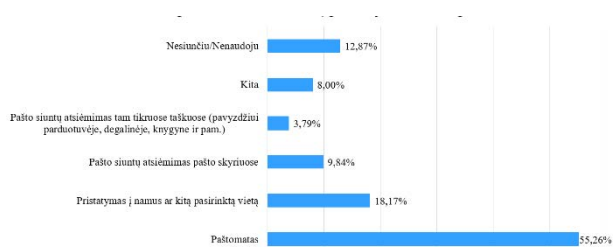
3 paveikslo grafikas rodo pašto paslaugų teikėjų pajamas iš siuntinių pristatymo procentais 2024 metais. Didžiausią rinkos dalį pagal pajamas turi UAB „DPD Lietuva“ (23,90%), o tai rodo, kad ši įmonė generuoja daugiausiai pajamų iš siuntų pristatymo. Antroje vietoje yra UAB „Venipak Lietuva“ (15,20%), o trečioje – UAB „FedEx Express Lithuania“. Toliau rikiuojasi AB „Lietuvos paštas“ (10,90%) ir UAB „Omniva LT“ (12%). Nors šios įmonės buvo tarp dažniausiai naudojamų paslaugų teikėjų (kaip parodyta 2 paveiksle), tačiau gaunamomis pajamomis atsilieka nuo UAB „DPD Lietuva“ ir UAB „Venipak Lietuva“. Tai gali reikšti, kad jų paslaugų įkainiai mažesni arba jie labiau orientuojasi į kitus segmentus, pavyzdžiui, mažmeninius klientus.



3 pav. Lietuvos pašto rinkos pajamos procentais.

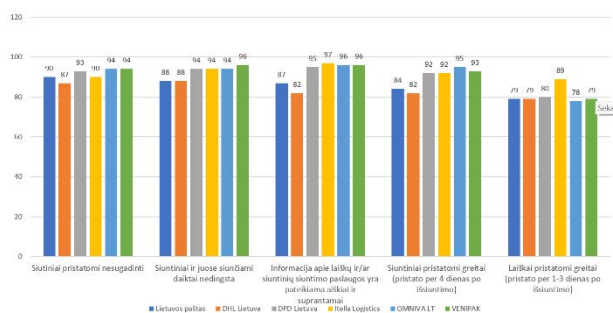
Šaltinis: Sudaryta autorių.

4 paveikslo grafike nurodoma, kuris siuntų pristatymo būdas dažniausiai pasirenkamas procentais. Paštomatai yra dominuojantis pasirinkimas (55,26%), rodantis jų populiarumą dėl patogumo, prieinamumo ir lankstaus atsiėmimo laiko. Pristatymas į namus ar pasirinktą vietą sudaro 18,17%, kas rodo, jog nemaža dalis žmonių vis dar vertina patogumą gauti siuntas tiesiai į namus. Pašto skyriuose siuntas atsiima 9,84% respondentų, kas, palyginti su paštomatais, yra gana nedidelė, tačiau vis dar svarbi, dalis. Siuntų atsiėmimas tam tikruose taškuose, kaip parduotuvės ar degalinės, yra mažiausiai populiarus (3,79%), kas gali reikšti, kad



4 pav. Siuntų pristatymo būdas
Šaltinis: Sudaryta autorių.

5 paveikslo diagramoje galime matyti skirtingų siuntų pristatymo paslaugų teikėjų – „Lietuvos paštas“, „DHL Lietuva“, „DPD Lietuva“, „Itella Logistics“, „Omniva LT“ ir „Venipak“ – veiklos rodiklius pagal penkis kriterijus: siuntinių pristatymą nesugadintus, siuntinių ir jų turinio dingimo dažnį, informacijos aiškumą apie paslaugas, siuntinių pristatymo greitį (per 4 dienas) ir laiškų pristatymo greitį (per 1-3 dienas), kur aukščiausius įvertinimus dažniausiai gavo „Omniva LT“, „Venipak“ ir „DPD Lietuva“, o „Lietuvos paštas“ ir „DHL Lietuva“ kai kuriose kategorijose buvo vertinti prasčiau, ypač dėl pristatymo greičio.



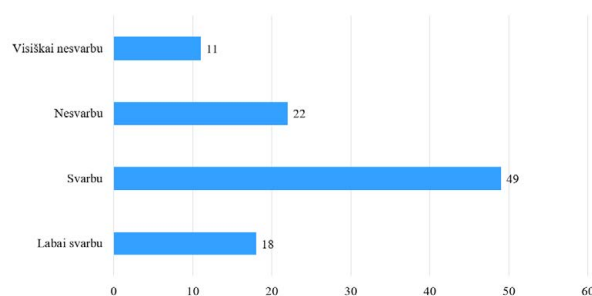
5 pav. Kokybės vertinimas.
Šaltinis: Sudaryta autorių.

6 paveikslo grafikas rodo atstumą iki įvairių pašto paslaugų taškų procentais. Jame matome, kaip gyventojai pasiskirstę pagal atstumą iki paštomato, viešai naudojamų pašto dėžučių ir stacionaraus pašto skyriaus. Paštomatus 67% žmonių pasiekia per 1 km, 19% turi keliauti 1–3 km, 5% daugiau nei 3 km, o 9% atstumas nesvarbus. Viešai naudojamas pašto dėžutės 65% gyventojų pasiekia per 1 km, 18% per 1–3 km, 4% daugiau nei 3 km, o 13% atstumas nesvarbus. Stacionarius pašto skyrius 52% žmonių pasiekia per 1 km, 30% turi keliauti 1–3 km, 7% daugiau nei 3 km, o 11% atstumas nesvarbus.



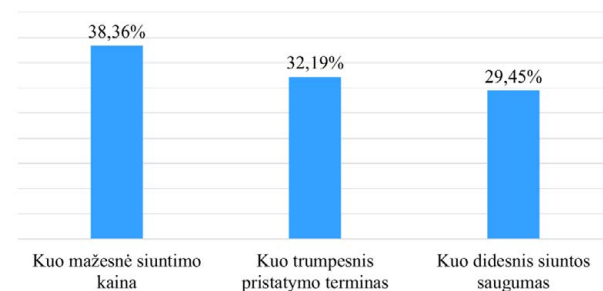
6 pav. Atstumas iki pašto paslaugų.
Šaltinis: Sudaryta autorių.

7 paveikslo grafikas atspindi visuomenės požiūrį į pašto paslaugų draugiškumą aplinkai. Dauguma respondentų (49%) mano, kad tai svarbu, o dar 18% laiko tai labai svarbiu veiksmu. 22% žmonių šiam aspektui neskiria didelės reikšmės, o 11% jį laiko visiškai nesvarbiu. Tai rodo, kad aplinkosaugos klausimai tampa vis aktualesni, nors daliai visuomenės jie vis dar nėra prioritetas.



7 pav. Draugiškumas aplinkai.
Šaltinis: Sudaryta autorių.

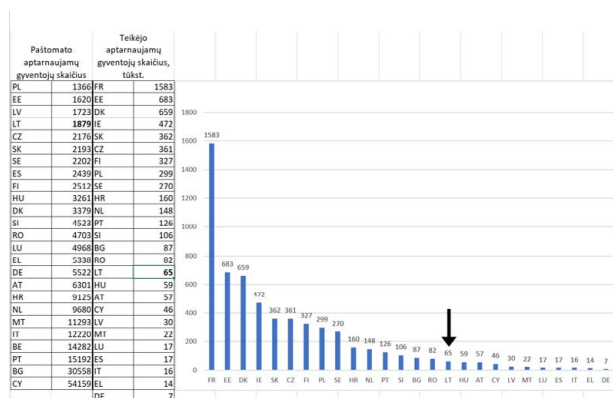
8 paveiksle grafikas parodo svarbiausius kriterijus siunčiant siuntas. Didžiausia dalis žmonių (38,36%) prioritetą teikia mažesnei siuntimo kainai, 32,19% renka trumpesnį pristatymo terminą, o 29,45% svarbiausiu kriterijumi laiko didesnę siuntos saugumą. Tai rodo, kad nors kaina yra pagrindinis veiksnys, pristatymo greitis ir saugumas taip pat išlieka svarbūs vartotojams.



8 pav. Kriterijai siunčiant siuntas.
Šaltinis: Sudaryta autorių.

9 paveiksle pavaizduotas grafikas rodo Europos kontekstu siuntinių pajamas iš vieno gyventojų (eurų per metus). Kairėje pusėje rodoma, kiek paštomatų tenka gyventojams. Pvz., Lietuvoje 1879 gyventojams tenka vienas savitarnos terminalas. Dešinėje pusėje rodomas teikėjo aptarnaujamų gyventojų skaičius (tūkst.) skirtingose Europos šalyse, t. y., kiek gyventojų tenka vienam pašto paslaugų teikėjui.

Kuo mažesnis šis skaičius, tuo daugiau paslaugų teikėjų šalyje, o kuo didesnis – tuo mažiau paslaugų teikėjų, aptarnaujančių daugiau žmonių. Lietuvoje (LT) – 65 tūkst. gyventojų vienam paslaugų teikėjui.



9 pav. Paštomatų kontekstas Europoje.

Šaltinis: Sudaryta autorių.

Atsižvelgiant į atliktą žvalgybinį tyrimą ir surinktų duomenų analizę, galima prognozuoti, kad rinkoje toliau vyks reikšmingi pokyčiai, tokie kaip savitarnos terminalų plėtra mažesniuose miesteliuose ar kaimiškose vietovėse. Didesniuose miestuose gali būti statomi mažesni, bet tankiau išdėstyti terminalai siekiant sumažinti siuntų atsiėmimo laiką. Tikėtina, kad įmonės investuos į išmanesnius automatizuotus terminalus, integruodamos dirbtinį intelektą. Be to, savitarnos terminalai bus aprūpinami saulės energija ir taip mažinamas elektros suvartojimas. Taip pat bus integruotos greito pristatymo paslaugos: pavyzdžiui, pristatymas tą pačią dieną, kad vartotojai galėtų gauti siuntą dar greičiau. Įmonės, kurios nesugebės laiku prisitaikyti prie besikeičiančios rinkos aplinkos, gali patirti nuosmukį ar visiškai pasitraukti iš rinkos.

Išanalizavus automatizuotų savitarnos siuntų terminalų (paštomatų) rinką Lietuvoje, galime matyti, jog ji nuolat auga. Pagrindiniai rinkos dalyviai, tokie kaip UAB „Omniva LT“, UAB „LP Express“, UAB „DPD Lietuva“ ir UAB „Venipak“, plečia savo tinklus, diegdami naujus paštomatus. Tai rodo rinkos plėtos tendenciją ir didėjančią konkurenciją. Jei dabartinės tendencijos nesikeis, tikėtina, kad

stipriausios bendrovės dar labiau įsitvirtins, o mažesni dalyviai turės ieškoti kitų strategijų arba susijungimo galimybių.

Išvados

1. Automatizuotų savitarnos siuntų terminalų plėtra Lietuvoje glaudžiai susijusi su elektroninės prekybos augimu ir vartotojų elgsenos pokyčiais. Literatūros apžvalga parodė, kad elektroninė prekyba pandemijos laikotarpiu tapo svarbia logistikos sektoriaus sritimi (Baronaitė ir Gotautienė, 2021), o tai lėmė saugesnių pristatymo sprendimų, tokių kaip paštomatai, poreikį. Šulskytė (2019) pabrėžė logistikos sektoriaus svarbą šalies ekonomikai, pažymėdama, kad jo inovatyvumas lemia sėkmingą kitų sektorių funkcionavimą. Endriukaitytė (2022) akcentavo, kad inovacijos yra būtinos konkurencingumui ir augimui, o jų diegimas pašto paslaugose prisideda prie veiklos efektyvumo. Sabaliauskio (2022) cituoti autoriai – Sanjeev, Ashwini ir Victor – taip pat atkreipė dėmesį į internetinės prekybos patrauklumą dėl patogumo, pasirinkimo ir kainodaros. Taigi, paštomatų populiarėjimą lemia tiek vartotojų poreikis greitai ir patogiai atsiimti siuntas, tiek verslų pastangos reaguoti į rinkos konkurenciją bei efektyvumo siekį.
2. Tyrimo duomenys rodo ryškų automatizuotų savitarnos terminalų naudojimo augimą bei jų dominavimą tarp siuntų pristatymo būdų. 2024 m. savitarnos terminalus kaip pagrindinį siuntų gavimo būdą rinkosi net 73% respondentų – tai yra 8% daugiau nei 2023 m. Taip pat savitarnos terminalai užima dominuojančią rinkos dalį tarp pristatymo būdų – 55,26%, palyginti su pristatymu į namus (18,17%) ar pašto skyrių (9,84%). Šie skaičiai rodo, kad paštomatai tampa ne tik patogiausiu, bet ir vartotojų labiausiai vertinamu sprendimu. Pagal naudojimą didžiausią rinkos dalį užima AB „Lietuvos paštas“ (27,86%) ir UAB „Omniva LT“ (26,8%), tačiau pagal pajamas pirmauja UAB „DPD Lietuva“ (23,90%). Paštomatus 67% žmonių pasiekia per 1 km, 19% turi keliauti 1–3 km, 5% daugiau nei 3 km, o 9% žmonių atstumas nėra svarbus. 49% respondentų nurodė, jog jiems svarbu, kad pašto paslaugos būtų draugiškos aplinkai. Automatizuotų savitarnos siuntų terminalai Lietuvoje sparčiai populiarėja dėl augančios elektroninės prekybos, vartotojų poreikio greitai ir patogiai atsiimti siuntas bei tvarumo siekio. Tyrimo duomenys

atskleidžia, kad paštomatai tampa dominuojančiu siuntų pristatymo būdu, o rinkos lyderiai plečia infrastruktūrą ir diegia inovacijas siekdami išlikti konkurencingi.

3. Atlikus žvalgybinį tyrimą ir duomenų analizę remiantis vartotojų apklausa, paaiškėjo, kad karantino metu vartotojų išlaidos internetiniams pirkiniams išaugo. Tai lėmė ne tik dažnesnius pirkimus, bet ir didesnę siuntų srautą. Šie rezultatai parodo, kad vartotojai teigiamai vertina paštomatus, nes jie supaprastina siuntų išsiuntimo ir atsiėmimo procesą.

Literatūra

Baronaitė, J., Gotautienė, E. (2021). Elektroninės prekybos bei vartotojų elgsenos pokyčių Covid-19 pandemijos laikotarpiu Lietuvoje statistinė analizė. Klaipėdos valstybinė kolegija.

Edriukaitytė, A. (2022). Ekonominis inovacijų poveikis teikiant pašto paslaugas. Kauno technologijos universitetas.

Gramaliauskas, A. (2024) Inovatyvūs sprendimai keičiantys vartotojų įpročius. https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/5_Changing-users-behaviour-with-innovative-propositions_-Parcel-lockers-Reusable-Mailer-bags-2024-RRT-FINAL.pdf

Januškevičius, J. (2024). Bekontaktis pristatymas – ar tai yra absoliuti ateitis? [https://www.rrt.lt/wp-content/](https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/8_Justas-Januskevicius_Bekontaktinis-pristatymas.pdf)

[uploads/2024/04/8_Justas-Januskevicius_Bekontaktinis-pristatymas.pdf](https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/8_Justas-Januskevicius_Bekontaktinis-pristatymas.pdf)

Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba. (2024). Pašto rinka. https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2025/02/Pasto-sektoriaus-atskaita_2024-IV-ketv_RRT-svetainei_PDF.pdf

Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba. (2024). Sociologinis tyrimas dėl naudojimosi pašto paslaugomis. <https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2025/01/Ataskaita-RRT-pastas-202411.pdf>

Navickienė, V., Koncienė, D. (2024). Vienas sprendimas – dvigubai didesnė rinka: kodėl Lietuvos paštas žengia šiauriau. https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/6_2024-04-30_Lietuvos-pastas.pdf

Ramaneckienė, U. (2024). Pašto paslaugų vartotojų apsaugos tendencijos ir problematika. https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/2_Ugne-Ramaneckiene_Pasto-vartotoju-tendencijos.pdf

Sabaliauskis, M (2022) Vartotojų elgsena perkant internetu, UAB „PIGU.LT“ tyrimas. <https://portalcris.vdu.lt/server/api/core/bitstreams/40dee067-4fe1-42cb-91e6-22bec93ed7a3/content>

Šulskytė, D. (2019). Logistikos sektoriaus poveikio darniai ekonomikos plėtrai vertinimas. Kauno technologijos universitetas.

Vogonienė, E. (2024). Skaičių kalba pašto sektoriuje. https://www.rrt.lt/wp-content/uploads/2024/04/1_Ernesta-Vagoniene_Skaiciu-kalba_20240430.pdf



AUTOMATE SELF-SERVICE PARCEL TERMINALS MARKET TRENDS IN LITHUANIA

EDVINAS LEVKOVIČIUS¹, MARTYNAS PETRAUSKAS¹, INDRĖ SPROGYTĖ-BREDELIENĖ¹

¹*Vilniaus Kolegija | Higher Education Institution, Faculty of Civil Engineering, Department of Business and Public Management, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Summary: In recent years, parcel lockers have become an important part of delivery services in Lithuania. As more people shop online, these lockers make it easier and faster to get packages. During the COVID-19 pandemic, they became even more popular because people wanted contactless delivery.

Big companies like Omniva LT, LP EXPRESS, DPD Lietuva, and Venipak are adding more parcel lockers, showing that the market is growing and competition is increasing. Research also shows that parcel lockers help reduce traffic and pollution, making cities cleaner and less crowded. Since couriers don't have to visit every home, deliveries become more efficient and save fuel.

A survey in the study found that people spent more money on online shopping during the pandemic, which led to more deliveries. Many customers like using parcel lockers because they are simple, fast, and available anytime. They don't have to wait for couriers or worry about missed deliveries. Businesses also benefit because parcel lockers help speed up the delivery process and reduce costs.

The study suggests that new technologies will make deliveries even better in the future. More smart solutions, such as real-time tracking and improved security, could make parcel lockers even more convenient.

In conclusion, parcel lockers are very useful for both businesses and customers. They save time, help the environment, and make deliveries easier. As technology improves, even more people will use them in the future, making them an essential part of modern logistics.

Key words: Self-service parcel terminals; logistics; market trends; e-commerce; automation.



INOVATYVIŲ PRIEDŲ IR ATLIEKŲ PANAUDOJIMAS CEMENTINIŲ MIŠINIŲ TVARUMUI IR SAVYBĖMS GERINTI: TEORINIS POŽIŪRIS

DIMITRIJUS MALINOVSKIS¹, dimitrijus.malinovskis@stud.viko.lt
TOMAS PIVORIŪNAS¹, tomas.pivoriunas@stud.viko.lt

¹Vilniaus kolegija, Statybos fakultetas, Statybos inžinerijos katedra, Antakalnio g. 54, Vilnius

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjama galimybė taikyti biokuro pelenus ir inovatyvius cheminius priedus kaip alternatyvas portlandcemenčiui siekiant pagerinti cementinių skiedinių savybes ir sumažinti aplinkos poveikį. Remiantis mokslinės literatūros analize, įvertinami tyrimai, kuriuose skirtingais kiekiais naudojami biokuro pelenai ir jų aktyvinimo metodai: mechaninis apdorojimas, mineraliniai priedai bei cheminiai plastifikatoriai. Apžvelgiamos fizikinių ir mechaninių savybių, tokių kaip gniuždymo stipris, vandens įgertis, poringumas ir ilgaamžiškumas, pokyčiai. Akcentuojama, kad tinkamai apdoroti biokuro pelenai gali veiksmingai pakeisti iki 20% cemento mišiniuose, neprarandant kokybinių savybių. Darbe taip pat išskiriami tvarios statybos aspektai – CO₂ emisijų mažinimas, antrinių žaliavų panaudojimas ir žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimas. Straipsnio rezultatai naudingi ieškant tvarių sprendimų statybinių medžiagų kūrimui.

Reikšminiai žodžiai: biokuro pelenai, cementas, skiedinys, fizikinės ir mechaninės savybės, aplinkosauga, tvarios statybinės medžiagos.

Įvadas

Straipsnyje nagrinėjamas biokuro pelenų ir inovatyvių cheminių priedų taikymas kaip tvari alternatyva daliniam portlandcemenčio pakeitimui cementiniuose mišiniuose. Atsižvelgiant į reikšmingą cemento pramonės indėlį į pasaulines CO₂ emisijas, tampa aktualu ieškoti aplinkai draugiškesnių sprendimų. Biokuro pelenai – tai pramonės atliekos, susidarančios deginant biomasę, galinčios veikti kaip papildomos cementinės medžiagos (angl. *supplementary cementitious materials*, SCM).

Tyrimo objektas – biokuro pelenai.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti mokslinius tyrimus, kuriuose vertinamas biokuro pelenų panaudojimas cementiniuose mišiniuose bei jų poveikis savybėms.

Tyrimo uždaviniai:

1. Apžvelgti biokuro pelenų panaudojimo galimybes cementinio skiedinio gamyboje.
2. Įvertinti fizikinių ir mechaninių savybių (gniuždymo stiprio, vandens įgerties, poringumo, ilgaamžiškumo) pokyčius, kai portlandcementis iš dalies keičiamas biokuro pelenais ir naudojami papildomi priedai.

Tyrimo metodas – mokslinės literatūros analizė.

Biokuras vis dažniau laikomas tvariu sprendimu mažinant priklausomybę nuo iškastinio kuro ir prisidedant prie klimato kaitos švelninimo. Tarptautiniu mastu biokuras jau užima reikšmingą vietą energijos gamyboje: pavyzdžiui, 2022 m. JAV biomasės dalis sudarė apie 5 % visos pirminės energijos suvartojimo, iš kurios daugiau nei pusė buvo skirta biokurui (U.S. Energy Information Administration [EIA], 2023).

Kaip rodo klimato kaitos mažinimo tyrimai, kasmet pasaulyje pagaminama apie 1260 EJ pirminės biomasės, tačiau tik 200–500 EJ gali būti panaudojama energijos gamybai tvariu būdu (Gielen et al., 2021). Europos Sąjungoje šis sektorius aktyviai vystomas pasitelkiant regioninę politiką ir atsinaujinančių išteklių subsidijavimą (European Commission, 2022).

Lietuvoje biokuras yra pagrindinis atsinaujinančios energijos šaltinis, ypač šilumos gamyboje.

Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis, 2018 m. net 51,8 % kietojo biokuro buvo sunaudota elektros energijos ir centralizuoto šilumos tiekimo gamyboje, o 37,3 % – namų ūkiuose (Lietuvos statistikos departamentas, 2019).

Lietuvos energetikos agentūra (LEA) pažymi, kad 2023 m. atsinaujinančių išteklių dalis šalies elektros gamyboje siekė net 76,4 %, kai 2010 m. ji siekė tik 18,2 %, o 1990 m. – vos 1,4% (LEA, 2024). Tai rodo nuoseklų perėjimą prie tvarių energijos šaltinių ir spartų biokuro įsitvirtinimą nacionalinėje energetikos politikoje.

Didėjantis biokuro panaudojimas energetikos sektoriuje yra glaudžiai susijęs su siekiu mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD), ypač anglies dioksido (CO₂), emisijas. Biokuras, priešingai nei iškastinis kuras, laikomas neutralios emisijos ištekliumi, nes jo degimo metu išsiskiriantis CO₂ kiekis yra artimas tam, kurį augalai absorbuoja augimo metu (Cherubini et al., 2011). Tarptautiniu mastu biokuro naudojimas padeda pasiekti Paryžiaus susitarimo tikslus. Remiantis Tarptautinės atsinaujinančios energijos agentūros (IRENA) duomenimis, pasaulinė CO₂ emisija galėtų sumažėti net



iki 70 %, jei būtų aktyviai pereinama prie atsinaujinančių išteklių, įskaitant biokurą (IRENA, 2020). Šalys, kurios didina biokuro dalį energetikoje, pastebi ne tik emisijų mažėjimą, bet ir gerėjančią energetinę nepriklausomybę.

Lietuvos kontekste CO₂ emisijų mažinimas taip pat yra vienas pagrindinių energetikos strategijos tikslų. Lietuvos aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, 2021 m. Lietuvoje į atmosferą išmesta apie 19,6 mln. tonų CO₂ ekvivalento ŠESD, iš kurių reikšminga dalis buvo susijusi su energetikos sektoriumi (Aplinkos apsaugos agentūra, 2022). Tačiau dėl biokuro ir kitų atsinaujinančių šaltinių integracijos šie skaičiai pamažu mažėja.

Nepaisant pažangos mažinant emisijas energetikos sektoriuje, pramonės šakos, tokios kaip cemento gamyba, vis dar išlieka vieni didžiausių CO₂ emisijų šaltinių pasaulyje. Cemento pramonė šiuo metu sudaro apie 7–8 % visų pasaulinių anglies dioksido emisijų (Andrew, 2019). Didžiausią emisijų dalį lemia ne tik intensyvus energijos vartojimas gamybos metu, bet ir cheminis procesas – kalcinavimas, kai deginant klintis (CaCO₃) išsiskiria CO₂.

Cemento gamyboje emisijos susidaro dviem pagrindiniais būdais:

- 1) tiesiogiai – dėl žaliavų skilimo (apie 60 % visų emisijų);
- 2) netiesiogiai – dėl kuro, naudojamo krosnių kaitinimui (apie 40 %) (Scrivener et al., 2018).

Dėl šios priežasties cemento pramonė tampa svarbiu taikiniu siekiant dekarbonizacijos tikslų tiek tarptautiniu mastu, tiek nacionalinėse strategijose.

Lietuvoje cemento gamyba taip pat prisideda prie pramoninių emisijų. Nors šalyje yra tik viena didelė cemento gamykla AB „Akmenės cementas“, ji yra tarp didžiausių nacionalinių ŠESD šaltinių. Lietuvos aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, vien 2020 m. ši gamykla į atmosferą išmetė apie 619 tūkst. tonų CO₂ (Aplinkos apsaugos agentūra, 2021). Šis skaičius aiškiai parodo būtinybę diegti alternatyvas tradicinei cemento gamybai, įskaitant papildomų medžiagų, tokių kaip biokuro pelenai, naudojimą.

Atsižvelgiant į tai, kad didžioji dalis cemento gamybos emisijų yra susijusi su žaliavų cheminėmis reakcijomis, didėja susidomėjimas alternatyviomis rišamosiomis medžiagomis, kurios galėtų iš dalies pakeisti portlandcemenčio naudojimą. Viena iš tokių medžiagų – biokuro pelenai, susidarantys deginant biomasę elektros ir šilumos gamyboje. Šie pelenai ne tik leidžia efektyviai panaudoti pramonės atliekas, bet ir padeda sumažinti bendrą cemento mišinio anglies pėdsaką.

Biokuro pelenai gali būti sėkmingai taikomi kaip papildomos cementinės medžiagos, prisidedančios prie mišinio stiprumo ir ilgaamžiškumo (Cabrera,

M. at al., 2020). Tinkamai apdoroti pelenai pasižymi puikiais pucolaninėmis savybėmis, kurios leidžia jiems reaguoti su kalcio hidroksidu, susidarantiu cemento hidratacijos metu, taip formuojant antrinius kietėjimo produktus.

Be to, biokuro pelenų naudojimas daro reikšmingą įtaką aplinkosauginiams rodikliams. Remiantis atliktais gyvavimo ciklo vertinimais (LCA), tokie priedai gali sumažinti cemento mišinio CO₂ emisijas nuo 10 iki 30 %, priklausomai nuo pakeitimo kiekio ir pelenų savybių (Ahmari & Zhang, 2012). Taip pat sumažinamas sąvartynuose šalinamų atliekų kiekis, prisidedant prie žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimo.

1. Biokuro pelenų gavyba

Biokuro pelenai yra šalutinis produktas, susidarantis deginant biomasę energijos gamybos įrenginiuose. Biomasė, kaip energijos šaltinis, gali būti įvairi: medienos atliekos (pvz., pjuvenos, skiedros), žemės ūkio likučiai (šiaudai, grūdų lukštai), energetiniai augalai ar net biologinės atliekos (Demirbas, 2004). Deginant šios medžiagos oksiduojasi aukštoje temperatūroje (dažniausiai 800–1000 °C), o likusi neorganinė dalis sudaro pelenus.

Biokuro pelenai paprastai skirstomi į dvi pagrindines frakcijas:

1. Lakieji pelenai (angl. fly ash) – tai smulkios dalelės, kurios surenkamos iš dūmų dujų srauto naudojant elektrostatinius filtrus arba ciklonus.
2. Dugno pelenai (angl. bottom ash) – tai sunkesnės dalelės, nusėdančios degimo įrenginio apačioje.

Pelenų sudėtis labai priklauso nuo deginamos biomasės tipo ir degimo sąlygų. Medienos biokuro pelenai dažniausiai pasižymi dideliu kalcio, kalio, magnio ir silicio kiekiu, o šiaudų ar grūdinių kultūrų pelenai turi daugiau silicio ir fosforo junginių (Vassilev et al., 2013). Norint naudoti pelenus statybinėse medžiagose, jie turi būti išdžiovinami, sijojami ir, kai kuriais atvejais, papildomai aktyvuojami (pvz., malami arba termiškai apdorojami) siekiant pagerinti jų reakcines savybes.

Svarbu pažymėti, kad biokuro pelenai yra laikomi nepavojingomis atliekomis, tačiau jų panaudojimui keliami tam tikri reikalavimai, ypač kai jie naudojami statybinių mišinių gamyboje. Europos Sąjungoje biokuro pelenų panaudojimas yra reglamentuojamas tokiais dokumentais kaip EN 450-1 (skirta lakiesiems pelenams) ir Statybos produktų reglamentas (angl. *Construction Products Regulation* (CPR)) (European Committee for Standardization, 2012).



1 pav. Biokuro degimo procesas (pelenų gavyba)
Šaltinis: sudaryta autorių

2. Biokuro pelenų cheminė sudėtis

Biokuro pelenų cheminė sudėtis yra viena iš svarbiausių savybių, lemiančių jų tinkamumą naudoti statybinėse medžiagose, ypač kaip papildomą cementinį komponentą. Pelenų sudėtis priklauso nuo sudegintos biomasės tipo (pvz., mediena, šiaudai, žemės ūkio atliekos), degimo temperatūros, technologijos bei degimo sąlygų (Vassilev et al., 2013).

Pagrindiniai cheminiai komponentai, randami biokuro pelenuose, yra silicio dioksidas (SiO_2) – 10–50 %, kalcio oksidas (CaO) – 5–35 %, kalis (K_2O) – 5–30 %, magnio oksidas (MgO) – 1–10 %, fosforo oksidas (P_2O_5) – 1–8 %, aliuminio oksidas (Al_2O_3) – 1–10 % ir geležies oksidas (Fe_2O_3) – 0,5–6 % (Vassilev et al., 2013).

Kai kurie pelenai taip pat gali turėti nedidelius kiekius natrio oksido (Na_2O), chloro (Cl^-), sieros (SO_3) ar sunkiųjų metalų, priklausomai nuo deginamos medžiagos kilmės ir užterštumo. Šie elementai gali riboti pelenų naudojimą, ypač, kai reikalaujama griežtų aplinkosauginių standartų. Vertinant potencialą biokuro pelenus naudoti statybiniuose mišiniuose didžiausią reikšmę turi didelis silicio (SiO_2), kalcio (CaO) ir aliuminio (Al_2O_3) kiekis, lemiantis pucolanines reakcijas bei cemento mišinio stiprumo augimą.

3. Lietuvoje ir užsienyje atlikti eksperimentiniai tyrimai

Biokuro pelenai esant tinkamoms cheminėms savybėms, gali būti naudojami kaip papildomos cementinės medžiagos. Dėl jų sudėtyje esančių reaktyvių komponentų (pvz., SiO_2 , Al_2O_3 , CaO) šie pelenai geba dalyvauti antrinėse hidratacijos reakcijose, taip formuodami papildomus stiprumą užtikrinančius

produktus, tokius kaip C-S-H gelis. Todėl šios medžiagos vertinamos kaip potencialus cemento pakaitalas siekiant mažinti CO_2 emisijas bei žiedinės ekonomikos kontekste.

Sakir ir bendraautorai (2020) atliko eksperimentinį tyrimą, kuriame buvo analizuojamas lakiųjų pelenų (FA) kaip papildomos cementinės medžiagos panaudojimas skiediniuose. FA buvo įmaišomi į mišinius kaip dalinis cemento pakaitalas 10–30 % kiekiu. Buvo vertinamos šviežio skiedinio takumo, kietėjimo stiprio, vandens įgeriamumo, atsparumo chloridų prasiskverbimui bei atsparumo šalčio-atšilimo ciklams charakteristikos.

Rezultatai parodė, kad naudojant FA, šviežio mišinio takumas padidėjo iki 45 % dėl sferinės dalelių formos. Naudojant itin smulkius FA, 28 parų gniuždymo stipris padidėjo iki 23 % lyginant su mišiniu be FA. Taip pat nustatytas sumažėjęs vandens įgeriamumas. 10 % FA įmaišymas sumažino chloridų prasiskverbimą 2–3 kartus. Atlikus 300 šaldymo-atšildymo ciklą, mišinių su FA stipris sumažėjo tik 18 %, o tuo metu kontrolinio mišinio – 26 %. FA dalelių dydis siekė 2–45 μm , jų morfologija buvo beveik tobulai sferinė, o sudėtyje dominavo amorfinis SiO_2 (50–60 %) ir Al_2O_3 (20–30 %). Rentgeno difrakcijos analizė (XRD) atskleidė amorfinės fazes ir pavienius kvarco bei hematito kristalus.

Nustatyta, kad esant didesniai nei 25 % FA kiekiui, stiprio augimas pirmosiomis dienomis lėtėjo (Sakir et al., 2020).

Nagrockienė ir Daugėla (2018) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo įvertinti biokuro lakiųjų pelenų įtaką betono fizikinėms ir mechaninėms savybėms, kai dalis portlandcemenčio (CEM I 42,5 R) pakeičiama šiais pelenais. Tyrime buvo naudojami pelenai, gauti deginant biomasę katilinėse, o cemento kiekis betone buvo pakeistas 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % ir 25 %. Rezultatai parodė, kad keičiant iki 15 % cemento pelenais 28 parų

gniuždymo stipris padidėjo, palyginti su kontroliniais mėginiais.

Tačiau, kai pelenų kiekis viršijo 15 %, pastebėtas reikšmingas stiprio sumažėjimas, kas, pasak autorių, galėjo būti susiję su didesniu nesurištų pelenų kiekiu ir silpnesne mikrostruktūra. Taip pat buvo vertinama betono ilgaamžiškumo savybė vandens įgeriamumas, kuris mažėjo didinant pelenų kiekį iki optimalaus 15 % kiekio. Didesnis kiekis lėmė poringumo padidėjimą. Autoriai pabrėžė, kad biokuro pelenų naudojimas betono mišiniuose ne tik gerina kai kurias savybes, bet ir prisideda prie CO₂ emisijų mažinimo bei žaliavų tausojimo, todėl gali būti taikomas tvarios statybos praktikoje. Nors šio tyrimo objektas buvo betonas, o ne cementiniai skiediniai, rezultatai gali būti iš dalies taikomi skiedinių tyrimuose, kadangi abiem atvejais bazinė rišamoji medžiaga yra portlandcementis, o pelenai veikia kaip papildoma cementinė medžiaga (Nagrockienė & Daugėla, 2018).

Hubert ir bendaautoriai (2024) tyrė skirtingos kilmės lakiųjų pelenų (pramoninių ir biokuro) poveikį cemento skiedinio fizikinėms ir mechaninėms savybėms. Tyrimo metu abi medžiagos buvo laikomos funkciniais požūriu tapačiomis lakiisiais pelenais (FA), naudotais kaip dalinis cemento pakaitalas. Portlandcementis (CEM I 52.5 N) buvo keičiamas FA 10 %, 20 % ir 30 % tūrio dalimis, o visų mišinių vandens ir rišklio santykis (W/B) išliko pastovus – 0,5. Eksperimentinių bandymų metu buvo vertinamos šviežio skiedinio savybės (sklidumas, tankis), stipris (7, 28 ir 90 parų), vandens įgeriamumas, poringumas, mikrostruktūra (SEM) ir hidratacijos produktai (XRD). Šviežių mišinių sklidumo rezultatai parodė nuoseklų sumažėjimą didėjant FA kiekiui: nuo 173 mm (kontrolinis mišinys) iki 168 mm (10 % FA), 161 mm (20 %) ir 157 mm (30 % FA). Tankis visais atvejais išliko gana pastovus ir svyravo tarp 2075–2110 kg/m³. Gniuždymo stiprio bandymai parodė, kad FA turinčių mišinių stipris mažėjo proporcingai jų kiekiui. Po 7 parų stipris siekė 44,5 MPa (kontrolinis), 40,1 MPa (10 % FA), 34,0 MPa (20 %) ir 28,5 MPa (30 %). Po 28 dienų gauti atitinkami rezultatai: 56,2 MPa (kontrolinis), 52,5 MPa (10 %), 47,0 MPa (20 %), 39,6 MPa (30 %). Po 90 dienų: 63,5 MPa (kontrolinis), 58,4 MPa (10 %), 54,2 MPa (20 %), 46,3 MPa (30 % FA).

Vandens įgeriamumas atitinkamai augo didėjant FA kiekiui: 7,4 % (kontrolinis), 7,9 % (10 % FA), 8,4 % (20 %) ir 9,6 % (30 %). Poringumo rezultatai: 15,9 %, 16,6 %, 17,5 %, 18,9 %.

Rezultatai rodo, kad FA padidino kapiliarinį poringumą. SEM analizė vizualizavo padidėjusį smulkių porų kiekį FA turinčiuose mišiniuose, ypač esant didesnėms FA dozėms. XRD analizė atskleidė vėlyvą

pucolaninės reakcijos aktyvumą, ypač FA mišiniuose, su aiškiai išreikštais hidratacijos produktais, tokiais kaip portlanditas ir etringitas. Tai atitiko ilgesnio stiprėjimo tendencijas ir papildomo C-S-H susidarymo galimybę. Naudoti pelenai prieš įmaišymą buvo išdžiovinti, sijoti (<250 μm) ir apibūdinti pagal cheminę sudėtį: pagrindiniai komponentai buvo SiO₂ (45–60 %), Al₂O₃ (15–25 %), taip pat nustatyti CaO ir Fe₂O₃ kiekiai. FA dalelių morfologija priklausė nuo kilmės – biokuro FA buvo netaisyklingi, o pramoniniai beveik tobulos sferinės formos (Hubert et al., 2024).

Yaphary, Y. L., Lam, R. H. W., & Lau, D. (2017) analizuoja šiuolaikines chemines technologijas, kurios taikomos siekiant sumažinti energijos sąnaudas ir pagerinti skiedinių gamybos efektyvumą. Didžiausias dėmesys skiriamas polikarboksilato eteriams (PCE) – pažangiai cheminių priedų klasei, naudojami kaip efektyvūs vandens reduktoriai. Tyrime buvo naudota molekulinės dinamikos modeliavimo metodologija, siekiant išnagrinėti, kaip PCE molekulės sąveikauja su cemento komponentais – ypač C₃S (trikalčio silikatu), kuris sudaro pagrindinę klinkerio dalį. Buvo modeliuojamas karboksilatinių grupių prisijungimas prie Ca²⁺ jonų ant C₃S paviršiaus, o polietileno oksido šoninės grandinės užtikrino sterinį efektą, trukdantį dalelių aglomeracijai. Šis mechanizmas pagerino dispersiją, dėl ko sumažėja dalelių sulipimas ir cemento grūdėliai geriau pasiskirsto suspensijoje. Tyrimai parodė, kad naudojant PCE, įmanoma reikšmingai sumažinti vandens kiekį cemento mišinyje išlaikant darbingumą.

Tai leidžia mažinti vandens ir cemento (W/C) santykį, o tai, savo ruožtu, padidina cementinio skiedinio stiprį, ilgaamžiškumą bei atsparumą aplinkos poveikiui. Be to, mažesnis vandens kiekis lemia mažesnę kapiliarinę poringumą, kas svarbu siekiant mažesnio vandens įgeriamumo ir geresnio atsparumo šaldymo atšildymo ciklams. Autoriai taip pat atkreipia dėmesį į tai, kad ne visų tipų cementas vienodai reaguoja į PCE molekules.

Cementų sudėtyje esantys molio mineralai, silicio dioksidas ar laisvieji sulfatai gali sąlygoti skirtingą absorbcijos intensyvumą, dėl ko gali keistis ir priedo efektyvumas. Pasak Yaphary, supratimas apie molekulinius mechanizmus leidžia ne tik kurti efektyvesnius cheminius priedus, bet ir sumažinti bendrą cemento kiekį mišiniuose, o tai yra esminis žingsnis siekiant mažesnių CO₂ emisijų. PCE priedų panaudojimas, ypač kartu su antrinėmis žaliavomis (pvz., pelenais ar šlaku), leidžia kurti pažangesius, ekologiškus produktus (Yaphary, Y. L., Lam, R. H. W., & Lau, D., 2017).

Popławski ir Lelusz (2021) atliko tyrimą, siekiant įvertinti mechaninio (malimo), fizinio (sijojimo) ir mineraloginio (reaktyvios silicio dioksido formos

mikrosilikos įmaišymo) biokuro pelenų aktyvinimo poveikį cementinio skiedinio stiprumui. Tyrime naudoti skiediniai, kuriuose dalis rišiklio buvo pakeista biomasės pelenais, aktyvintais skirtingais būdais bei skirtingomis mikrosilikos proporcijomis (0 %, 20 %, 40 % pagal pelenų masę). Rezultatai parodė, kad aktyvavimas mikrosilika turėjo ryškiausią įtaką gniuždymo stipriui – 20 % mikrosilikos priedas ženkliai padidino 2 parų stiprį. Svarbu pažymėti, kad 20 % mikrosilikos priedas kartu su sijotais pelenais užtikrino didžiausią 2 parų stiprį (16 Mpa), kuris buvo daugiau nei du kartus didesnis nei kontrolinio mėginio stipris (7,4 Mpa). Sijojimo ir malimo procesai pagerino pelenų granulimetrinę sudėtį, sumažino dalelių dydį ir padidino stiprumo aktyvumo indeksą (pvz., sijotų pelenų 28 dienų indeksas siekė 78,4 %, o tai viršijo EN 450-1 normą). Be to, nustatyta, kad sijoti pelenai turi didesnį CaO kiekį, o tai gali padėti spartinti rūšimosi reakcijas dėl hidraulinių savybių.

Nustatyta, kad skiediniai su aktyvinta pelenų sudėtimi nereikšmingai skyrėsi tankiu ir vandens įgertimi. Vandens įgerties rezultatai buvo 9–9,5 %, o tankis išliko beveik identiškas visoms mišinio grupėms. Tai leidžia manyti, kad nepaisant padidėjusio vandens poreikio aktyvintiems pelenams, mišinių apdorojamumas išliko panašus. Tyrimo rezultatai rodo, kad mechaninis ir mineraloginis biokuro pelenų aktyvinimas yra perspektyvi priemonė tvarių cementinių kompozitų gamyboje (Popławski & Lelusz, 2021).

Išvados

1. Biokuro pelenai, turintys tinkamų cheminių savybių, gali būti sėkmingai naudojami kaip papildomos cementinės medžiagos (SCM) cementiniuose skiediniuose. Jie dalyvauja hidratacijos reakcijose ir stiprina mišinio matricą.
2. Optimalus biokuro pelenų kiekis (10–20 %) pagerina gniuždymo stiprį, sumažina vandens įgertį ir poringumą. Viršijus 25–30 %, šios savybės prastėja.
3. Pelenų aktyvinimas (malimas, sijojimas, mikrosilikos įmaišymas) didina jų efektyvumą, ypač ankstyvuoju kietėjimo laikotarpiu. Cheminiai priedai, ypač PCE, pagerina mišinio darbingumą, leidžia sumažinti vandens kiekį ir padidina stiprį.
4. Biokuro pelenų taikymas padeda mažinti cemento naudojimą, CO₂ emisijas ir skatina žiedinę ekonomiką, todėl tai – tvarus sprendimas statybinių mišinių gamyboje.

Literatūra

- Andrew, R. M. (2019). Global CO₂ emissions from cement production, 1928–2018. *Earth System Science Data*, 11(4), 1675–1710. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2021). Didžiausių Lietuvos teršėjų ataskaita. <https://aaa.lrv.lt/>
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2022). ŠESD emisijos Lietuvoje 2021 m. <https://aaa.lrv.lt/>
- Cabrera, M., Díaz-López, J. L., Agrela, F., & Rosales, J. (2020). Eco-efficient cement-based materials using biomass bottom ash: A review. *Applied Sciences*, 10(22), 8026. <https://doi.org/10.3390/app10228026>
- Cherubini, F., Bird, N. D., Cowie, A., Jungmeier, G., Schlamadinger, B., & Woess-Gallasch, S. (2011). Energy- and greenhouse gas-based LCA of biofuel and bioenergy systems: Key issues, ranges and recommendations. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 913–927. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.03.013>
- Demirbas, A. (2004). Combustion characteristics of different biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 30(2), 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2003.10.004>
- EIA. (2023). Biomass explained. U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>
- European Commission. (2022). Renewable Energy Progress Report. <https://energy.ec.europa.eu/>
- European Committee for Standardization. (2012). EN 450-1:2012 – Fly ash for concrete – Part 1: Definition, specifications and conformity criteria. <https://standards.iteh.ai>
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2021). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
- Hubert, J., Grigoletto, S., Michel, F., Zhao, Z., & Courard, L. (2024). Development and properties of recycled biomass fly ashes modified mortars. *Recycling*, 9(3), 46. <https://doi.org/10.3390/recycling9030046>
- International Renewable Energy Agency. (2020). Global renewables outlook: Energy transformation 2050. <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>
- Lietuvos energetikos agentūra. (2024). Atsinaujinančios energijos išteklių naudojimo Lietuvoje ataskaita. <https://www.ena.lt>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2019). Energetika: 2019. <https://osp.stat.gov.lt>



Nagrockienė, D., & Daugėla, A. (2018). Investigation into the properties of concrete modified with biomass combustion fly ash. *Construction and Building Materials*, 182, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.125>

Popławski, J., & Lelusz, M. (2021). Influence of mechanical and mineralogical activation of biomass fly ash on the compressive strength development of cement mortars. *Materials*, 14(21), 6654. <https://doi.org/10.3390/ma14216654>

Saeed Ahmari, & Zhang, L. (2013). Utilization of cement kiln dust (CKD) to enhance mine tailings-based geopolymers bricks. *Construction and Building Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.069>

Sakir, S., Raman, S. N., Safiuddin, M., Kaish, A. B. M. A., & Mutalib, A. A. (2020). Utilization of by-products and wastes as supplementary cementitious

materials in structural mortar for sustainable construction. *Sustainability*, 12(9), 3888. <https://doi.org/10.3390/su12093888>

Scrivener, K. L., John, V. M., & Gartner, E. M. (2018). Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, 114, 2–26. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.03.015>

Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. (2013). An overview of the composition and application of biomass ash. *Fuel*, 105, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.10.001>

Visuotinė lietuvių enciklopedija. (n.d.). Skiedinys. <https://www.vle.lt/straipsnis/skiedinys/>

Yaphary, Y. L., Lam, R. H. W., & Lau, D. (2017). Chemical technologies for modern concrete production. *Procedia Engineering*, 172, 1270–1277. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.150>

THE USE OF INNOVATIVE ADDITIVES AND WASTE MATERIALS TO ENHANCE THE SUSTAINABILITY AND PROPERTIES OF CEMENT MIXTURES: A THEORETICAL APPROACH

DIMITRIJUS MALINOVSKIS¹, dimitrijus.malinovskis@stud.viko.lt
TOMAS PIVORIŪNAS¹, tomas.pivoriunas@stud.viko.lt

¹*Vilniaus Kolegija | Higher Education Institution, Faculty of Civil Engineering,
Department of Civil Engineering, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Summary. This article presents a theoretical analysis of the potential use of biofuel ash and innovative chemical additives as partial alternatives to Portland cement in cement mortar production. Cement manufacturing is one of the most carbon-intensive industrial processes, contributing significantly to global CO₂ emissions. Therefore, the search for alternative supplementary cementitious materials (SCMs) is a crucial step toward achieving more sustainable construction practices. The reviewed scientific literature highlights the chemical composition and pozzolanic activity of biofuel ash derived from the combustion of biomass such as wood residues or agricultural waste.

Various activation methods including mechanical treatment (grinding, sieving), mineral additives (such as microsilica), and chemical plasticizers (notably polycarboxylate ethers) are analyzed for their effectiveness in enhancing ash reactivity and improving mortar properties. The findings show that replacing up to 20% of Portland cement with properly treated biofuel ash can enhance compressive strength, reduce water absorption, and decrease porosity, all without compromising durability or workability.

In addition, the use of biofuel ash contributes to environmental goals by reducing landfill waste and promoting circular economy principles. Combining bio-based SCMs with advanced admixtures supports the development of eco-efficient, high-performance cementitious materials. This review confirms that biofuel ash, when correctly processed and applied, represents a viable and environmentally responsible solution for the construction industry, contributing both to emissions reduction and innovation in sustainable building technologies.

Key words: Biofuel ash, cement, mortar, physical and mechanical properties, environmental protection, sustainable construction materials.



TVARIŲ TERMOIZOLIACINIŲ MEDŽIAGŲ Palyginimas COPRAS Metodu

UGNĖ MEDZIKAUSKAITĖ¹, ugne.medzikauskaite@stud.viko.lt

¹*Vilniaus kolegija, Statybos fakultetas, Statybos inžinerijos katedra, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Anotacija. Straipsnyje atliekamas keturių tvarių termoizoliacinių medžiagų – celiuliozinės vatos, kanapių pluošto, avies vilnos ir medžio plaušo – vertinimas, pasitelkiant COPRAS (Complex Proportional Assessment) daugiakriterę analizę. Pirmiausia apžvelgiamos šių medžiagų savybės, tokios kaip šilumos laidumas, atsparumas ugniai, garų laidumas, kaina ir estetinė išvaizda. COPRAS metodas leidžia įvertinti alternatyvas pagal kelis kriterijus ir nustatyti optimalų sprendimą, atsižvelgiant į aplinkosauginius bei praktinius aspektus. Analizės metu kiekvienai medžiagai priskiriamas santykinis naudingumo laipsnis, kuris leidžia nustatyti prioritetinį pasirinkimą. Tyrimo rezultatai parodo, kuri iš medžiagų geriausiai atitinka šiuolaikinius tvarumo ir funkcionalumo reikalavimus, taip pat pateikia pagrįstų pasiūlymų, kuriuos galima pritaikyti statybų ar renovacijos srityse, siekiant mažesnio poveikio aplinkai. Tyrimas prisideda prie žalesnės statybos plėtros, skatinant aplinkai draugiškų sprendimų diegimą. Be to, jis padeda priimti pagrįstus sprendimus projektuotojams, architektams ir statybų specialistams.

Reikšminiai žodžiai: tvarios termoizoliacinės medžiagos, termoizoliacija, daugiakriterinė analizė, Copras metodas, aplinkosauga.

Įvadas

Straipsnyje nagrinėjama tvarių termoizoliacinių medžiagų – celiuliozinės vatos, kanapių pluošto, avies vilnos ir medžio plaušo – vertinimas daugiakriterės analizės COPRAS metodu. Energijos resursų eikvojimas sukelia ekologinių problemų, nes lemia anglies dvideginio išsiskyrimą į aplinką, o tai yra pagrindinės šiltnamio efektą sukeliančios dujos, dėl kurių vyksta globalinis atšilimas. Didėjant dėmesiui aplinkosaugai ir energijos taupymui, tvarumo principai tampa vis svarbesni statybos sektoriuje. Nors pastatų šilumos nuostolių mažinimas tebėra viena pagrindinių energinio efektyvumo didinimo krypčių, tvarios termoizoliacinės medžiagos ne visada pasižymi aukščiausiu šilumos sulaikymo efektyvumu, lyginant su įprastomis sintetinėmis medžiagomis. Tačiau jos vertinamos dėl kitų reikšmingų savybių – mažesnio poveikio aplinkai per visą gyvavimo ciklą, galimybės būti perdirbtoms, atsinaujinančių žaliavų naudojimo bei ilgaamžiškumo.

Tyrimo objektas – tvarios termoizoliacinės medžiagos.

Tyrimo tikslas – taikant COPRAS metodą įvertinti ir nustatyti optimalią tvarią termoizoliacinę medžiagą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti tvarių termoizoliacinių medžiagų savybes, jų privalumus ir taikymo galimybes.
2. Apibūdinti COPRAS metodą ir jo taikymo principus daugiakriteriuose vertinimuose.
3. Atlikti tvarių termoizoliacinių medžiagų daugiakriterę analizę COPRAS metodu, siekiant nustatyti tinkamiausią sprendimą A++ klasės pastatams.

Tyrimo metodai – literatūros analizė, siekiant išnagrinėti informaciją apie tvarias termoizoliacines

medžiagas, naudojamas norint pasiekti A++ klasės pastatų energinį efektyvumą. Ekspertų apklausa panaudota siekiant surinkti duomenis, reikalingus lyginamųjų kriterijų reikšmingumui nustatyti. Daugiakriterės analizės metodas COPRAS taikytas tvarių termoizoliacinių medžiagų daugiavariančiam vertinimui ir optimalaus sprendinio nustatymui.

1. Tvarių termoizoliacinių medžiagų analizė

Lietuvoje nuo 2021 m. įsigaliojęs įstatymas įpareigoja naujo pastato projekte užtikrinti, kad objektas atitiktų A++ energinę klasę. Energinio naudingumo reikalavimus visų paskirčių pastatams Lietuvoje reglamentuoja Statybos įstatymas: reikalavimus energinio naudingumo vertinimui nustato Statybos techninis reglamentas STR. 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ (STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“).

Kaip nurodyta Statybos techniniame reglamente, A++ reikalavimus atitinkantys pastatai – tai tokie pastatai, kurie beveik nevartoja energijos (yra labai aukšto energinio naudingumo pastatai, kuriuose energijos sunaudojimas yra labai mažas, beveik lygus nuliui). Vienas iš pagrindinių A++ reikalavimų pastatui yra, jog sienos, grindys bei stogas būtų puikiai izoliuoti ir užtikrintų mažą šilumos nuostolį per namo išorę. Tai gali būti pasiekama naudojant aukštos kokybės šilumą izoliuojančias medžiagas (STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“). Būtent todėl per pastaruosius penkerius metus energijos taupymas vis labiau tampa strateginiu aplinkos išsaugojimo, tvarumo puoselėjimo ir vertingų



gamtos išteklių išsaugojimo tikslu. Prie energijos suvartojimo mažinimo pastatų sektoriuje ir tvarumo prisideda ir tvarios statybinės medžiagos, tokios kaip termoizoliacinės medžiagos (Ali, et al. 2024).

Tvari termoizoliacinė medžiaga – tai medžiaga, naudojama pastatų šilumos termoizoliacijai, kuri turi mažą poveikį aplinkai ir žmogaus sveikatai tiek jos gamybos, tiek naudojimo, tiek ir utilizavimo metu. Tai medžiaga, kuri ne tik efektyviai sumažina šilumos nuostolius ir pagerina energijos efektyvumą pastatuose, bet ir atitinka tvarumo principus – mažina anglies pėdsaką, naudojant atsinaujinančius išteklius ir užtikrinant, kad medžiaga būtų lengvai perdirbama arba biologiškai suyranči (Gaujėna, et al., 2020). Tvrios medžiagos, įskaitant celiuliozę ir kitus augalinius pluoštus, pavyzdžiui, avių vilną, tampa vis populiareesnės kaip šilumos izoliacija statyboje, nes jos turi daug pranašumų, palyginti su tradicinėmis termoizoliacinėmis medžiagomis.

Pagrindinis tvarių medžiagų naudojimo pranašumas yra jų tvarumas, nes jos yra pagamintos iš atsinaujinančių išteklių ir jų anglies pėdsakas yra mažesnis nei sintetinių medžiagų. Be to, tvrios medžiagos taip pat pasižymi puikiais šiluminėmis savybėmis, tokiomis kaip šilumos laidumas, o tai padeda pagerinti pastatų energijos vartojimo efektyvumą ir sumažinti šildymo bei vėsinimo išlaidas (Raja, et al., 2023). Tyrimui ir daugiakriteriam vertinimui COPRAS metodu atlikti parinktos 4 tvrios termoizoliacinės medžiagos. Žemiau pateikiamas jų trumpas apibūdinimas.

Celiuliozinė vata

Pasak Gailiaus & Vėjelio (2010), „celiuliozinės termoizoliacinės vatos, gaunamos perdirbus popieriaus atliekas, technologija buvo išrasta ir patentuota 1893 m. Anglijoje. 1928 m. Vokietijoje buvo pastatytas pirmasis celiuliozinės vatos gamybos cechas. Nuo 1947 m. vata pradėta gaminti JAV, o nuo 1970 m. – kitose Europos šalyse (išskyrus buvusią Sovietų Sąjungą).

Pagaminta celiuliozinė vata pakuojama į popierinius maišus (1 pav.). Į konstrukcijas ji montuojama specialiais įpurškimo įrenginiais. Atsižvelgiant į suspaudimo laipsnį ir naudojimo paskirtį, ekovatos tankis kinta nuo 25 iki 65 kg/m³. Vatos struktūroje esantis nejudrus oras sudaro iki 85 % viso medžiagos tūrio, todėl medžiaga gerai išsaugo šilumą. Deklaruojamasis šilumos laidumo koeficientas, priklausomai nuo medžiagos tankio, yra 0,036–0,046 W/(m•K). Tai reiškia, kad celiuliozės pagrindu pagaminti audiniai, tokie kaip medvilnė, turi gana žemą šilumos laidumą ir gerai išlaiko šilumą. Tokių medžiagų naudojimas statyboje gali padėti išlaikyti šilumą patalpose, tačiau medžiagos turi būti gerai apsaugotos nuo drėgmės, galinčios sumažinti jų šilumines savybes.

Nors audinys nėra pati atspariausia ugniai medžiaga, tačiau vis tiek laikoma sunkiai užsidegančia medžiaga, kurios degumo klasė yra B-s1,d0 (Gailius & Vėjelis, 2010).

Kanapių pluoštas

Kanapių pluoštas – tai viena iš natūralių, tvarių medžiagų, kuri pastaruoju metu vis dažniau naudojama statybose energetiniam efektyvumui gerinti (2 pav.). Kanapės auga greitai, nereikalauja daug pesticidų ir trąšų, todėl yra laikomos viena iš ekologiškiausių ir tvariausių žaliavų (Palanikumar, et al., 2023).

Kanapių pluoštas turi puikias šilumos izoliacijos savybes, nes jo pluoštai užtikrina gerą oro cirkuliaciją ir mažina šilumos nuostolius. Jis taip pat pasižymi geru drėgmės reguliavimu, kas leidžia išlaikyti pastato vidaus klimatą. Kanapės nereikalauja daug vandens ir nėra jautrios daugeliui kenkėjų, todėl jas galima auginti be cheminių medžiagų, tokių kaip pesticidai. Šilumos laidumo koeficientas yra 0.040–0.050 W/(m•K). Kanapės taip pat pasižymi geromis šiluminėmis izoliacinėmis savybėmis. Kanapių pluoštas yra biologiškai suyrančias, o tai reiškia, kad pasibaigus jo gyvavimo ciklui (pvz., pasibaigus jo naudojimo laikotarpiui statybose), jis gali būti lengvai perdirbamas arba net natūraliai suyra be didelės žalos aplinkai. Kanapių pluoštas gali būti naudojamas tiek vidinei, tiek išorinei pastatų termoizoliacijai. Dažniausiai jis būna plokštelėmis, ritinėliais arba granulių pavidalo, ir dėl savo gerų termoizoliacinių savybių puikiai tinka sienoms ir stogams šiltinti. Jo degumo klasė yra E. Kanapių pluoštas dar nėra taip plačiai naudojamas ir prieinamas kaip tradicinės termoizoliacinės medžiagos, todėl jo kaina gali būti aukštesnė (Gaujėna, et al., 2020).

Avies vilna

Kaip teigia Hetimys, et al., (2023), „avies vilna – viena iš natūralių termoizoliacinių medžiagų, kuri pastaruoju metu vis labiau įgauna populiarumą dėl savo tvarumo, aplinkai nekenksmingų savybių ir puikių šilumos savybių. Avies vilna naudojama tiek gyvenamųjų pastatų, tiek komercinių ir pramoninių pastatų šilumos izoliacijai, akustinėms ir garso izoliacijos reikmėms, taip pat drėgmės reguliavimui pastatuose.“

Avies vilna puikiai sulaiko šilumą, nes jos pluoštai turi didelį oro tarpą, kuris veikia kaip izoliatorius (3 pav.). Tai padeda išlaikyti pastatuose stabilų temperatūros lygį, sumažinant šildymo ir aušinimo poreikį. Avies vilnos šilumos laidumo koeficientas yra apie 0.035 W/(m•K) (Dénes, et al., 2019).

Avies vilna puikiai tinka tiek šilto, tiek šalto klimato sąlygomis, nes ji gali išlaikyti šilumą šaltu oru ir atvėsinti esant karščiui, todėl tai puikus pasirinkimas tiek šaltuose,





1 pav. Celiuliozinė vata
Šaltinis: sudaryta autorių



2 pav. Kanapių pluoštas
Šaltinis: sudaryta autorių



3 pav. Avies vilna
Šaltinis: sudaryta autorių



4 pav. Medžio plaušas
Šaltinis: sudaryta autorių

ties šiltoose regionuose. Avies vilna sugeria drėgmę ir ją palaipsniui išskiria. Tai padeda kontroliuoti drėgmės lygį pastatuose, ypač drėgnose patalpose, ir sumažina pelėsių ir bakterijų susidarymo riziką. Avies vilnos degumo klasė yra D-s2, d0. Avies vilna yra natūrali, biologiškai suyanti ir perdirbama medžiaga, todėl ją naudojant mažinama aplinkos tarša. Vilna yra ekologiška, nes jos gamybai nereikia kenksmingų cheminių medžiagų, ir ji nesukelia žalos gamtai po naudojimo. Avies vilna dažniausiai naudojama kaip termoizoliacinė medžiaga, tiek gyvenamiesiems, tiek komerciniams pastatams. Tai ekologiška alternatyva kitoms termoizoliacinėms medžiagoms, tokioms kaip stiklo vata ar putų polistirenas (Dénes, et al., 2019).

Medžio plaušas

Medžio plaušas – tai natūralus ir ekologiškas medžiagos pasirinkimas, kuris vis labiau populiarėja dėl savo šilumos, garso izoliacijos ir tvarumo savybių. Medžio plaušas naudojamas įvairiose statybos srityse, tiek kaip šilumos izoliacija, tiek kaip statybinė medžiaga kompozitų gamyboje (Sari, et al., 2020).

Medžio plaušas yra medžiaga, (4 pav.) turinti daugelio metų pastatų šiltinimo tradicijas. Su medienos vatos izoliacija, gali būti atliekami visų medinių pastatų ar kitų objektų šiltinimo darbai. Šilumos laidumo koeficientas $0.038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Pagrindinis medienos plaušo privalumas yra ypač didelis šios natūralios medžiagos tvirtumas ir ilgaamžiškumas. Visų pirma, medienos plaušo vata nebijo sąlyčio su vandeniu ar vandens garais, išdžiūvusi įgauna savo pradinę būklę, yra difuziškai atvira, palyginti su kitomis termoizoliacinėmis medžiagomis (Sari, et al., 2020).

2. Copras metodo apibūdinimas

Tyrime siekiant nustatyti optimalią tvarios termoizoliacinės medžiagos alternatyvą naudojamas COPRAS metodas. Tai metodas, skirtas palyginti įvairius variantus pagal sudarytą kriterijų sistemą, kur kiekvienas

kriterijus turi įtaką galutiniam sprendimui. Šis metodas leidžia įvertinti tiek kokybinius, tiek kiekybinius duomenis. Šiuo metodu atsižvelgiama į suinteresuotas grupes, o ekspertai vertina įvairius kriterijus, suteikdami jiems reikšmingumą pagal savo patirtį ir žinias (Organ, et. al., 2016).

COPRAS metodas apima penkis etapus, kurių metu sistemingai įvertinami visi pasirinkti 5 kriterijai, 4 tvarių termoizoliacinių medžiagų alternatyvos ir jų svarbumas.

1 etapas. Sudaroma įvertinta normalizuotų sprendinių matrica. Šio etapo tikslas – iš lyginamų rodiklių gauti bedimensius (normalizuotus) įvertintus dydžius. Kai žinomi bedimensiai įvertinti dydžiai, galima palyginti visus skirtingų matavimo vienetų rodiklius. Tam taikoma tokia formulė:

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

čia x_{ij} kriterijaus reikšmė j sprendimo variantu; m – kriterijų skaičius; n – lyginamų variantų skaičius; q_i – i kriterijaus reikšmingumas.

Kiekvieno kriterijaus x_i gautų bedimensių įvertintų reikšmių d_{ij} suma visada lygi šio kriterijaus reikšmingumui q_i :

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

2 etapas. Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojančių (jų mažesnė reikšmė yra geresnė) S_{-j} ir maksimizuojančių (jų didesnė reikšmė yra geresnė) S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{+j} = \sum_{j=1}^m d_{+ij}; S_{-j} = \sum_{j=1}^m d_{-ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Šiuo atveju S_{+j} (kuo didesnis šis dydis, tuo labiau įgyvendinti suinteresuotų grupių tikslai) ir S_{-j} (kuo mažesnis šis dydis, tuo labiau pasiekti suinteresuotų grupių tikslai) dydžiai išreiškia kiekvieno varianto suinteresuotų grupių pasiektų tikslų laipsnį. Bet kuriuo atveju visų alternatyvių projektų „plusų“ S_{+j} ir „minusų“ S_{-j} sumos visada yra atitinkamai lygios visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms:

$$S_{+} = \sum_{j=1}^n S_{+j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{+ij},$$

$$S_{-} = \sum_{j=1}^n S_{-j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{-ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (4)$$

3 etapas. Lyginamų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+j} ir neigiamomis S_{-j} savybėmis. Kiekvieno nagrinėjamo objekto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Santykinis nagrinėjamo varianto Q_j rodo suinteresuotų grupių tikslų ir poreikių pasiekimo lygį. Efektyviausio varianto reikšmingumas visada bus didžiausias.

4 etapas. Nustatomas lyginamų variantų prioritetiškumas. Kuo didesnis Q_j , tuo didesnis projekto efektyvumas. Tačiau praktiškai suinteresuotas grupes labiau domina ne nagrinėjamų variantų santykinis reikšmingumas ir prioritetiškumas, bet tai, koks yra variantų naudingumo laipsnis ir kokia iš to išeinanti jų vertė. Kitaip sakant, suinteresuotas grupes labiausiai domina tas variantas, kuris geriausiai patenkins jų poreikius ir tikslus.

5 etapas. Varianto a_j naudingumo laipsnis N_j nustatomas pagal tokią formulę:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{\max}} \cdot 100\%$$

Variantas a_j naudingumo laipsnis N_j išreiškia suinteresuotų grupių tikslų pasiekimo lygį. Kuo daugiau ir reikšmingesnių pasiekta tikslų, tuo didesnis naudingumo laipsnis. Kadangi suinteresuotas grupes labiausiai domina, koku laipsniu nagrinėjami variantai yra vieni už kitus efektyvesni (labiau tenkinantys jų poreikius ir tikslus), tai praktikoje, išrenkant racionaliausią sprendimą, geriau vartoti lyginamo varianto naudingumo sąvoką, o ne varianto reikšmingumą.

3. Daugiakriteris tvarių termoizoliacinių medžiagų palyginimas

Tyrimo kriterijaus rodiklių reikšmes vertino 2 ekspertai. Vienas ekspertas, dirbantis statybos srityje 24 metus ir kitas ekspertas, dirbantis 12 metų su termoizoliacinių medžiagų sienų šiltinimo darbais. Didžiausia kriterijaus reikšmė vertinama 5, o mažiausia 1. Kitiems vertinimo kriterijams parinktos tarpinės reikšmės. Pagal įvertinimą nustatyta reikšmė + ar –. (1 lentelė)

1 lentelė. Reikšmingumas

Nr.	Kriterijai	Reikšmė
1	Šilumos laidumo koeficientas	5
2	Degumo klasė	3
3	Kaina	4
4	Vandens garų difuzijos atsparumo koeficientas	2
5	Estetinė išvaizda	1

Šaltinis: sudaryta autorės

Buvo lyginamos 4 skirtingų tipų termoizoliacinės medžiagos pagal šilumos laidumo koeficiento, degumo klasės, kainos, vandens garų difuzijos atsparumo koeficiento, estetinės išvaizdos kriterijus. Į pradinių duomenų lentelę (2 lentelė) surašomi pradiniai duomenys. Kaina buvo parinkta pasitelkiant pardavėjų ar gamintojų internetinius puslapius. Estetinė išvaizda buvo parinkta atsižvelgiant į ekspertų nuomonę.

2 lentelė. Pradinių duomenų lentelė

Nagrinėjami kriterijai	*	Reikšmin-gumas	Matavimo vienetai	Termoizoliacinių medžiagų tipai			
				Ekovata, kai tankis 30–35 kg/m ³	Kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute	Isolena avies vilna SD PRE20	Medžio plaušo plokštė STEIC Oflex
Šilumos laidumo koeficientas	+	0,3	W/(m•K)	0.036	0.039	0.035	0.038
Degumo klasė	+	0,2	–	B-s1,d0	E	D-s2,d0	E
Kaina	+	0,3	Eur	28.35€	25.40 €	72.10 €	26.50 €
Vandens garų difuzijos atsparumo koeficientas	+	0,1	–	1.72	1.5	2	1.8
Estetinė išvaizda po daug metų	–	0,1	–	ilgaamžė	ilgaamžė	ilgaamžė	ilgaamžė

Šaltinis: sudaryta autorės

Degumo klasė geriausia ekovatos, kai tankis 30–35 kg/m³, todėl ekspertai ją įvertino 100 balų, Isolena avies vilna SD PRE20 – 90 balų, o kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute ir medžio plaušo plokštė STEICO flex – 70 balų. Isolena avies vilna SD PRE20 turi geriausią vandens garų difuzijos atsparumo

koeficientą, todėl ekspertų vertinama 100 balų, medžio plaušo plokštė STEICO flex – 95 balai, ekovata, kai tankis 30-35 kg/m³ – 85 balai, o kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute – 70 balų. Estetinė visų medžiagų išvaizda po daug metų įvertinta po 100 balų, nes visos yra ilgaamžės.

3 lentelė. Pradinių skaičiavimų duomenys

Nagrinėjami kriterijai	*	Reikšmin-gumas	Matavimo vienetai	Termoizoliacinių medžiagų tipai			
				Ekovata, kai tankis 30–35 kg/m ³	Kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute	Isolena avies vilna SD PRE20	Medžio plaušo plokštė STEIC Oflex
Šilumos laidumo koeficientas	+	0,3	W/(m•K)	0.036	0.039	0.035	0.038
Degumo klasė	+	0,2	balai	100	70	90	70
Kaina	+	0,3	Eur	28.35 €	25.40 €	72.10 €	26.50 €
Vandens garų difuzijos atsparumo koeficientas	+	0,1	balai	85	70	100	95
Estetinė išvaizda po daug metų	–	0,1	balai	100	100	100	100

Šaltinis: sudaryta autorės

Ekovatos maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma $0,07+0,06+0,06=0,19$ apskaičiuojama pagal 3 formulę. (4 lentelė) Kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma yra $0,08+0,04+0,05=0,2$. Isolena avies vilna SD PRE20 – $0,07+0,06+0,14=0,2$. Medžio plaušo plokštė STEICO flex – $0,08+0,04+0,05=0,18$.

Ekovatos minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma yra $0,02+0,025=0,045$, apskaičiuojama pagal 4 formulę. Kanapių ir džiuo pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma yra $0,02+0,025=0,045$. Isolena avies vilna SD PRE20 – $0,03+0,025=0,055$. Medžio plaušo plokštė STEICO flex – $0,03+0,025=0,055$.



4 lentelė. Daugiakriterė tvarių termoizoliacinių medžiagų analizė

Nagrinėjami kriterijai	*	Reikšmingumas	Matavimo vienetai	Termoizoliacinių medžiagų tipai			
				Ekovata, kai tankis 30–35 kg/m ³	Kanapių ir džiuoto pluošto vata Thermo Hemp Combi Jute	Isolena avies vilna SD PRE20	Medžio plaušo plokštė STEIC Oflex
Šilumos laidumo koeficientas	+	0,3	W/(m•K)	0,07	0,08	0,07	0,08
Degumo klasė	+	0,2	–	0,06	0,04	0,06	0,04
Kaina	+	0,3	Eur	0,06	0,05	0,14	0,05
Vandens garų difuzijos atsparumo koeficientas	–	0,1	–	0,2	0,2	0,03	0,03
Estetinė išvaizda po daug metų	–	0,1	–	0,025	0,025	0,025	0,025
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				0,19	0,17	0,27	0,17
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				0,045	0,045	0,055	0,055
Reikšmingumas				0,245	0,225	0,315	0,225
Prioritetiškumas				2	3	1	3

Šaltinis: sudaryta autorės

Išvados

Išanalizuotos tvarios termoizoliacinės medžiagos ir pateikta, kokie kriterijai yra reikšmingiausi norint išsirinkti vieną medžiagą.

Siekiant nustatyti optimalią termoizoliacinę medžiagą pasirinktas COPRAS metodas, nes šis metodas skirtas palyginti įvairius variantus pagal sudarytą kriterijų sistemą, kur kiekvienas kriterijus turi įtaką galutiniam sprendimui. Šis metodas leidžia įvertinti tiek kokybinius, tiek kiekybinius duomenis. Šiuo metodu atsižvelgiama į suinteresuotas grupes, o ekspertai vertina įvairius kriterijus, suteikdami jiems reikšmingumą pagal savo patirtį ir žinias.

COPRAS metodu apskaičiavus tvarių termoizoliacinių medžiagų prioritetiškumą nustatyta, kad optimali medžiaga yra Isolena avies vilna SD PRE20.

Literatūra

STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“

Ali, A., Issa, A., & Elshaer, A. (2024). A Comprehensive Review and Recent Trends in Thermal Insulation Materials for Energy Conservation in Buildings. *Sustainability*, 16(20), 8782.

Gaujėna, B., Agapovs, V., Borodinecs, A., & Strelets, K. (2020). Analysis of thermal parameters of hemp fiber insulation. *Energies*, 13(23), 6385.

Raja, P., Murugan, V., Ravichandran, S., Behera, L., Mensah, R. A., Mani, S., ... & Das, O. (2023). A Review of Sustainable Bio-Based Insulation Materials for Energy-Efficient Buildings. *Macromolecular Materials and Engineering*, 308(10), 2300086.

Gailius, A. ir Vėjelis, S. (2010). Termoizoliacinės medžiagos ir jų gaminiai: Vadovėlis. Technika. <https://doi.org/10.3846/1070-S>.

Organ, A., & Yalçın, E. (2016). Performance evaluation of research assistants by COPRAS method. *European Scientific Journal*, 12(10), 102-109.

Palanikumar, K., Natarajan, E., Markandan, K., Ang, C. K., & Franz, G. (2023). Targeted pre-treatment of hemp fibers and the effect on mechanical properties of polymer composites. *Fibers*, 11(5), 43.

Dénes, O., Florea, I., & Manea, D. L. (2019). Utilization of sheep wool as a building material. *Procedia Manufacturing*, 32, 236-241.

Hetimy, S., Megahed, N., Eleinen, O. A., & Elgheznawy, D. (2023). Exploring the potential of sheep wool as an eco-friendly insulation material: A comprehensive review and analytical ranking. *Sustainable Materials and Technologies*, e00812.

Sarı, A., Hekimoğlu, G., & Tyagi, V. V. (2020). Lowcost and eco-friendly woodfiber-based composite phase change material: Development, characterization and lab-scale thermoregulation performance for thermal energy storage. *Energy*, 195, 116983.

Biri celiuliozinė ekovata (2025-04-18) <https://mokevezi.lt/1066632-biri-celiuliozine-ekovata-ekowool-premium-svoris-13-5-kg>

Kanapių pluoštas (2025-04-18) <https://www.linulenta.lv/p/lt-kanapiu-vata/>

Avies vilna (2025-04-18) <https://www.hesora.lt/steico/produkcija/steico-therm/>

Medienos plaušas (2025-04-18) <https://www.hesora.lt/steico/produkcija/steico-therm/>



COMPARISON OF SUSTAINABLE THERMAL INSULATION MATERIALS USING THE COPRAS METHOD

UGNĖ MEDZIKAUŠKAITĖ¹, ugne.medzikauskaite@stud.viko.lt

¹*Vilniaus Kolegija | Higher Education Institution, Faculty of Civil Engineering,
Department of Civil Engineering, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Summary. The growing demand for energy efficiency and environmental responsibility in the construction sector has encouraged the development and use of sustainable building materials. Among these, natural thermal insulation materials are gaining attention as viable alternatives to conventional products due to their renewable nature, lower environmental impact, and effective insulating properties. This study aims to compare four sustainable insulation materials – cellulose wool, hemp fiber, sheep wool, and wood fiber – using the COPRAS (Complex Proportional Assessment) multi-criteria decision-making method.

The materials were evaluated based on five key criteria: thermal conductivity coefficient, fire resistance class, price, water vapor diffusion resistance coefficient, and aesthetic appearance. The COPRAS method enabled the ranking of alternatives by quantifying each material's performance across all criteria, while considering their relative importance.

The analysis revealed that sheep wool received the highest overall evaluation, making it the most suitable option among the selected materials. It demonstrated strong thermal insulation characteristics, natural origin, and favorable aesthetic qualities.

The findings of this research highlight the potential of sheep wool and other natural materials in promoting sustainable construction practices. This study provides valuable insights for professionals in architecture, engineering, and sustainable design, supporting informed decision-making in the selection of eco-friendly insulation solutions.

Key words: Sustainable materials, thermal insulation, COPRAS method, sheep wool, multi-criteria analysis, eco-friendly.



GREITOJO MAISTO IŠVEŽIOJIMO PASLAUGŲ IŠŠŪKIAI IR TENDENCIJOS

KAMILĖ MOTOVAITĖ¹

¹*Vilniaus kolegija, Statybos fakultetas, Verslo ir viešosios vadybos katedra, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Anotacija. Straipsnyje analizuojami pagrindiniai greitojo maisto pristatymo paslaugų iššūkiai ir raidos tendencijos, ypatingą dėmesį skiriant logistikos grandinės veiksmingumui, klientų lūkesčiams ir skaitmeninių technologijų integracijai. Tyrimas grindžiamas antrinių šaltinių analize, siekiant identifikuoti pagrindinius sektoriaus pokyčius, socialines ir aplinkosaugines problemas bei galimus jų sprendimo būdus.

Reikšminiai žodžiai: greitojo maisto išvežiojimo paslaugos, rinka, tendencijos, iššūkiai.

Įvadas

Greitojo maisto išvežiojimo paslaugos pastaraisiais metais tapo neatsiejama miesto gyventojų kasdienybės dalimi – šios paslaugos pastaraisiais metais išaugo eksponentiškai, ypač po COVID-19 pandemijos, kuri paskatino skaitmeninių technologijų naudojimą ir maisto pristatymo sprendimų plėtrą. Tačiau ši rinka susiduria su daugybe iššūkių: vartotojų elgsenos dinamika, logistikos efektyvumo problemos, darbuotojų teisės ir darbo sąlygos bei aplinkosaugos aspektai, tokie kaip per didelis plastiko naudojimas pakuotėse ar kt. Be to, technologinė pažanga, įskaitant dirbtinį intelektą ir bepiločius dronus, keičia tradicinius verslo modelius. Siekiant geriau suprasti šiuos procesus, svarbu atlikti išsamią literatūros analizę, kuri leistų identifikuoti pagrindines tendencijas ir iššūkius. Pagrindinė šio straipsnio problema – kaip greitojo maisto išvežiojimo įmonės gali prisitaikyti prie klientų lūkesčių, užtikrinti paslaugų kokybę, tvarumą bei efektyvią logistiką. Tyrimo tikslas – išanalizuoti greitojo maisto pristatymo paslaugų iššūkius ir tendencijas, pasitelkiant antrinę literatūrą. Tyrimo objektas – greitojo maisto išvežiojimo paslaugų sektorius. Tyrimo klausimas – kokie pagrindiniai iššūkiai ir tendencijos lemia šio sektoriaus raidą bei kokių sprendimų gali imtis įmonės siekdamos efektyvumo ir tvarumo?

Tyrimo metodika

Straipsnyje pasirinkta kokybinė metodologija, pagrįsta antrinių šaltinių – recenzuotų mokslinių straipsnių, tyrimų ataskaitų bei analitinių apžvalgų – analize. Šis metodologinis požiūris leidžia sistemingai apžvelgti esamus mokslinius tyrimus, siekiant atskleisti pagrindines tendencijas ir iššūkius, su kuriais susiduria greitojo maisto pristatymo paslaugų sektorius. Šaltinių atranka buvo vykdoma pagal jų teminį aktualumą, mokslinį patikimumą bei prieinamumą atvirojo mokslo

(Open Access) principu, siekiant užtikrinti duomenų prieinamumą ir tyrimo skaidrumą.

1. Greitojo maisto išvežiojimo paslaugų aktualijos: literatūros ir tyrimų apžvalga

Per pastarąjį dešimtmetį (2015–2025) gerokai išaugo mokslinis susidomėjimas greitojo maisto išvežiojimo paslaugomis.

Atlikta daugybė tyrimų, nagrinėjančių šį reiškinį iš įvairių perspektyvų – nuo vartotojų elgsenos iki technologinių inovacijų bei visuomenės sveikatos aspektų. Pavyzdžiui, Lim ir kt. (2022) atliktoje sisteminėje literatūros apžvalgoje nustatyta, kad nuo 2015 m. sparčiai daugėjo tyrimų apie internetines maisto pristatymo paslaugas, o pagrindinės nagrinėjamos temos apėmė paslaugų kokybę, klientų pasitenkinimą ir technologijų integraciją. Wang ir kt. (2020) analizavo klientų atsiliepimus, siekdami atskleisti svarbiausius vartotojų patirties aspektus greitojo maisto pristatymo kontekste. Naujesni tyrimai atskleidžia platesnį socialinį šių paslaugų poveikį. Liu ir kt. (2024) tyrė, kaip internetinės pristatymo platformos gali paveikti sveikų maisto pasirinkimų prieinamumą miestų gyventojams, o Azam ir kt. (2025) analizavo, kaip senjorai renkasi maistą naudodamiesi skaitmeninėmis pristatymo paslaugomis (Ivanova, 2025). Šie tyrimai pagrindžia teiginį, kad greitojo maisto pristatymo sektorius tapo reikšminga tyrimų kryptimi per pastaruosius dešimt metų.

1.1. Greitojo maisto išvežiojimo paslaugų rinka ir platformų vaidmuo

Greitojo maisto išvežiojimo paslaugų rinka sparčiai augo dėl skaitmeninių platformų, tokių kaip Wolt, Bolt Food ar Uber Eats, populiarėjimo.

Lietuvos greitojo maisto pristatymo rinkoje 2024 m. dominuoja dvi pagrindinės platformos – „Bolt Food“



ir „Wolt“. „Sensor Tower“ duomenimis, antrąjį 2024 m. ketvirtį „Bolt Food“ savaitinių aktyvių vartotojų skaičius siekė apie 64,3 tūkst., o „Wolt“ – apie 63,1 tūkst. Tai rodo, kad abi platformos turi panašų rinkos dalies pasiskirstymą (Bilis.lt; KaipKada; 15min.lt; sensortower.com). „Bolt Food“ pasižymi aukštu vartotojų aktyvumu Lietuvoje. 2024 m. vienas klientas pateikė net 611 užsakymų, o didžiausias vienkartinis užsakymas sudarė 452 elementus. Tai liudija apie stiprų klientų lojalumą ir paslaugos populiarumą (15min.lt; Bilis.lt; KaipKada). „Wolt“ taip pat išlaiko stiprią poziciją rinkoje, nors konkrečių duomenų apie vartotojų aktyvumą Lietuvoje nėra pateikta. Tačiau, remiantis „Sensor Tower“ duomenimis, „Wolt“ aktyvių vartotojų skaičius yra panašus į „Bolt Food“ (MadeinVilnius.lt; sensortower.com, 2025). „Uber Eats“ Lietuvoje turi mažesnę rinkos dalį. 2023 m. ketvirtąjį ketvirtį savaitinių aktyvių vartotojų skaičius siekė apie 11,8 tūkst., o tai gerokai mažiau nei pagrindinių konkurentų (sensortower.com, 2025).

Pagrindinės šių platformų problemos apima aukštus komisinius mokesčius restoranams, paslaugų kokybės kontrolės trūkumą ir pristatymo tikslumo iššūkius. Pavyzdžiui, „Uber Eats“ susiduria su kritika dėl aukštų komisinių, kurie gali siekti apie 30 % užsakymo vertės, ir dėl ribotos kontrolės užtikrinant maisto kokybę bei pristatymo tikslumą (Osum, 2025). Siekdamas spręsti šias problemas, platformos diegia įvairias inovacijas. „Uber Eats“ savo klientams Los Andžele ir Niujorke pristatė naujieną, numatančią galimybę jų programėlėje užsisakyti produktų iš ūkininkų turgaus. Tai leis palaikyti vietinius ūkininkus, o klientai galės mėgautis šviežiais produktais tiesiai iš ūkio (Lietuvoje ši paslauga taip pat veikia) (Food&Wine, 2024). Taip pat „Uber“ planuoja iki 2040 m. visiškai elektrifikuoti savo transporto priemonių parką ir pažadėjo iki 2025 m. investuoti 800 mln. USD, kad padėtų pasiekti savo tikslą (Reuters.com, 2024). „Bolt Food“ pristatė „Bolt Market“ – greitojo prekių pristatymo paslaugą, siekdama pagerinti klientų patirtį ir išplėsti paslaugų spektrą. (MadeinVilnius.lt; KaipKada; 15min.lt, 2025). Be to, platformos investuoja į technologinius sprendimus siekdamas pagerinti pristatymo tikslumą ir sumažinti vėlavimą. Tai apima maršrutų optimizavimą ir realaus laiko sekimo sistemas, kurios padeda efektyviau valdyti pristatymus ir gerinti klientų pasitenkinimą. Tikėtina, kad ateityje skatinant inovacijas ir gerinant paslaugų kokybę konkurencija tarp šių platformų dar labiau sustiprės. Tai naudinga vartotojams, kurie naudodamiesi maisto pristatymo paslaugomis gali tikėtis platesnio paslaugų pasirinkimo ir geresnės patirties.

Pasak C. Glavas (2021), technologijos leidžia efektyvinti logistiką ir mažinti pristatymo laiką, tačiau tai

taip pat kelia iššūkių dėl darbuotojų sąlygų, pristatymo kokybės ir tvarumo.

1.2. Greitojo maisto išvežiojimo paslaugų iššūkiai: technologijų įtaka logistikos optimizavimui

Nemažai tyrimų pabrėžia, jog šiuolaikiniai klientai tikisi ne tik greito, bet ir saugaus, tvaraus bei patikimo pristatymo (Zhang & Lin, 2020). Nagrinėti tyrimai taip pat analizuoja logistikos optimizavimo galimybes naudojant AI ir mašininių mokymąsi (Singh et al., 2022), kurie gali padėti mažinti tiek pristatymo laiką, tiek taršą.

Logistikos iššūkiai taip pat kelia rūpesčių. Didžiuosiuose miestuose kurjeriai susiduria su spūstimis ir neefektyviu maršrutų planavimu, o tai nulemia ilgesnį pristatymo laiką ir didesnes išlaidas. Tyrimai Jungtinėje Karalystėje parodė, kad bendradarbiavimas tarp pristatymo įmonių galėtų sumažinti eismo intensyvumą, tačiau tokios iniciatyvos dar nėra plačiai įgyvendintos. Aktyvesnė technologijų integracija į šias paslaugas gali padėti spręsti kai kuriuos iššūkius. Pavyzdžiui, dirbtinio intelekto taikymas gali optimizuoti maršrutus ir sumažinti pristatymo laiką bei emisijas (Wired, 2025).

1.3. Socialiniai iššūkiai: darbo sąlygos, lygybė ir saugumas

Greitojo maisto išvežiojimo paslaugos (angl. *Online Food Delivery*, OFD) pastaraisiais metais tapo neatsiejama šiuolaikinės vartotojų kultūros dalimi ir išgyvena spartų augimą, tačiau kartu susiduria su reikšmingais iššūkiais, susijusiais su darbuotojų saugumu, paslaugų kokybe, tvarumu bei socialine atsakomybe, su socialiniu teisingumu, aplinkosauga, klientų lūkesčiais ir technologiniais pokyčiais.

Vienas iš pagrindinių iššūkių – **kurjerių darbo sąlygos**. Tyrimai rodo, kad didelė dalis maisto pristatymo kurjerių patiria nesaugias darbo sąlygas. Literatūroje taip pat aptariamas socialinis pažeidžiamumas, ypač tarp migrantų kurjerių, kurie dažnai dirba neoficialiai ar per trečiuosius asmenis, apeidami darbo teisės reikalavimus (Cant, 2020). Pavyzdžiui, Škotijoje atliktas tyrimas atskleidė, jog daugiau nei 60 % kurjerių susidūrė su rasine ar etnine prievarta, o 55 % patyrė fizinį smurtą darbo metu. Apklaustos moterys (33 iš 207) nurodė patyrusios seksualinį priekabiavimą ar smurtą. Daugelis šių darbuotojų yra migrantai, kuriems sunku rasti alternatyvų užimtumą dėl kvalifikacijos pripažinimo ir kalbos barjerų (The Times, 2025).

Kurjerių darbo sąlygos pastarąjį dešimtmetį tapo intensyviai analizuojama tema akademiniuose literatūroje,



ypač dalijimosi ekonomikos ir platforminio darbo kontekste. Tyrimai išskiria kelias esmines problemas, su kuriomis susiduria šio sektoriaus darbuotojai, taip pat siūlo įvairius sprendimus, siekiant pagerinti jų darbo sąlygas.

Viena iš pagrindinių problemų yra finansinis nesaugumas. Dauguma kurjerių dirba savarankiškai, be pastovaus atlyginimo ir socialinių garantijų. Dėl nemokamų pertraukų, transporto priemonių priežiūros išlaidų bei nepastovaus užsakymų srauto jų pajamos dažnai neviršija net minimalaus atlyginimo (Duggan et al., 2021). Be to, darbo paskirstymą ir vertinimą dažnai lemia algoritmai, o šis vadinamasis „algoritminis valdymas“ kelia technostresą – darbuotojai patiria nežinią dėl užsakymų skyrimo logikos, nuolatinį spaudimą dėl vertinimo ir reitingavimo (Ivanova et al., 2018). Psichologinis spaudimas – itin reikšmingas veiksnys: dėl nuolatinių terminų, klientų įvertinimų ir darbo intensyvumo darbuotojai jaučia stresą ir perdegimą (Woodcock & Graham, 2020).

Dar viena problema – saugumo trūkumas. Kurjeriai neretai dirba sudėtingomis sąlygomis, įskaitant prastą orą ar eismo spūstis, tačiau dažnai neturi tinkamos apsaugos ar mokymų, didėja nelaimingų atsitikimų tikimybė (Apouey et al., 2020).

Siūlomi sprendimai nagrinėtoje literatūroje apima kurjerių teisinio statuso peržiūrą ir pripažinimą darbuotojais, suteikiant jiems teisę į socialines garantijas ir apsaugą (De Stefano & Aloisi, 2018). Taip pat siūloma didinti algoritmų skaidrumą, suteikti darbuotojams prieigą prie paaiškinimų, kaip priimami su jų darbu susiję sprendimai. Kiti sprendimai apima saugos mokymus, įrangos suteikimą, psichologinės pagalbos programas bei darbo bei poilsio laiko reguliavimą.

1.4. Aplinkosaugos aspektai ir tvarumas

Aplinkosaugos požiūriu, OFD paslaugos taip pat kelia susirūpinimą. Tyrimas Džakartoje parodė, kad maisto pristatymas internetu **sukelia dvigubai daugiau CO₂** emisijų nei tradicinis maisto įsigijimas. Be to, pristatymo transporto priemonės užima 1,4 karto daugiau kelių nei įprastas eismas, taip prisidedamas prie **miesto spūsčių** (Matsuyuki et al., 2024). Kai kurie tyrimai rodo, kad vartotojų elgesys taip pat turi įtakos tvarumui. A. Williadi (2025) Indonezijoje atliktas tyrimas atskleidė, kad klientų moralinės normos ir atsakomybės jausmas skatina juos rinktis tvaresnes maisto pristatymo paslaugas. 1 lentelėje pateikiami pagrindiniai tvarumo iššūkiai, su kuriais susiduria kurjeriai savo darbe:

1 lentelė. Tvarumo iššūkiai kurjerių darbe

CO ₂ emisijos	41 proc. logistikos išmetamųjų teršalų, išmetamų pristatant krovinius, tenka „paskutinės mylios“ etapui. Dėl skubaus pristatymo išmetamųjų teršalų kiekis padidėja 15 proc.
Pakuočių atliekos	44 proc. siuntinių tūrio sudaro tuščia erdvė (perteklinės pakuotės). Sukelia 122 tonas CO ₂ per metus
Šaldymo poveikis	40 proc. siuntų pristatymo transporto priemonių išmetamųjų teršalų dėl šaldymo sistemų naudojimo. HFC dujos prisideda prie klimato kaitos
Transporto priemonių efektyvumas	Elektroniniai dviračiai sumažina išmetamo CO ₂ kiekį 45 %, o NO _x – 33 %

Šaltinis: Buldeo Rai et al., 2020; Cherrett et al., 2019; LivingPackets, 2022; Techtarget, 2023

Kaip matyti iš lentelės, kurjerių darbas, ypač paskutinės mylios pristatymo etape, kelia reikšmingų tvarumo iššūkių, susijusių su aplinkosaugos, logistikos efektyvumo ir energijos vartojimo aspektais. Vienas svarbiausių klausimų – padidėjusios CO₂ emisijos. Tyrimai rodo, kad paskutinės mylios pristatymas sudaro apie 41 % visų logistikos sektoriaus emisijų, o „greitojo pristatymo“ paslaugos (pvz., pristatymas tą pačią dieną) padidina CO₂ emisijas iki 15 % ir logistikos kaštus iki 68 % (Buldeo Rai et al., 2020). Kitas svarbus aspektas – pakuočių atliekos. Dėl augančios e. prekybos ir greitojo maisto pristatymo populiarumo pastebima, kad siuntinių pakuotės vidutiniškai būna 44 % tuščios, o tai sukelia papildomai apie 122 tonas CO₂ emisijų per metus (LivingPackets, 2022). Pakuočių perteklinis naudojimas didina plastiko ir polistireno atliekas, kurios dažnai nėra perdirbamos. Trečiasis iššūkis susijęs su šaldomų produktų pristatymu. Naudojamos šaldymo sistemos sudaro apie 40 % transporto priemonių emisijų, o šaldymo reagentai, tokie kaip HFC (hidrofluorangliavandeniliai), prisideda prie ozono sluoksnio ardymo (Techtarget, 2023). Galiausiai, transporto priemonių efektyvumo klausimas taip pat išlieka aktualus. Alternatyvios transporto priemonės, tokios kaip elektriniai dviračiai, arba pėstieji kurjeriai gali sumažinti CO₂ emisijas iki 45 % ir NO_x emisijas iki 33 % (Cherrett et al., 2019).

Taigi, tvarumo klausimai tampa vis aktualesni. Maisto pristatymo paslaugos dažnai prisideda prie maisto švaistymo ir plastiko atliekų didėjimo. Tyrimai rodo, kad vartotojai dažnai užsako daugiau maisto nei reikia, o tai lemia padidėjusį maisto atliekų kiekį. Be to, vienkartinės pakuotės ir dažnas transporto priemonių naudojimas prisideda prie aplinkos taršos (Shankar, 2022).

1.5. Klientų lūkesčiai ir aptarnavimo kokybė

Per pastarąjį dešimtmetį klientų lūkesčiai dėl greitojo maisto išvežiojimo paslaugų pastebimai keitėsi, atspindėdami tiek technologinę pažangą, tiek augantį vartotojų sąmoningumą aplinkosaugos ir socialinės atsakomybės klausimais. Vienas svarbiausių šiuolaikinių vartotojų reikalavimų – **pristatymo greitis ir tikslumas**. Tyrimai rodo, kad vartotojai tikisi ne tik greito, bet ir patikimai suplanuoto pristatymo: net 70 % jų yra pasirengę mokėti daugiau už greitesnes paslaugas (PwC, 2022). Ši tendencija ypač sustiprėjo pandemijos metu, kai greitas pristatymas tapo būtinybe, o realaus laiko sekimo funkcijos iškėlė naujus paslaugų lygio standartus (Kapoor et al., 2021).

Be greičio, klientai vertina **personalizaciją** ir **patogumą**. Tai reiškia lūkesčius dėl paprastos, intuityvios sąsajos, įvairių atsiskaitymo galimybių, galimybės lengvai koreguoti užsakymą bei gauti individualizuotas rekomendacijas, paremtas ankstesniu elgesiu. Tokie sprendimai ne tik gerina patirtį, bet ir skatina klientų lojalumą.

Dar vienas svarbus aspektas – jau straipsnyje minėtas tvarumas. Šiuolaikiniai vartotojai vis dažniau atkreipia dėmesį į ekologinį pėdsaką, todėl tikimasi sprendimų, mažinančių CO₂ emisijas (pvz., elektrinių transporto priemonių naudojimo), bei ne tokio taršaus **pakavimo**. Vienas tyrimas parodė, kad net 44 % siuntinių tūrio sudaro tuščia erdvė, kas prisideda prie perteklinio CO₂ kiekio emisijų (LivingPackets, 2022). Taip pat didėja sąmoningumas dėl socialinio teisingumo – vartotojai vertina įmones, kurios rūpinasi kurjerių darbo sąlygomis ir teikia etiškai pagrįstas paslaugas (Domingos et al., 2023).

Be aplinkosaugos ir socialinių klausimų, vartotojai kelia didesnius lūkesčius ir dėl maisto **kokybės** – svarbu, kad pristatymo metu būtų išlaikyta tinkama maisto temperatūra, pakuotės būtų sandarios, o produktai – švieži. Siekiant tai užtikrinti, vis dažniau taikomos technologijos, leidžiančios stebėti pristatymo sąlygas realiu laiku (Fusté-Forné, 2021).

Apibendrinant galima teigti, kad šiuolaikinio vartotojo lūkesčiai greitojo maisto išvežiojimo srityje apima ne tik greitį ir patogumą, bet ir vertybinį santykį su paslauga – tvarumą, atsakomybę ir etišką veiklą. Norėdamos išlikti konkurencingos įmonės turi ne tik tobulinti logistiką, bet ir kurti pasitikėjimu grįstą paslaugų sistemą. Technologinės naujovės, tokios kaip dirbtinis intelektas ir automatizuoti maršrutų planavimo įrankiai, gali padėti spręsti kai kuriuos iš šių iššūkių. Tačiau jų įgyvendinimas reikalauja investicijų ir strateginio planavimo. Be to, kaip jau minėta, būtina atsižvelgti

į socialinius aspektus, užtikrinant darbuotojų teises ir sąžiningas darbo sąlygas.

1.6. Tendencijos ir ateities kryptys

Nors greitojo maisto pristatymo į namus paslaugos teikia patogumą vartotojams, būtina spręsti su jomis susijusius socialinius, aplinkosaugos ir technologinius iššūkius, siekiant užtikrinti tvarią ir teisingą maisto pristatymo sistemą. Sektorius susiduria su kompleksiniais iššūkiais, apimančiais darbuotojų saugumą, logistikos efektyvumą, klientų lūkesčius ir tvarumą. Norint užtikrinti šio sektoriaus tvarumą ir augimą, būtina integruoti tik socialiai atsakingus ir aplinkosaugos principus atitinkančius technologinius sprendimus.

Tyrimai rodo, kad maisto pristatymas į namus tapo reikšminga šiuolaikinės maitinimo paslaugų rinkos dalimi, sprendžiančia įvairius gyvenimo būdo ir infrastruktūros iššūkius. Pastaraisiais metais šių paslaugų populiarumas sparčiai augo, o pandemijos suvaržymai tik dar labiau išryškino jų svarbą (International Food Policy Study, 2021).

Ši paslauga padeda spręsti vieną pagrindinių problemų, su kuria susiduria didelė dalis miestų gyventojų. Tai laiko trūkumas. Darbo, šeimos ir socialinių įsipareigojimų kontekste gyventojai dažnai neturi pakankamai laiko ruošti maistą ar apsilankyti restoranuose. Tyrimai rodo, kad net iki 60 % vartotojų bent kartą per savaitę naudojami maisto pristatymo paslaugomis būtent dėl laiko stokos (Krishnan et al., 2024). Taip pat šios paslaugos suteikia reikšmingą pagalbą žmonėms, susiduriantiems su riboto judėjimo problemomis – senjorams, neįgaliesiems ar tiems, kurie dėl sveikatos būklės negali lankytis fizinėse maitinimo vietose. Toks sprendimas užtikrina didesnę prieinamumą ir padeda palaikyti vartotojų gyvenimo kokybę, ypač ekstremaliomis aplinkybėmis.

Dar vienas aktualus aspektas – nepalankios oro sąlygos ir ekstremalios situacijos, tokios kaip COVID-19 pandemija. Būtent pandemijos metu buvo pastebėtas reikšmingas šių paslaugų augimas, kai dauguma restoranų dirbo tik pristatymo režimu. Pavyzdžiui, Jungtinėje Karalystėje maisto pristatymo paslaugų apimtis pandemijos metu išaugo daugiau nei 70 %, o šis įprotis išliko ir vėliau (Institute for Fiscal Studies, 2024).

Maisto pristatymo paslaugos taip pat prisideda prie darbo ir gyvenimo balanso gerinimo. Galimybė greitai ir be papildomų pastangų užsisakyti maisto leidžia žmonėms efektyviau paskirstyti darbo, poilsio ir įsipareigojimų šeimai laiką. Tyrimai patvirtina, kad skaitmeninės maisto užsakymo platformos ypač palankiai vertinamos dirbančių tėvų ir studentų grupėse (Shroff



et al., 2022). Be to, šios paslaugos išsprendžia maisto pasirinkimo ribotumo klausimą, ypač mažesniuose miestuose ar kultūriškai homogeniškose teritorijose. Vienoje platformoje vartotojai gali pasiekti daugybę skirtingų virtuvių bei tiekėjų, taip plėsdami savo maisto pasirinkimą ir atverdami galimybes tarpkultūriniam vartojimui (Ma et al., 2019).

Svarbu paminėti, kad šios paslaugos sprendžia ne tik vartotojų, bet ir tiekėjų problemas. Restoranai, ypač smulkūs verslai, naudodamiesi maisto pristatymo platformomis gali pasiekti platesnę auditoriją nei tai būtų įmanoma tik fiziniame erdvėje. Tokiu būdu sprendžiama rinkos aprėpties ir pajamų stabilumo problema (Kimes, 2011). Galiausiai, tokios platformos leidžia efektyviau valdyti klientų patirtį naudojant duomenų analizę ir personalizuotus pasiūlymus. Vartotojai gauna tikslesnius pasiūlymus, pagrįstus jų pirkimo įpročiais, kas skatina lojalumą ir paslaugų kokybės gerinimą (Chen et al., 2022).

Atsižvelgiant į išvardytus aspektus, maisto pristatymas į namus tampa ne tik patogią paslaugą, bet ir svarbia miesto gyvenimo infrastruktūros dalimi, turinčia potencialą prisidėti prie socialinės įtraukties, ekonominio stabilumo bei vartotojų gerovės.

2. Pagrindiniai analizės rezultatai

Atlikta antrinių šaltinių analizė atskleidė keletą reikšmingų aspektų, kurie lemia greitojo maisto pristatymo sektoriaus veikimą ir raidą. Šiuos rezultatus galima suskirstyti į penkias pagrindines kategorijas (žr. 2 lentelę):

2 lentelė. Apibendrinti analizės rezultatai

Kategorija	Esminiai pastebėjimai	Poveikis
Platformų konkurencija	Nuolatinės inovacijos; spaudimas kurjeriams	Darbo sąlygų pablogėjimo rizika; etikos dilemos
Technologijų įtaka	Algoritmai optimizuoja logistiką, bet nėra skaidrūs	Mažas darbuotojų įtraukimas, pasitikėjimo stoka
Darbo sąlygos	Kurjeriai be apsaugos, nuovargis, nelygybė, pavojus	Kyla saugumo, teisingumo, įtraukimo klausimai
Tvarumas	Ekologinės iniciatyvos ribotos, priklausomos nuo kurjerių	Didesnis ekologinis pėdsakas, poreikis sisteminiams reformoms
Vartotojų lūkesčiai	Didesnis dėmesys socialinei atsakomybei, etiškam vartojimui	Reputacija tampa strateginiu turtu, atsiranda poreikis būti skaidriam ir tvariam

Sudaryta autorės

Taigi, kaip matyti iš lentelės, maisto pristatymo į namus paslauga labai kompleksiška:

- Platformų konkurencija skatina inovacijas, bet kelia spaudimą kurjeriams. Skaitmeninės platformos („Wolt“, „Bolt Food“, „Uber Eats“ ir kt.) nuolat tobulina savo paslaugas, kad išliktų konkurencingos: diegia lojalumo programas, automatizuoja užsakymų apdorojimą, gerina sąsajas su restoranais ir klientais. Tačiau ši konkurencija dažnai atspindi darbo sąlygose – kurjeriai patiria spaudimą greitai ir efektyviai pristatyti maistą, dažnai be stabilumo, teisių ar apsaugos (Rogers & Davidson, 2021). Dėl to galima teigti, kad didėja darbo jėgos išnaudojimo rizika, platformos atsiduria etikos ir socialinės atsakomybės dilemoje.
- Technologijos padeda optimizuoti logistiką, bet ne visada pasiekia darbuotojus. Naudojant dirbtinį intelektą ir algoritmus planuojami optimalūs maršrutai, prognozuojami piko laikotarpiai, paskirstomi užsakymai. Šios sistemos ženkliai pagerina logistikos veiklos efektyvumą. Tačiau jos dažnai veikia kaip „juodasis langas“ – kurjeriai nežino, kaip priimami sprendimai, o tai kelia nepasitikėjimą. Taigi technologinė pažanga ne visada virsta geresnėmis sąlygomis kurjeriams – priimant sprendimus jie dažnai paliekami nuošalyje.
- Darbo sąlygos išlieka vienu didžiausių iššūkių. Kurjeriai dažnai dirba kaip savarankiški darbuotojai („freelanceriai“), neturėdami garantijų, draudimo ar minimalaus atlyginimo. Dėl to didėja pajamų nelygybė, o kurjerių saugumas – ypač moterų vakarais ar naktimis – tampa aktuali klausimu (ILO, 2021). Dalis kurjerių nurodo patiriantys fizinį ir psichologinį nuovargį, tad, kyla klausimų dėl platformų atsakomybės už socialinę gerovę, darbuotojų saugumą ir įtrauktį.
- Tvarumas – dažnai tik antrinis prioritetas. Nors kai kurios platformos siūlo „žalią“ pristatymo būdą ar skatina naudoti dviračius, elektromobilius, šios iniciatyvos dažnai priklauso nuo individualių kurjerių motyvacijos ar investicijų. Pakuočių tvarumas, anglies dvideginio mažinimas ir ekologiški sprendimai tebėra fragmentiški, o tvarumo rodikliai retai pateikiami skaidriai. Taigi, sektoriaus augimas didina ekologinį pėdsaką, o tikroji tvarumo integracija reikalauja sisteminių pokyčių.
- Vartotojų lūkesčiai formuoja paslaugų kokybę ir verslo strategijas. Vartotojai vis dažniau renkasi paslaugas, kurios ne tik greitos, bet ir etiškos – tikisi informacijos apie pristatymo poveikį aplinkai, darbuotojų sąlygas, taip pat – asmeninio aptarnavimo. Apklausos rodo, kad

pirkimo sprendimus gali lemti socialinė atsakomybė ir skaidrumas (EY, 2022). Taigi, verslui tampa svarbu ne tik greitai patenkinti paklausą, bet ir kurti ilgalaikę reputaciją bei klientų pasitikėjimą.

Išvados

Greitojo maisto pristatymo sektorius yra vienas iš sparčiausiai augančių paslaugų sektorių, bet jo sėkmingas vystymasis priklauso nuo gebėjimo spręsti socialinius, technologinius ir aplinkosauginius iššūkius. Platformų modelis, nors ir lankstus, dažnai padidina riziką darbuotojams, o tvarumo principai dar neįgyvendinami plačiu mastu. Technologijos gali būti raktas į efektyvumą, tačiau būtina kartu investuoti ir į socialinę atsakomybę. Įmonės, kurios gebės subalansuoti inovacijas su tvarumu ir pagarba žmogaus teisėms, įgis konkurencinį pranašumą bei klientų lojalumą.

Literatūra

- 15min.lt. (2024, sausio 3). „Bolt“ metų statistika: didžiausias maisto užsakymas Lietuvoje – už brangiausia sumokėta 1800 eurų. Gauta iš <https://www.15min.lt/verslas/naujiena/bendroves/bolt-metu-statistika-didziausias-maisto-uzsakymas-lietuvoje-uz-brangiausia-sumokejo-1800-euru-663-2366860>
- Annaraud, K., & Berezina, K. (2020). Predicting satisfaction and intentions to use online food delivery: What really makes a difference? *Journal of Foodservice Business Research*, 23(4), 305–323. <https://doi.org/10.1080/15378020.2020.1768039>
- Apouey, B., Stabile, M., & Witte, J. (2020). Delivering health: Platform work and health insurance in the gig economy. *Labour Economics*, 66, 101887. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101887>
- Buldeo Rai, H., Verlinde, S., & Macharis, C. (2020). Sustainable logistics in the city: Exploring the potential of cargo bikes. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121261. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121261>
- Business Insider. (2025, April). How Uber Freight is leveraging AI to make truck routes more efficient. <https://www.businessinsider.com/ai-trucking-logistics-uber-freight-tech-optimize-routes-2025-4>
- Cant, C. (2020). *Riding for Deliveroo: Resistance in the New Economy*. Polity Press.
- Chen, X., Lin, Y., & Wang, S. (2022). Algorithmic management and gig workers: Understanding labour experiences in online food delivery. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2208.04518>
- Cherrett, T., McLeod, F., Yang, X., & Allen, J. (2019). Addressing the last mile: The impact of alternative delivery vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 38–52. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.004>
- De Stefano, V., & Aloisi, A. (2018). European legal framework for digital labour platforms. *European Commission Research Paper No. 2018-05*.
- Domingos, D., Lopes, I., & Ferreira, F. A. (2023). Green logistics in food delivery services: A consumer perspective. *Sustainability*, 15(2), 486. <https://doi.org/10.3390/su15020486>
- Duggan, J., Sherman, U., Carbery, R., & McDonnell, A. (2021). Algorithmic management and app-work in the gig economy: A research agenda for employment relations and HRM. *Human Resource Management Journal*, 31(1), 114–132. <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12238>
- Fusté-Forné, F. (2021). Delivering food during COVID-19: Insights from a food courier. *International Journal of Hospitality Management*, 93, 102774. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102774>
- Glavas, C., Wernli, J., & Jones, R. (2021). The evolution of delivery logistics in the food industry. *Journal of Transport & Supply Chain*, 19(2), 112–125. <https://doi.org/10.1016/j.jtsc.2021.03.005>
- Heriot-Watt University tyrimas apie maisto pristatymo kurjerių saugumą Škotijoje Latest news & breaking headlines.
- Institute for Fiscal Studies. (2024, April 4). UK Covid takeaway habits endure as fast food calorie intake remains high. The Guardian. <https://www.theguardian.com/business/2024/apr/04/uk-covid-takeaway-habits-endure-fast-food-calorie-intake-remains-high-pandemic>
- International Food Policy Study. (2021). Fast food and online delivery trends in five countries (2018–2021). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211335524001815>
- Ivanova, M., Bronowicka, J., Kocher, E., & Degner, A. (2018). *The App as a Boss? Control and Autonomy in App-Based Management*. Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Kapoor, K., Dwivedi, Y. K., Piercy, N. F., & Reynolds, N. (2021). Food delivery industry 4.0: Understanding consumer expectations. *Journal of Business Research*, 136, 678–687. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.046>
- Kimes, S. E. (2011). The current state of online food ordering in the U.S. restaurant industry. *Journal of Foodservice Business Research*, 14(4), 393–403. <https://doi.org/10.1080/15378020.2011.625824>
- Krishnan, S., Dwivedi, Y. K., Kumar, V., & Rana, N. P. (2024). A meta-analysis of factors influencing customer adoption of online food delivery services.



Journal of Business Research. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278431924002330>

LivingPackets. (2022). *Packaging inefficiencies and sustainability impact*. [Online publication].

LivingPackets. (2022). *The environmental impact of deliveries: Challenges and solutions*. <https://livingpackets.com>

Ma, L., Sun, X., & Zhu, H. (2019). Review of online food delivery platforms and their impacts on sustainability. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/342855449_Review_of_Online_Food_Delivery_Platforms_and_their_Impacts_on_Sustainability

Matsuyuki, M., Chotib, R., Nurhasana, R., Antokida, Y., Fitrintia, I. S., Shellasih, N. M., & Ningtyas, F. R. (2024). Assessment of the sustainability of online food delivery from the perspective of CO₂ emissions and transport intensity: A case study in Jakarta. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 27, 101200. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101200>

Mendonca, P., Hadjisolomou, A., & Kougiannou, N. (2024). *Fair Gig Work: A review of employment practices in the Scottish food delivery work*. Heriot-Watt University. <https://www.hw.edu.my/news-archive/2024/majority-of-scotland-s-food-delivery.htm>

OSUM Blog. (n.d.). *Weaknesses of Uber Eats: The not-so-delicious truth*. Gauta iš <https://blog.osum.com/uber-eats-weaknesses>

PwC. (2022). *Next in consumer: The new loyalty model*. <https://www.pwc.com>

Sensor Tower. (2023). *Top Food Delivery Apps in Lithuania by Weekly Active Users – Q4 2023*. Gauta iš <https://sensortower.com/blog/2023-q4-unified-top-5-food%20delivery%20services-units-lt-63da96fbel714cff1c1e5a1>

Sensor Tower. (2024). *Top Food Delivery Apps in Lithuania by Weekly Active Users – Q2 2024*. Gauta iš <https://sensortower.com/blog/2024-q2-unified-top-5-food%20delivery%20services-units-lt-63da96fbel714cff1c1e5a1>

Shankar, A., Dhir, A., Talwar, S., Islam, N., Sharma, P. Balancing food waste and sustainability goals in online food delivery: Towards a comprehensive conceptual framework, *Technovation*, Volume 117, 2022, 102606, ISSN 0166-4972, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102606>

Shroff, H., Shah, H., & Gajjar, H. (2022). Online food delivery research: A review and future directions. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 34(11), 4039–4064. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2021-1273>

Singh, R., Kumar, A., & Sharma, P. (2022). Artificial intelligence in food delivery logistics: Challenges and future scope. **Logistics Review**, 15(1), 78–95. <https://doi.org/10.1016/j.logrev.2022.01.004>

Techtarget. (2023). *The environmental challenges of last mile delivery*. <https://www.techtargget.com/searcherp/feature/The-environmental-challenges-of-last-mile-delivery>

The Times. (2023). Food delivery drivers feel unsafe but can't afford to quit. <https://www.thetimes.co.uk/article/food-delivery-drivers-feel-unsafe-but-cant-afford-to-quit-6swf7qtp6>

Wikipedia. (n.d.). *Bolt Food*. Gauta 2025 m. balandžio 24 d. iš https://en.wikipedia.org/wiki/Bolt_Food

Williady, A., Kim, W. G., Haldorai, K., & Kim, H. S. (2025). Towards a greener bite: unraveling consumer intentions to embrace sustainable online food delivery services. *Journal of Foodservice Business Research*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/15378020.2025.2456887>

Wired. (2023). The Gig Economy Fix Academics. <https://www.wired.com/story/gig-economy-fix-academics>

Woodcock, J., & Graham, M. (2020). *The Gig Economy: A Critical Introduction*. Polity Press.

Zhang, Y., & Lin, H. (2020). Customer expectations in on-demand food delivery services. **Consumer Behavior Journal**, 12(3), 143–159. <https://doi.org/10.1016/j.cbj.2020.04.002>

CHALLENGES AND TRENDS IN FAST FOOD TAKEAWAYS

KAMILĖ MOTOVAITĖ¹

*¹Vilniaus Kolegija | Higher Education Institution, Faculty of Civil Engineering,
Department of Business and Public Management, Antakalnio g. 54, Vilnius*

Summary. This paper explores the key challenges and trends in the fast food delivery sector through a secondary data analysis. The findings highlight five main thematic areas: platform competition, technological impact, working conditions, sustainability, and consumer expectations. While intense competition drives innovation, it also worsens couriers' working conditions. Technology optimizes logistics but often lacks transparency and inclusiveness. Sustainability initiatives remain limited, while consumers increasingly value social responsibility. These factors underscore the need for more ethical, inclusive, and sustainable delivery service models.

Key words: fast food delivery services, market, trends, challenges



KROVINIO VEŽIMO ĮVAIRIARŪŠIU TRANSPORTU MARŠRUTU VILNIUS (LIETUVA) – LONDONAS (JUNGTINĖ KARALYSTĖ) ANALIZĖ

AUGUSTINA RADŽIŪNAITĖ¹, VAKARĖ VALANČIŪTĖ¹, IRINA BRIUCHOVECKAJA¹

¹Vilniaus kolegija, Statybos fakultetas, Verslo ir viešosios vadybos katedra, Antakalnio g.54, Vilnius

Anotacija. Straipsnyje analizuojami įvairiarūšiai vežimai, nagrinėjamos jų sritys bei galimi iššūkiai ir privalumai. Tyrimo tikslas – įvertinti optimalų maršrutą, pasitelkiant kiekybinio tyrimo metodą ir remiantis naujausiais moksliniais šaltiniais. Straipsnyje aptariami gabenimo skirtingomis transporto rūšimis ypatumai bei pateikiamos išvados apie optimalų krovinių gabenimą.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad optimalus maršrutas yra pigiausias. Tai leidžia daryti išvadą, jog kuo maršrutas paprastesnis, tuo dažniau jį renkasi vežėjai.

Reikšminiai žodžiai. Įvairiarūšiai, intermodalinis, logistika, transportavimas.

Įvadas

Šis straipsnis skirtas intermodalinio krovinių vežimo maršrutu Vilnius (Lietuva)–Londonas (Jungtinė Karalystė) analizei atlikti. Straipsnyje nagrinėjami skirtingų transporto rūšių – kelių, jūrų bei geležinkelių transporto – derinimo privalumai bei iššūkiai, aptariamos transporto grandinės efektyvumo didinimo galimybės vežant pusprickabėje pakrautą pilną krovinį.

Straipsnio tikslas – nustatyti į pusprickabę pakrauto pilno krovinių vežimo savikainą, pelną ir pelningumą, pateikiant detalią vežimo proceso analizę. Straipsnyje pateikiamas atliktas kiekybinis tyrimas, analizuojantis krovinių vežimo procesą. Taip pat analizuojama krovinių transportavimo organizavimo schema, atliekami ekonominiai rodiklių skaičiavimai ir vertinamos logistinės strategijos, remiantis praktiniais pavyzdžiais bei teorine medžiaga.

Tyrimo objektas – krovinių vežimo intermodaliniu transportu maršrutu Vilnius (Lietuva)–Londonas (Jungtinė Karalystė) analizė. Straipsnyje nagrinėjamas įvairių transporto rūšių (kelių, geležinkelių ir jūrų) derinimas, siekiant optimizuoti logistikos procesus ir įvertinti maršruto ekonominius rodiklius.

Straipsnio uždaviniai:

1. Atlikti informacijos šaltinių analizę nagrinėjama tema.
2. Išanalizuoti krovinių vežimą nustatytu maršrutu palyginant kelias įvairiarūšio vežimo schemas.
3. Atlikti kiekybinį tyrimą (palyginamąją analizę).

1. Įvairiarūšių vežimų teorinė analizė

Europos Audito Rūmų internetinėje svetainėje (Europos Audito Rūmai. (2023). Specialioji ataskaita. Įvairiarūšis krovinių vežimas., 2023) įvairiarūšio krovinių vežimo sąvoka apibūdinama taip: „Įvairiarūšis

krovinių vežimas – tai prekių vežimas vienu krovinių vežimo vienetu (pavyzdžiui, konteineriu) naudojant transporto rūšių derinį: kelius, geležinkelius, vandens kelius ar oro transportą. Juo gali būti optimizuojamos santykinės kiekvienos transporto rūšies stipriosios pusės lankstumo, greičio, sąnaudų ir aplinkosauginio veiksmingumo atžvilgiu.“

UAB „Transekspedicija“ internetinėje svetainėje (transkespedicija.lt, 2024) aprašoma, kas yra intermodaliniai pervežimai ir išskiriamos jų savybės. „Intermodalinių pervežimų“ sąvoka dažnai yra naudojama sinonimiškai multimodaliniams kroviniams. Nenuostabu, kad kartais susimaišo ir patys transporto srities ekspertai – intermodaliniai kroviniai taip pat yra gabenami keliomis transporto rūšimis, vidutiniais ar tolimais atstumais. Tačiau reikėtų atkreipti dėmesį į esminius skirtumus.

Intermodaliniai kroviniai, nors ir vežami skirtingais būdais, yra perkeliami iš vienos transporto priemonės į kitą nepažeidžiant intermodalinio vieneto. Tai reiškia, kad perkeliamas visas konteineris – keičiama talpa ar pusprickabė, tačiau pats krovinys nėra perkraunamas. Dėl to šis transportavimo būdas yra saugesnis transportuojant didelius krovinius. Nors intermodalinių krovinių atveju yra naudojamos kelios transporto rūšis, dažniausiai dvi arba trys, visus darbus dažniausiai atlieka viena kompanija, kuri pasirūpina visa krovinių kelione. Tai palengvina atsakomybės klausimą ir leidžia išvengti dokumentacijos gausos.“

Straipsnio „Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania. Tvarumas 2024, 16 (7), 2716“ autoriai (Čižiūnienė, K., Matijošius, J., Sokolovskis, E. ir Balevičiūtė, J., 2024) nagrinėja žaliųjų logistikos principų įgyvendinimą Lietuvos geležinkelių transporte. Jie atkreipia dėmesį, kad nors geležinkeliai yra laikomi viena iš mažiausiai taršių transporto rūšių, dyzeliniai



traukiniai kelia iššūkių tvarumui dėl išmetamų teršalų kiekio. Autoriai atliko SWOT analizę siekdami nustatyti vidinius ir išorinius veiksnius, darančius įtaką žaliųjų logistikos principų taikymui Lietuvos geležinkeliose.

Šiame straipsnyje pabrėžiama tvarumo svarba transporto sektoriuje. Geležinkelių transporto elektrifikacija ir žaliųjų logistikos principų taikymas yra būtini siekiant sumažinti neigiamą poveikį aplinkai. Integruojant šiuos aspektus į įvairiarūšio transporto sistemas galima pasiekti efektyvesnį ir ekologiškesnį krovinių vežimą.

2. Įvairiarūšio transporto terminalų analizė

TIMOCOM transporto terminų žodynelyje (timocom.lt, 2024) pateikiamas toks **terminalo** apibrėžimas: „transporto srityje terminalas yra perkrovimo vieta, kurioje iškraunami kroviniai, paskirstomi bei pakraunami pagal paskirtį“.

Remdamiesi VŠĮ „KaunasIN“ internetinėje svetainėje pateikiama informacija (Kaunasin.lt, 2024) galime aprašyti, kokią krovos įrangą šis terminalas turi bei sužinoti, ar Kauno intermodalinis terminalas krauna ir veža konteinerius bei puspriekabes.

Kauno intermodaliniame terminale ir viešajame logistikos centre lengvą krovinių perkėlimą užtikrina automobilių privažiavimo keliai ir 40 t krovos kranas. Teigiama, kad krovos pajėgumas šiame terminale – 55000 TEU per metus. Svetainėje taip pat aprašomi terminalo privalumai:

- krovinių transportavimas gali tęstis šalia esančia A1 (Klaipėda–Kaunas–Vilnius) automagistrale bei šalia esančia A1 sankirta su Via Baltica;
- konteinerio traukinys aptarnaujamas per 2-3 valandas;
- konteineriai nemokamai saugomi iki 45 d.;
- iki 2026 m. šalia įsikūręs 12 ha viešasis logistikos centras išplės saugojimo galimybes.

Nurodoma, kokias papildomas paslaugas teikia šis terminalas:

- konteinerių pakrovimas ir iškrovimas;
- konteinerių sandėliavimas;
- remontas;
- nuoma;
- pardavimas;
- muitinės paslaugos.

Informacija apie Kauno intermodalinio terminalo vidaus techniką pateikiama AB „LTG Infra“ svetainėje (ltginfra.lt, 2024). Tai 40 t keliamosios galios *ožinis konteinerinis kranas* su automatiniu 20, 40, 45 pėdų konteinerių ir puspriekabių griebtuvu, vilkikas su dviejų ašių puspriekabe-platforma konteineriams vežti ir 3,5 t autokrautuvai.

Duisburgo uostą ir didžiausią jo terminalą pristatančioje internetinėje svetainėje (dgt-duisburg.de, 2025) informuojama, kad šis Vokietijoje esantis uostas, yra didžiausias pasaulyje vidaus vandenų uostas, aptarnaujantis daugiau nei 4 milijonus TEU (konteinerių vienetų) per metus. Vienas iš svarbiausių terminalų šiame uoste yra Duisburg Gateway Terminal (DGT), kuris yra didžiausias iš dešimties uosto terminalų. DGT užima 240 000 kvadratinį metrų plotą ir turi pajėgumą perkrauti iki 850 000 TEU per metus. Terminalas yra trimodalinė sąsaja, leidžianti efektyviai ir ekologiškai perkelti krovinius tarp kelių, geležinkelių ir vandens transporto. DGT yra laikomas modeliniu projektu, siekiant neutralaus šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo vidaus uostuose visame pasaulyje.

Kitas terminalas, per kurį bus gabenamas krovins, yra šiaurinėje Prancūzijos pakrantėje esantis Kalė uostas (pranc. Port de Calais). Šis jūrų uostas yra svarbus transporto mazgas tarp žemyninės Europos ir Jungtinės Karalystės. Uoste veikia du pagrindiniai terminalai:

- *Calais 1*: istorinė keltų platforma, aptarnaujanti keleivių ir krovinių pervežimus;
- *Calais 2*: naujas, 2021 m. spalį atidarytas terminalas, skirtas dviejų aukštų keltams, aptarnaujantiems tiek lydimą, tiek nelydimą transportą.

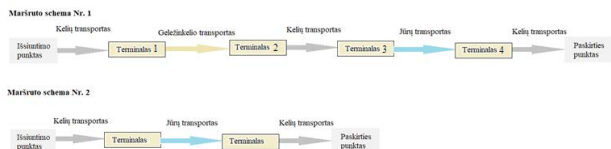
Šiuos terminalus naudoja keltų bendrovės P&O Ferries, DFDS ir Irish Ferries, siūlančios iki 50 reisų per dieną maršrutu Kalė–Doveris.

Be keltų terminalų, netoli Kalė miesto, Koguelės (Coquelles) komunoje, taip pat yra Eurotunelio terminalas. Šis terminalas skirtas transporto priemonių pervežimui specialiais traukiniais per Lamanšo tunelį į Folkstono terminalą Jungtinėje Karalystėje. (Calais-dover.com, 2025).

Tolimesnis terminalas, kuriame bus perkraunamas krovins, yra Doverio Cargo terminalas. Reikalingą informaciją randame šaltinyje, aprašančiame šį terminalą (gov.uk, 2024):

- Doverio krovinių terminale yra įvairių krovos įrenginių, naudojamų intermodaliniams kroviniams tvarkyti, įskaitant konteinerių ir puspriekabių perkėlimą. Terminalas turi specializuotą įrangą, pavyzdžiui, kranus ir konteinerių tvarkymo įrenginius, skirtus konteinerių krovai ir transportavimui. Be to, terminalas aprūpintas infrastruktūra, leidžiančia perkelti puspriekabes, naudodamas „RoRo“ (Roll-on/Roll-off) sistemas, kurios leidžia transporto priemonėms tiesiogiai įvažiuoti ir išvažiuoti iš laivų.
- Intermodaliniai terminalai, tokie kaip Doverio, dažnai būna svarbūs krovinių srautams tarp skirtingų transporto rūšių, įskaitant jūrų ir sausumos transportą, o jų pagrindinė funkcija yra palengvinti

krovinų perkėlimą tarp šių transporto priemonių. Terminalai taip pat atlieka muitinės patikrinimus ir kitas procedūras, būtinas kroviniams tvarkyti pagal ES ir JK reikalavimus.



1 pav. Krovinio vežimo maršruto schemas

1 paveiksle pateikiamos krovinio, vežamo maršrutu Vilnius (Lietuva)–Londonas (Jungtinė Karalystė) schemas, kurias galima įvykdyti atliekant pilno krovinio intermodalinį vežimą keliais maršruto variantais. Vykdamas krovinio vežimą pagal 1 maršruto schemą reikalingi keturi intermodaliniai terminalai ir pasitelkiamos trys transporto rūšys (kelių, geležinkelio ir jūrų transportas). Vežant krovinį pagal 2 maršruto schemą naudojami du intermodaliniai terminalai ir dalyvauja tik dvi transporto rūšys (kelių transportas ir jūrų transportas).

1 lentelėje pateikiama informacija apie terminalų skaičių galimų maršrutų variantuose, kai 1 maršrute dalyvauja visi keturi išvardyti terminalai, o 2 maršrute dalyvauja tik du terminalai.

1 lentelė. Intermodaliniai terminalai

	1 terminalas	2 terminalas	3 terminalas	4 terminalas
1 maršrutas	Kauno intermodalinis terminalas	Duisburgo intermodalinis terminalas	Calais intermodal (uostas)	Doverio intermodal (uostas)
2 maršrutas	–	–	Calais intermodal (uostas)	Doverio intermodal (uostas)

2 lentelėje išsamiai aprašomi 1 ir 2 krovinio vežimo maršrutai bei galimos jų variacijos – 2A ir 2B maršrutai atsižvelgiant į vežėjų skaičių bei transporto priemones vairuojančių vairuotojų poreikį.

2A maršruto ilgis sutampa su 2 maršruto ilgiu, o 2B maršruto ilgis yra didesnis dėl didesnio vežėjų skaičiaus ir nukrypimų nuo pagrindinio 2 maršruto dėl iš anksto numatytų ir suderintų puspriekabės perkabinimo punktų užtikrinant saugų transporto priemonių, krovinio ir dokumentų perdavimą.

Pateikus užklausas į krovinų biržą „X“ dėl krovinio vežimo intermodaliniu transportu maršrutu

Vilnius (Lietuva)–Londonas (Jungtinė Karalystė) pagal 2 maršruto schemą atsiliepė vežėjai, siūlantys gabenti krovinį, kai kelių transporto priemonę vairuoja tik vienas vairuotojas. Pasiūlymų, kad kelių transporto priemonę vairuotų du vairuotojai, negauta.

2 lentelė. Vežėjų ir vairuotojų skaičius maršrute

Maršrutas	Vežėjai	Vairuotojų skaičius
1 maršrutas	1 kelių vežėjas: Vilnius (Lietuva)–Kaunas (Lietuva).	1
	1 geležinkelio vežėjas: Kaunas (Lietuva)–Duisburgas (Vokietija).	–
	2 kelių vežėjai: Duisburgas (Vokietija)–Londonas (Jungtinė Karalystė).	1
	1 jūrų transporto vežėjas (keltas): Kalė (Prancūzija)–Doveris (Jungtinė Karalystė). Pastaba: vairuotojas keliai keltu.	–
2 maršrutas	1 kelių vežėjas: 1 jūrų transporto vežėjas (keltas): Kalė (Prancūzija)–Doveris (Jungtinė Karalystė). Pastaba: vairuotojas keliai keltu.	1
2A maršrutas	1 kelių vežėjas: Vilnius (Lietuva)–Kalė (Prancūzija) Pastaba: puspriekabė paliekama Kalė (Prancūzija) uoste.	1
	1 jūrų transporto vežėjas (keltas): Kalė (Prancūzija)–Doveris (Jungtinė Karalystė). Pastaba: puspriekabė į Doverio (Jungtinė Karalystė) uostą keliama keltu be vairuotojo.	–
	2 kelių vežėjai (vietinių pervežimų įmonė „X“): Doveris (Jungtinė Karalystė)–Londonas (Jungtinė Karalystė)	1
2B maršrutas	Keli kelių vežėjai (kai vežant vienas kelių vežėjas puspriekabę perduoda kitam kelių vežėjui): Vilnius (Lietuva)–Kalė (Prancūzija) Pastaba: puspriekabė paliekama Kalė (Prancūzija) uoste.	Po vieną kiekvieno vežėjo vairuotoją
	1 jūrų transporto vežėjas (keltas): Kalė (Prancūzija) - Doveris (Jungtinė Karalystė). Pastaba: puspriekabė į Doverio (Jungtinė Karalystė) uostą keliama keltu be vairuotojo.	–
	2 kelių vežėjai (vietinių pervežimų įmonė „X“): Doveris (Jungtinė Karalystė)–Londonas (Jungtinė Karalystė)	1

Naudodamiesi Jungtinėje Karalystėje įregistruotos įmonės „Automobile Association Developments Limited“,

sutrumpintai naudojamos kaip „AA“, tinklalapio puslapyje „AA Route Planet“ pateikta maršruto sudarymo skaičiuokle (Theaa.com, 2025) apskaičiavome krovinių vežimo maršrutų atstumus. 1 maršruto schemos atstumas nustatytas pagal pirminį analizuojamą variantą. 2 ir 2A maršrutų schemų atstumai nustatyti atsižvelgiant į vežant krovinius dalyvaujančių transporto rūšių skaičių ir pasirenkant trumpiausią atstumą. 2B maršruto schemoje kiekvienos atkarpos atstumai nėra nustatyti, nes nebuvo gauta pasiūlymų, tačiau jie turėtų viršyti 2 ir 2A maršrutų schemų atstumus.

3 lentelėje pateikti atstumai tarp terminalų. Apžvelgę 3 lentelės duomenis ir lygindami pirmą ir antrą maršrutus, galime matyti, kad atstumų skirtumas yra tik 25 km.

3 lentelė. Atstumai tarp krovos punktų ir terminalų, km

Atkarpos	1 maršrutas	2 ir 2A maršrutai	2B maršrutas
Pakrovimo punktas–1 terminalas, km	92	1960,9	> 1960,9
1–2 terminalas, km	1491	-	
2–3 terminalas, km	381,8	-	
3–4 terminalas, km	43	43	43
4 terminalas–škrovimo punktas, km	105,4	105,4	105,4
Maršruto ilgis, km	2084,3	2109,3	> 2109,3

Pagal pateiktas užklausas į krovinių biržą „X“ buvo gauti tik du pasiūlymai vežti krovinį pagal 2 ir 2A maršrutus.

Toliau bus nagrinėjami 1, 2 ir 2A maršrutai.

Remiantis internetine svetaine „AA Route Planet“ (Theaa.com, 2025) buvo aptarta reali krovinių gabenimo kaina, nurodžius gabenimo sąlygas kiekvienu maršrutu. Galiausiai parinktas optimalus maršrutas, kurio nustatyta kaina buvo 2440 eurų. Tai buvo pirminis maršruto variantas (4 lentelė).

4 lentelė. Maršrutų rodiklių palyginimas

Maršrutas	1 maršrutas	2 maršrutas	2A maršrutas	2B maršrutas
Transporto rūšis	3	2	2	2
Terminalų skaičius	4	2	2	> 2
Vežėjų skaičius	4	2	3	> 3
Kelių transporto vairuotojų skaičius	2	1	2	> 2
Atstumas, km	2084,3	2109,3	2109,3	> 2109,3
Trukmė, paromis	4	5	5	> 5
Važtaraščių skaičius	4	2	3	> 3
Krovinių vežimo kaina, Eur.	2440	3200	2697	> 2697

Apibendrinimas

Tyrime nagrinėjamas krovinių vežimas iš Vilniaus į Londoną įvairiarūšių transportu, siekiant nustatyti ekonominiu ir organizaciniu požiūriu **optimalų maršrutą**. Tyrimo objektu pasirinkta intermodalinio transporto grandinė, jungianti **kelių, geležinkelių ir jūrų transportą**. Kiekybinės analizės principu palyginti keli alternatyvūs maršrutai, atsižvelgiant į tokius veiksnius, kaip:

- transporto rūšių skaičius,
- atstumas,
- terminalų skaičius,
- vežėjų ir vairuotojų poreikis,
- krovinių gabenimo trukmė bei kaina.

Tyrimas grindžiamas praktiniu scenarijumi, pateikiant maršrutų schemų, terminalų ir atkarpų analizę. Buvo vertinami ir **logistiniai sprendimai**: pavyzdžiui, ar krovinsys keliauja su vairuotoju, ar pusprickabė perkeliama atskirai.

Taip pat buvo atlikta platesnė įvairiarūšio transporto teorinė analizė, kurioje remtasi aktualiais šaltiniais, pvz., Europos Audito Rūmai. **Specialioji ataskaita (2023) ir transekspedicija.lt (2024)**, kuriuose išryškintos intermodalinių pervežimų savybės, tokios kaip saugumas, lankstumas ir atsakomybės paskirstymas tarp vežėjų.

Pagrindinis tyrimo akcentas – **ieškoti efektyviausio ir ekonomiškai palankiausio sprendimo**, kuris drauge būtų tinkamas tvarumo kontekste. Kaip rodo analizė, **maršrutas, kuriame pasitelkiamas geležinkelių transportas**, nors ir sudėtingesnis logistiškai, yra pigiausias ir potencialiai palankesnis aplinkai.

Išvados

1. Įvairiarūšio transporto naudojimas leidžia optimizuoti ne tik logistikos kaštus, bet ir sumažinti poveikį aplinkai. Ypač tai pasakytina apie maršrutus, kuriuose naudojami elektrifikuoti geležinkelių ruožai. Kaip teigiama K. Čižiūnienės ir kt. (2024) straipsnyje, „elektriniai traukiniai ženkliai prisideda prie anglies dioksido mažinimo“ (Čižiūnienė, K. ir kt., 2024).
2. Tyrimo duomenimis, pigiausias maršrutas (2440 Eur) buvo tas, į kurį, nepaisant didesnio terminalų ir vežėjų skaičiaus, įtrauktas geležinkelių transportas. Tai atitinka žaliuosius logistikos tikslus – derinti ekonominį efektyvumą ir poveikio aplinkai mažinimą.
3. Svarbus vaidmuo tenka intermodaliniams terminalams, kurių infrastruktūra (pvz., Kauno ir Duisburgo terminalų) leidžia efektyviai

- perkrauti krovinius tarp skirtingų transporto rūšių, išlaikant jų vientisumą ir mažinant taršą dėl papildomo perkrovimo.
4. Tvarumo užtikrinimui būtina plėtoti technologinį intermodalinių pervežimų pagrindą, ypač diegiant mažai taršias technologijas ir automatizuotas krovos sistemas, kaip tai daroma Duisburgo uoste – viename iš pasaulio modelinių žaliųjų uostų.
 5. Ateityje rekomenduojama skatinti intermodalinių sprendimų plėtrą, investuoti į elektrifikaciją, automatizuotas sistemas ir skatinti žiedinės ekonomikos principus transporto srityje. Tai ne tik mažina ekologinį pėdsaką, bet ir didina transporto sektoriaus efektyvumą ir konkurencingumą.

Literatūra

12 str. | Lietuvos Respublikos transporto veiklos pagrindų įstatymas. (2024). <https://www.infolex.lt/teise/DocumentSinglePart.aspx?AktoId=78302&StrNr=12>

Calais-dover.com (2025). <https://calais-dover.com/calais-port/>

Čižiūnienė, K., Matijošius, J., Sokolovskis, E. ir Balevičiūtė, J. (2024). Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania. *Tvarumas* 2024, 16 (7), 2716;

https://www.mdpi.com/2071-1050/16/7/2716?utm_source=chatgpt.com

dgt-duisburg.de (2025). https://dgt-duisburg.de/en/?utm_source

Europos Audito Rūmai. (2023). Specialioji ataskaita. Įvairiarūšis krovinių vežimas. (2023). <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/lt/>

gov.uk (2024). <https://www.gov.uk/guidance/international-rail-freight-uk-border-requirements-and-processes>

Kaunasin.lt (2024). Infrastruktūra: <https://kaunasin.lt/infrastruktura/>

lognet.lt (2024). <https://log-net.lt/lt/multimodaliniai-pervezimai.html>

ltginfra.lt (2024). <https://ltginfra.lt/paslaugos/terminalu-valdymas-ir-pletra/terminalai/kaunas/>

Railana.com (2024). <https://railana.com/multimodaliniai-kroviniu-pervezimai/>

Theaa.com (2025). <https://www.theaa.com/route-planner/route?from=%20Utenos%20g.%2041B,%20Vilnius,%2008217%20Vilniaus%20m.%20sav.%20%20&to=62100%20Calais,%20France>

timocom.lt (2024). <https://www.timocom.lt/lexicon/transporto-%C5%BEodynas/terminalas>

transkespedicija.lt (2024). <https://transekspedicija.lt/straipsniai/multimodaliniai-ir-intermodaliniai-pervezimai/>



ANALYSIS OF MULTIMODAL FREIGHT TRANSPORT ON THE ROUTE VILNIUS (LIETUVA) - LONDON (UNITED KINGDOM)

AUGUSTINA RADŽIŪNAITĖ¹, VAKARĖ VALANČIŪTĖ¹, IRINA BRIUCHOVECKAJA¹

¹Vilniaus Kolegija | Higher Education Institution, Faculty of Civil Engineering, Department of Business and Public Management, Antakalnio g. 54, Vilnius

Summary. This paper analyses the topic of intermodal transport, looking at its areas of focus and the potential challenges and benefits. The aim of the study is to assess which route is the most optimal, using a quantitative research approach and drawing on the most recent scientific sources. The paper discusses the main aspects such as the characteristics of the different modes of transport and draws conclusions on the optimal transport route.

The results of the study show that the optimal route is the cheapest, which leads to the conclusion that the simpler the route, the more carriers prefer it.

Key words: multimodal, intermodal, logistics, transport.



STRAIPSNIO ŠABLONAS

STRAIPSNIO PAVADINIMAS

(naudokite ARTICLE TITLE stilių arba Alt + Ctrl + S)

PIRMO AUTORIAUS VARDAS, PAVARDĖ¹, ANTRO AUTORIAUS VARDAS, PAVARDĖ²

(naudokite AUTHOR NAMES stilių arba Alt + Ctrl + V)

¹*Straipsnio autoriaus atstovaujama institucija, adresas*

(naudokite INSTITUTION ADDRESS stilių arba Alt + Ctrl + I)

²*Straipsnio autoriaus atstovaujama institucija, adresas*

(naudokite INSTITUTION ADDRESs stilių arba Alt + Ctrl + I)

Anotacija. Straipsnio anotacija originalo kalba (100 – 150 žodžių). Tai glaustas vienos pastraipos tekstas apie atliktą darbą, pristatant tyrimo tikslą, jo loginį pagrindimą, taikytus tyrimo metodus bei svarbiausias išvadas ir/ar keliamus naujus klausimus. (naudokite ANNOTATION stilių arba Alt + Ctrl + A)

Reikšminiai žodžiai: Pateikiami 4-7 reikšminiai žodžiai, atskirti kableliais. (naudokite KEYWORDS stilių arba Alt + Ctrl + K)

Ivadas (naudokite HEADING 1 stilių arba Alt + Ctrl + N)

Ivade iškeliama ir pagrindžiama mokslinė problema, formuluojamas tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai, nurodoma tyrimo metodika ir laukiami rezultatai. (naudokite TEXT stilių arba Alt + Ctrl + T)

1. Skyriaus pavadinimas (naudokite HEADING 1 stilių arba Alt + Ctrl + N)

Pateikiama aktuali mokslinės literatūros apžvalga, susieta su straipsnyje nagrinėjama problema. Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Tyrimai ir Inovacijos – 2025“ leidinyje naudojamas APA (American Psychological Association, liet. Amerikos psichologijos asociacija) citavimo standartas. Tekste lenktiniuose skliaustuose reikia nurodyti autoriaus (-ių) pavardę ir šaltinio leidimo metus. Cituojant vieno autoriaus šaltinį tekste rašoma, pvz., (Jacobs, 2020) arba Jacobs (2020). Cituojant dviejų autorių šaltinį tekste pateikiama, pvz., (Razma & Čenkutė, 2018) arba Razma ir Čenkutė (2018). Jeigu cituojami trys ir daugiau autorių, tekste pateikiamas tik pirmas autorius, pvz., (Wang et al., 2017) arba Wang ir kt. (2017). Jeigu cituojama konkreti šaltinio vieta ar pateikiama tiksli citata, nuorodoje pateikiamas ir šaltinio puslapis, pvz. (Mačerinskas et al., 2017, p. 85). Jeigu cituojami skirtingų autorių, kurių pavardės sutampa, darbai, nuorodose pateikiami ir autorių inicialai, pvz., (Magd, 2021; Pacevičiūtė, 2022; Ramanna, 2020). Naudojant to paties autoriaus

skirtingus šaltinius, išleistus tais pačiais metais, cituojama, pvz., (Zavadskas, 2018a, 2019b) arba Zavadskas (2019b) tyrime nustatė, kad... Atitinkamai šios raidės turi būti prirašytos prie leidimo metų ir pateiktame literatūros sąrašė.

Jeigu leidinio autorius yra institucija, organizacija ir panašiai, cituojant rašoma, pvz., (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija [AM], 2024) [pirmą kartą pateikta nuoroda]; AM, 2025) [antrą kartą ir vėliau pateikta nuoroda]. Jeigu leidinyje nenurodytas autorius, rašomas pavadinimas ir leidimo metai, pvz., (Baltoji knyga dėl Europos ateities, 2017) arba Baltoji knyga dėl Europos ateities (2017) arba pirmieji kūrinio pavadinimo žodžiai (Motorinių transporto priemonių..., 2016).

2. Skyriaus pavadinimas (naudokite HEADING 1 stilių arba Alt + Ctrl + N)

Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Tyrimai ir Inovacijos – 2025“ leidiniui parengtas straipsnis turi atitikti šiuos reikalavimus:

- Straipsnio apimtis 4 – 8 puslapiai. (naudokite Bulleted list stilių arba Alt + Ctrl + B)
- Straipsnis turi būti parašytas teksto redaktoriaus MS Word, Times New Roman šriftu, 10 pt (1 eilutės eilėtarpiu).
- Anotacija ir reikšminiai žodžiai rašomi viename stulpelyje, naudojant abipusę lygiuotę.
- Puslapio formatas – A4 (21x29,7 cm), vertikalus, tekstas puslapyje pateikiamas 2 stulpeliais. Tarpas tarp stulpelių 10 mm.



- Paraštės: kairioji – 20 mm, dešinioji – 10 mm, viršutinė – 30 mm, apatinė – 20 mm.
- Pastraipos: pirmos eilutės įtrauka – 0,7 cm, pastraipoms nustatomas abipusis lygiavimas.
- Straipsnio tekste naudojamas nurodyto dydžio ir stiliaus šriftas, pateiktas 1 lentelėje.

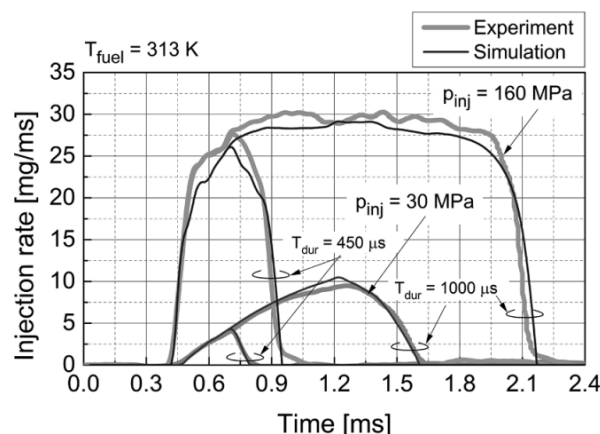
1 lentelė. Teksto šrifto dydis, stilius ir lygiavimas
(naudokite TABLE stilių arba Alt + Ctrl + L)

Tekstas	Šrifto dydis, lygiavimas	Šrifto stilius
Pavadinimas	12, centrinis	Pastorintas, DIDŽIOSIOMIS RAIDĖMIS
Autorius (-iai)	11, centrinis	Pastorintas
Darbovietė ar organizacija	11, centrinis	<i>Kursyvas</i>
Anotacija	9, abipusis	Normalus
Pagrindiniai žodžiai	9, abipusis	Normalus
Skyrių, poskyrių pavadinimai	11, kairė	Pastorintas
Pagrindinis tekstas	10, abipusis	Normalus
Lentelių tekstas	9, kairė	Normalus
Lentelių numeracija ir pavadinimai.	9, abipusis	Numeracija pastorinta, pavadinimas normalus
Iliustracijų numeracija ir pavadinimai	9, centrinis (abipusis – daugiau kaip 1 eilutės tekstas)	Numeracija pastorinta, pavadinimas normalus
Formulės	10, centrinis	<i>Kursyvu</i>
Literatūros šaltinių tekstas	9, abipusis	Normalus
Santrauka	9, abipusis	Normalus

Šaltinis: sudaryta autorių

Lentelės maketuojamos kartu su tekstu, lygiavimas abipusis, numeruojamos virš lentelių tęstine tvarka arabiškais skaitmenimis, nurodomas šaltinis.

Iliustracija – paveikslas, diagrama ar schema tekste centruojama. Pavadinimai rašomi po iliustracija tęstine tvarka, nurodomas šaltinis. Paveikslai ir diagramos turi būti aiškūs, skiriamoji raiška ne mažiau nei 300 DPI, tonai nespaltuoti (greyscale) (1 pav.).



1 pav. Grafiko pavadinimas
Šaltinis: sudaryta autorių
(paveikslėlių pavadinimams naudokite
FIGURE CAPTION stilių arba Alt + Ctrl + F)

- Matematinės formulės ar kitos matematinės išraiškos įterpiamos į tekstą naujoje pastraipoje. Formulės rašomos naudojant formulių rengyklę „Microsoft Equation 3.0“, dešiniajame formulės krašte numeruojamos iš eilės arabiškais skaitmenimis skliaustuose dešinėje, pvz.:

$$v_{st} = \frac{2 \cdot S \cdot n}{60}, \quad (1)$$

(naudokite EQUATION stilių arba Alt + Ctrl + E)

čia: S – stūmoklio eiga, m; n – variklio veleno sukimosi greitis, min^{-1} .

Išvados (naudokite HEADING 1 stilių arba Alt + Ctrl + N)

1. Pateikiamos apibendrintos straipsnio išvados, kurios gali būti numeruojamos arabiškais skaitmenimis. (naudokite CONCLUSIONS stilių arba Alt + Ctrl + C)
2. Išvados ir rekomendacijos turėtų atitikti straipsnyje iškeltus uždavinius.

Literatūra (naudokite HEADING 1 stilių arba Alt + Ctrl + N)

Straipsnio pabaigoje pateikiamas išsamus šaltinių sąrašas, pirmųjų autorių pavardes išdėstant pagal lotynų abėcėlę, o jeigu jų nėra – pagal leidinio pirmąją

raidę. Šaltiniai parašyti nelotyniškais rašmenimis, išvardijami sąrašo gale. Jei nurodomos kelios to paties autoriaus publikacijos, paskelbtos tais pačiais metais, jas reikia išskirti, prirašant raides a, b, c..., po publikacijos metų. Literatūros sąrašo formavimo pavyzdžiai:

Keskin, A., Guru, M. and Altiparmak, D. (2007). Biodiesel production from tall oil with synthesized Mn and Ni based additives: effects of the additives on fuel consumption and emissions, *Fuel* 86 (7), 1139-1143. doi: org/10.1016/j.fuel.2006.10.021. (Straipsnis moksliniame žurnale).

Valiulis, A.V. (2013). *Engineering Materials Science: Structure, Properties and Applications*. doi: 10.3846/1473-S Prieiga per internetą: < [https://www.](https://www.ebooks.vgtu.lt/product/engineering-materials-science-structure-properties-applications)

[ebooks.vgtu.lt/product/engineering-materials-science-structure-properties-applications](https://www.ebooks.vgtu.lt/product/engineering-materials-science-structure-properties-applications) >. (Elektroninė knyga).

Vares, V., Kask, U., Muiste, P., Pihu, T. and Soosaar, S. (2007). *Biokuro naudotojo žinynas*. Prieiga per internetą: <<http://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/atsinaujinantys-energijos-istekliai/tyrimai-ir-analizes-3>>. (Internetinis tinklalapis).

Vekteris, V., Kasparaitis, A., Kaušinis, S ir Kanapėnas, R. (2000). *Matavimų teorija ir praktika*. Vilnius: Žiburio leidykla. (Knyga)

Išsamesnė citavimo ir literatūros sąrašo sudarymo informacija:

<https://www.mendeley.com/guides/apa-citation-guide>

(naudokite REFERENCES stilių arba Alt + Ctrl + R)

STRAIPSNIO PAVADINIMAS UŽSIENIO KALBA

(naudokite ARTICLE TITLE IN FOREIGN stilių arba Alt + Ctrl + D)

**Pirmo autoriaus vardas, pavardė¹,
Antro autoriaus vardas, pavardė²**

(naudokite AUTHOR NAMES IN FOREIGN stilių arba Alt + Ctrl + G)

¹*Straipsnio autoriaus atstovaujama institucija*

(naudokite INSTITUTION ADDRESS FOREIGN stilių arba Alt + Ctrl + P)

²*Straipsnio autoriaus atstovaujama institucija*

(naudokite INSTITUTION ADDRESS FOREIGN stilių arba Alt + Ctrl + P)

Summary. Straipsnio santrauka (200 – 250 žodžių) kita negu straipsnio rašymo kalba. Jei straipsnis parašytas anglų kalba, santrauka pateikiama lietuvių kalba. Jei straipsnis parašytas lietuvių kalba, santrauka pateikiama anglų kalba. (naudokite ANNOTATION stilių arba Alt + Ctrl + A)

Key words: First keyword, second keyword, third keyword. (naudokite KEYWORDS stilių arba Alt + Ctrl + K)



Jaunųjų mokslininkų konferencijos
TYRIMAI IR INOVACIJOS – 2025

Straipsnių rinkinys

Sudarytojas Andrius Gulbinas
Redaktorė Rima Marcinkevičienė

Vilniaus kolegijos Statybos fakultetas

