



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančių veiksnių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Amandas Slabšys

Projekto autorius

Prof. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančių veiksnių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Amandas Slabšys

Projekto autorius

Prof. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Vyr. lekt. Aistija Vaišnorienė

Recenzentė

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Amandas Slabšys

Energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančių veiksnių tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Amandas Slabšys

Patvirtinta elektroniniu būdu

Slabšys, Amandas. Energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančių veiksnių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė prof. dr. Inga Konstantinavičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): studijų kryptis – energijos inžinerija, studijų krypčių grupė – inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: energijos vartojimo efektyvumas, gyvenamieji pastatai, LMDI dekompozicija, regresinė analizė, pastatų renovacija, namų ūkių elgsena, energetikos politika, Lietuva.

Kaunas, 2026. 99 p.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte tiriami technologiniai, ekonominiai, socialiniai ir elgsenos veiksniai, lemiantys energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose Lietuvoje. Tyrimo aktualumą lemia tai, kad gyvenamųjų pastatų sektorius sudaro reikšmingą galutinės energijos suvartojimo dalį, o didelę Lietuvos būsto fondo dalį sudaro iki 1993 m. statyti pastatai, pasižymintys prastu energiniu naudingumu. Darbo tikslas – ištirti energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančius veiksnius ir pateikti rekomendacijas efektyvumo didinimui.

Tyrimo metu taikoma keturių metodų metodika: LMDI dekompozicijos analizė (2010–2023 m. laikotarpio Lietuvos namų ūkių duomenys), koreliacinė-regresinė analizė, anketinė apklausa ($n = 287$) ir palyginamoji ES šalių analizė. LMDI dekompozicija atskleidė, kad bendras energijos suvartojimo sumažėjimas (–3,9 proc.) yra priešingų veiksnių sąveikos rezultatas: energetinio intensyvumo gerinimas (–15 443 TJ) ir populiacijos mažėjimas (–6 211 TJ) buvo iš esmės kompensuoti namų ūkių smulkėjimo (+15 588 TJ) bei būsto ploto augimo (+3 459 TJ). Regresijos modelis ($R^2 = 0,683$) patvirtino dominuojantį technologinių veiksnių vaidmenį – reikšmingiausi yra renovacijos statusas (renovuotuose pastatuose specifinis suvartojimas apie 19 proc. mažesnis) ir pastato amžius. Apklausa atskleidė tris pagrindinius barjerus: finansinius (67,9 proc.), informacijos trūkumą (37,6 proc.) ir biurokratinius (35,2 proc.). Lyginamoji analizė parodė, kad Lietuva pagal energijos suvartojimo mažėjimo tempą atsilieka nuo Latvijos (–22,3 proc.) ir ES-27 vidurkio (–18,3 proc.). Remiantis rezultatais, parengtos rekomendacijos politikos formuotojams: padidinti renovacijos tempą iki 3–4 proc. per metus, įvesti diferencijuotą paramą mažiems namų ūkiams, supaprastinti sprendimų priėmimo daugiabučiuose procedūras ir sukurti vieno langelio principu veikiančią informacinę sistemą.

Slabšys, Amandas. Study of Factors Influencing Energy Consumption Efficiency in Residential Buildings. Master's Final Degree Project / supervisor Prof. Dr. Inga Konstantinavičiūtė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology

Study field and area (study field group): study field – energy engineering, study field group – engineering sciences.

Keywords: energy consumption efficiency, residential buildings, LMDI decomposition, regression analysis, building renovation, household behaviour, energy policy, Lithuania.

Kaunas, 2026. 99 p.

Summary

This Master's final degree project examines the technological, economic, social, and behavioral factors influencing energy consumption efficiency in residential buildings in Lithuania. The relevance of the study stems from the fact that the residential sector accounts for a significant share of final energy consumption, while a large part of Lithuania's housing stock consists of buildings constructed before 1993, characterized by poor energy performance. The aim of the project is to investigate the factors influencing energy consumption efficiency in residential buildings and to provide recommendations for improving efficiency.

The research applies a four-method methodology: LMDI decomposition analysis (Lithuanian household data for the 2010–2023 period), correlation and regression analysis, a questionnaire survey ($n = 287$), and a comparative analysis of EU countries. The LMDI decomposition revealed that the overall reduction in energy consumption (-3.9%) is the result of interaction between opposing factors: improvements in energy intensity ($-15,443$ TJ) and population decline ($-6,211$ TJ) were largely offset by household downsizing ($+15,588$ TJ) and growth in dwelling floor area ($+3,459$ TJ). The regression model ($R^2 = 0.683$) confirmed the dominant role of technological factors – the most significant being renovation status (renovated buildings show approximately 19% lower specific consumption) and building age. The survey identified three principal barriers: financial (67.9%), lack of information (37.6%), and bureaucratic (35.2%). The comparative analysis showed that Lithuania lags behind Latvia (-22.3%) and the EU-27 average (-18.3%) in terms of the pace of energy consumption reduction. Based on the results, recommendations for policymakers were formulated: increase the renovation rate to 3–4% per year, introduce differentiated support for small households, simplify decision-making procedures in multi-apartment buildings, and establish a one-stop-shop information system.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	11
Įvadas.....	13
1. Gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo teoriniai pagrindai ir reguliavimas	15
1.1. Energijos vartojimo efektyvumas gyvenamajame sektoriuje.....	15
1.1.1. Energijos vartojimo efektyvumo samprata.....	15
1.1.2. Efektyvumo reikšmė gyvenamajam sektoriui	15
1.1.3. Pagrindinių veiksnių, lemiančių energijos vartojimą, klasifikavimas.....	16
1.1.4. Veiksnių tarpusavio sąveika ir dėsningumai	19
1.1.5. Dėsningumai skirtinguose segmentuose.....	20
1.1.6. Veiksnių santrauka	20
1.1.7. Skyriaus apibendrinimas	21
1.2. Politinis ir teisinis reguliavimas energinio efektyvumo srityje	22
1.2.1. Politinių priemonių reikšmė energijos vartojimo efektyvumui.....	22
1.2.2. Pagrindiniai ES dokumentai ir iniciatyvos	23
1.2.3. Lietuvos strateginiai dokumentai	25
1.2.4. Reglamentai, standartai ir direktyvos, susijusios su gyvenamaisiais pastatais	27
1.2.5. Finansinės paskatos ir jų taikymas praktikoje	29
1.2.6. Politikos įgyvendinimo iššūkiai	32
1.2.7. Lietuvos ir kitų ES šalių lyginamoji analizė.....	34
1.2.8. Skyriaus apibendrinimas	36
1.3. Gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklė Europos Sąjungoje ir Lietuvoje.....	37
1.3.1. Gyvenamųjų pastatų segmentas energijos vartojimo struktūroje.....	37
1.3.2. Statybos amžius ir pastatų energinė klasė Europoje ir Lietuvoje.....	38
1.3.3. Statistinių duomenų analizė.....	40
1.3.4. Renovacijos apimtys ir energinio efektyvumo gerinimas	42
1.3.5. Lyginamoji Lietuvos ir ES šalių analizė	44
1.3.6. Lyginamoji 2010–2023 m. tendų analizė – Lietuva ir ES	46
1.3.7. Skyriaus apibendrinimas	48
2. Energijos vartojimo efektyvumą sąlygojančių veiksnių tyrimo metodologija	49
2.1. Tyrimo dizainas ir metodų parinkimas.....	49
2.2. Dekompozicijos metodas energijos vartojimo pokyčiams analizuoti	49
2.2.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas.....	49
2.2.2. Tyrimo eigos aprašymas.....	49
2.2.3. Kintamieji ir rodikliai.....	50
2.3. Koreliacinė-regresinė analizė veiksnių ryšiams nustatyti	51
2.3.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas.....	51
2.3.2. Tyrimo eigos aprašymas.....	51
2.3.3. Indėlis siekiant tyrimo tikslo	53
2.4. Anketinė apklausa gyventojų sąmoningumui ir elgsenai įvertinti	54
2.4.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas.....	54
2.4.2. Tyrimo eigos aprašymas.....	54

2.4.3. Duomenų analizė	55
2.4.4. Indėlis siekiant tyrimo tikslo	56
2.5. Palyginamoji Lietuvos ir ES šalių duomenų analizė	56
2.5.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas	56
2.5.2. Tyrimo eigos aprašymas	57
2.5.3. Indėlis siekiant tyrimo tikslo	57
2.6. Tyrimo apribojimai ir duomenų iššūkiai	58
2.6.1. Duomenų kokybės ir matavimo apribojimai	58
2.6.2. Metodologiniai ribotumai	59
2.6.3. Laiko, konteksto ir rezultatų apibendrinimo ribos	59
2.7. Tyrimo metodų loginė struktūra	59
3. Energijos vartojimo efektyvumą sąlygojančių veiksnių tyrimo rezultatai ir rekomendacijos	61
3.1. LMDI dekompozicijos analizės rezultatai	61
3.1.1. Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo statistinė analizė	61
3.1.2. Suminės dekompozicijos rezultatai	63
3.1.3. Metinė dekompozicija	65
3.2. Koreliacinė-regresinė veiksnių analizė	66
3.2.1. Koreliacijos analizė	67
3.2.2. Daugialypės tiesinės regresijos modelis	68
3.3. Anketinės apklausos rezultatai	70
3.3.1. Respondentų demografinė charakteristika	70
3.3.2. Būsto charakteristikos ir šildymo sistemos	72
3.3.3. Energijos vartojimo įpročiai ir sąnaudos	74
3.3.4. Požiūris į energijos taupymą ir motyvacija	76
3.3.5. Investicijos į energijos efektyvumą ir barjerai	78
3.3.6. Apklausos rezultatų apibendrinimas ir sąsajos su kiekybine analize	80
3.4. Lyginamoji ES šalių analizė	81
3.4.1. Energijos suvartojimo dinamika	81
3.4.2. Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui	82
3.4.3. Energijos kainų palyginimas	83
3.4.4. Klimato sąlygų palyginimas	84
3.4.5. Atsinaujinančių energijos šaltinių dinamika ir politikų kontekstas	85
3.5. Empirinio tyrimo rezultatų apibendrinimas	86
3.6. Praktinės rekomendacijos	87
3.6.1. Rekomendacijos, grindžiamos LMDI dekompozicijos rezultatais	87
3.6.2. Rekomendacijos, grindžiamos regresijos analizės rezultatais	88
3.6.3. Rekomendacijos, grindžiamos apklausos rezultatais	88
3.6.4. Rekomendacijos, grindžiamos lyginamosios analizės rezultatais	89
Išvados	90
Literatūros sąrašas	91
Priedai	96
1 priedas. Anketinės apklausos forma	96

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. Lietuvos daugiabučių pasiskirstymas pagal energines klases, 2021.....	39
3.1 lentelė. Pagrindiniai Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo rodikliai, 2010–2023 m., sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazės duomenis	62
3.2 lentelė. LMDI suminės dekompozicijos rezultatai, 2010–2023 m. (TJ). Apskaičiuota autoriaus taikant LMDI dekompozicijos metodą.....	65
3.3 lentelė. Daugialypės regresijos modelio koeficientai (priklausomas kintamasis - $\ln(\text{kWh}/\text{m}^2$ per metus)). Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis ($n = 287$). $R^2 = 0,683$; koreguotas $R^2 = 0,676$; $F = 100,7$. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$	68
3.4 lentelė. Respondentų demografinė charakteristika ($n = 287$).....	71
3.5 lentelė. Vidutinės mėnesinės energijos sąnaudos pagal būsto tipą (proc.).....	76
3.6 lentelė. Investicijų į energijos efektyvumą barjerai pagal pajamų grupes (proc.).....	80

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Namų ūkių šildymo energijos sąnaudos vienam m ² (koe/m ²), pasirinktose ES šalyse ir ES vidurkyje 2000–2023 m., Odyssee-MURE duomenų bazė	46
2.1 pav. Tyrimo metodų loginė struktūra ir atlikimo seka	60
3.1 pav. Namų ūkių galutinis energijos suvartojimas Lietuvoje, 2010–2023 m. (TJ), Eurostat duomenys.....	62
3.2 pav. LMDI suminė dekompozicija - veiksnių indėlis 2010–2023 m. (TJ). Apskaičiuota autoriaus pagal Eurostat duomenis.....	64
3.3 pav. Veiksnių indėlis į bendrą energijos suvartojimo pokytį, 2010–2023 m.	65
3.4 pav. LMDI metinė dekompozicija - veiksnių indėlis kiekvienais metais.....	66
3.5 pav. Koreliacijos matrica - namų ūkių energijos suvartojimo veiksniai. Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis (n = 287)	67
3.6 pav. Renovacijos įtaka specifiniam energijos suvartojimui	69
3.7 pav. Faktinės ir prognozuojamos energijos suvartojimo reikšmės pagal regresijos modelį. Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis (n = 287)	69
3.8 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes (n = 287).....	70
3.9 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal namų ūkio dydį (n = 287)	71
3.10 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal mėnesines pajamas (n = 287).....	71
3.11 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal gyvenamąją vietovę (n = 287)	72
3.12 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto tipą (n = 287).....	72
3.13 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto plotą (n = 287).....	73
3.14 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto statybos metus (n = 287).....	73
3.15 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal pastato renovacijos statusą (n = 287).....	74
3.16 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal pagrindinį šildymo būdą (n = 287)	74
3.17 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal palaikomą temperatūrą šildymo sezonu (n = 287).....	75
3.18 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal šildymo temperatūros reguliavimą (n = 287)	75
3.19 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal vidutinę mėnesinę šildymo sąskaitą (n = 287).....	76
3.20 pav. Energijos taupymo svarbos vertinimas 5 balų skalėje (n = 287)	76
3.21 pav. Pagrindiniai respondentų motyvai taupyti energiją (n = 287, galimi keli atsakymai).....	77
3.22 pav. Respondentų įdiegtos energijos taupymo priemonės (n = 287, galimi keli atsakymai)	77
3.23 pav. Respondentų investicijų į energijos efektyvumą planavimas per artimiausius 3 metus (n = 287).....	78
3.24 pav. Respondentų priimtina investicijų suma per artimiausius 5 metus (n = 287).....	78
3.25 pav. Pagrindiniai barjerai investicijoms į energijos efektyvumą (n = 287, galimi keli atsakymai)	79
3.26 pav. Respondentų žinojimas apie valstybės paramą būsto renovacijai ir energijos efektyvumui (n = 287)	79
3.27 pav. Namų ūkių energijos suvartojimo dinamika ES šalyse (indeksas, 2010 = 100). Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis	82
3.28 pav. Baltijos šalių namų ūkių energijos suvartojimas, 2010–2023 m. (TJ).....	82
3.29 pav. Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui, 2010–2023 m. (GJ).....	83
3.30 pav. Energijos suvartojimas vienam gyventojui, 2010–2023 m. (GJ). Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis	83

3.31 pav. Elektros energijos ir gamtinių dujų kainos namų ūkiams, 2010–2023 m. Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis.....	84
3.32 pav. Šildymo laipsnių dienų (HDD) dinamika, 2010–2023 m.	85

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai;

ALTUM – Latvijos valstybinė plėtros finansų institucija (*Attīstības finanšu institūcija ALTUM*);

APVA – Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Aplinkos projektų valdymo agentūra;

BVP – bendrasis vidaus produktas;

EED – Energijos vartojimo efektyvumo direktyva (*Energy Efficiency Directive*);

EPBD – Pastatų energinio naudingumo direktyva (*Energy Performance of Buildings Directive*);

ES – Europos Sąjunga;

ES-27 – 27 Europos Sąjungos valstybės narės;

ESCO – energijos vartojimo efektyvumo paslaugų bendrovė (*Energy Service Company*);

EVE – energijos vartojimo efektyvumas;

HDD – šildymo laipsnių dienos (*Heating Degree Days*);

IRENA – Tarptautinė atsinaujinančiosios energetikos agentūra (*International Renewable Energy Agency*);

LMDI – logaritminio vidurkio Divisia indekso metodas (*Logarithmic Mean Divisia Index*);

MEPS – minimalūs energinio naudingumo standartai (*Minimum Energy Performance Standards*);

NEKS – Nacionalinis energetikos ir klimato srities veikslių planas;

ODEX – energijos vartojimo efektyvumo rodiklio indeksas;

OLS – mažiausių kvadratų metodas (*Ordinary Least Squares*);

RRF – Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo priemonė (*Recovery and Resilience Facility*);

STR – Statybos techninis reglamentas;

TEA – Tarptautinė energetikos agentūra;

VIF – dispersijos didinimo veiksnys (*Variance Inflation Factor*);

VIPA – Viešųjų investicijų plėtros agentūra.

Terminai:

Atsigavimo efektas (*angl. rebound effect*) – reiškinys, kai pagerinus energijos vartojimo efektyvumą dalis tikėtinų energijos sutaupymų prarandama dėl pasikeitusios vartotojų elgsenos – pavyzdžiui,

įsidiegus efektyvesnę šildymo sistemą gyventojai pradeda palaikyti aukštesnę patalpų temperatūrą ar ilgiau šildyti.

Energetinis skurdas – namų ūkio negalėjimas užtikrinti adekvataus energijos paslaugų lygio (visų pirma šildymo) dėl finansinių apribojimų, dažnai pasireiškiantis nepakankamu būsto šildymu ar didele energijos sąnaudų dalimi šeimos biudžete.

Energijos vartojimo efektyvumas – gaunamos naudos (pagamintos produkcijos ar suteiktos paslaugos) ir tam sunaudotos energijos santykis; kuo mažiau energijos sunaudojama tam pačiam rezultatui pasiekti, tuo aukštesnis efektyvumas.

Energinis naudingumas – pastato savybė, apibūdinanti energijos kiekį, reikalingą tipinėms pastato eksploataavimo reikmėms (šildymui, vėdinimui, vėsinimui, karštam vandeniui ruošti, apšvietimui), išreiškiamą energinio naudingumo klase nuo G (mažiausiai efektyvi) iki A++ (efektyviausia).

Energinis raštingumas – asmens žinios apie energijos vartojimą, gebėjimas suprasti energijos sąskaitas, įvertinti įvairių prietaisų bei elgsenos modelių poveikį energijos sąnaudoms ir priimti informuotus sprendimus dėl energijos taupymo.

Išankstinis poveikis (*angl. rebound effect*) – reiškinys, kai energetiškai neefektyvių pastatų gyventojai dar iki renovacijos suvartoja mažiau energijos nei teorinės skaičiuotės rodytų – paprastai dėl finansinių suvaržymų ar taupymo įpročių; dėl to faktinis renovacijos sutaupymo potencialas būna mažesnis nei prognozuotas.

LMDI dekompozicija – aditinis indekso dekompozicijos metodas, leidžiantis suskaidyti bendrą energijos suvartojimo pokytį į atskirų veiksnių (aktyvumo, struktūros, intensyvumo) indėlius; metodo privalumai – tobula dekompozicijos užbaigtumas (be liekanos) ir gebėjimas apdoroti nulines reikšmes.

Renovacijos sparta (*angl. renovation rate*) – per metus renovuojamų gyvenamųjų pastatų dalis nuo bendro pastatų fondo, išreiškiamą procentais.

Įvadas

Šiuolaikinė energetikos politika vis labiau orientuota į efektyvų energijos išteklių naudojimą ir tvarią plėtrą. Atsižvelgiant į didėjantį energijos vartojimą ir iškastinio kuro poveikį aplinkai, energijos vartojimo efektyvumo didinimas tampa ne tik aplinkosauginiu, bet ir ekonominiu bei socialiniu prioritetu. Vienas didžiausių energijos vartotojų yra pastatų sektorius, kuris Europos Sąjungoje (ES) sunaudoja apie 40 % visos galutinės energijos. Iš jų reikšminga dalis tenka gyvenamiesiems pastatams, kurie dažnai pasižymi prasta šilumos izoliacija, pasenusia inžinerine įranga bei žemu vartotojų sąmoningumu.

Lietuvoje didelė dalis gyvenamojo fondo sudaryta iki 1993 metų, kai energinio efektyvumo reikalavimai dar nebuvo taikomi. Nepaisant vykdomų renovacijos programų, šių pastatų modernizavimas vyksta lėtai, o faktinis energijos vartojimas dažnai būna didesnis nei projektinis. Tai rodo, kad energijos vartojimo efektyvumą sąlygoja ne tik techniniai pastato parametrai, bet ir daugelis kitų veiksnių: gyventojų elgsena, socialinis kontekstas, ekonominės paskatos bei valstybės politika.

Darbo aktualumas grindžiamas būtinybe geriau suprasti šių veiksnių tarpusavio sąveiką ir jų poveikį galutiniam energijos vartojimo lygiui. Nors energinio efektyvumo didinimo klausimai vis dažniau atsispindi strateginiuose dokumentuose, praktinis šių principų įgyvendinimas susiduria su iššūkiais tiek technologinėje, tiek socialinėje plotmėje.

Darbo tikslas – atlikti energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose sąlygojančių veiksnių tyrimą ir pateikti rekomendacijas efektyvumo didinimui.

Darbo tikslui įgyvendinti buvo išsikelti 5 uždaviniai:

1. išanalizuoti energijos vartojimo efektyvumo sampratą ir reikšmę gyvenamajame sektoriuje;
2. identifikuoti veiksnius darančius įtaką energijos vartojimui ir išanalizuoti politinį ir teisinį reguliavimą energinio efektyvumo srityje;
3. išanalizuoti gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklę ES ir Lietuvos kontekste;
4. sudaryti technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių įtakos energijos vartojimo efektyvumui gyvenamuosiuose pastatuose tyrimo metodiką;
5. atlikti technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių įtakos energijos vartojimo efektyvumui gyvenamuosiuose pastatuose tyrimą.

Tyrimo tikslui pasiekti taikomi keturi metodai: LMDI adityviosios dekompozicijos analizė – makrolygmens energijos vartojimo pokyčiams skaidyti ir atskirų veiksnių indėliams kiekybiškai įvertinti; daugialypė tiesinė regresinė analizė – statistiniams ryšiams tarp atskirų veiksnių ir energijos suvartojimo nustatyti; anketinė apklausa (n = 287) – gyventojų elgsenai, sąmoningumui ir instituciniams barjerams tirti; palyginamoji Lietuvos ir ES šalių duomenų analizė – šalies situacijai įvertinti platesniame europiniame kontekste.

Darbą sudaro įvadas, trys pagrindiniai skyriai, išvados, rekomendacijos, literatūros sąrašas ir priedas. Pirmajame skyriuje nagrinėjami teoriniai energijos vartojimo efektyvumo pagrindai: apibrėžiama efektyvumo samprata, analizuojama technologinių, ekonominių, socialinių ir elgsenos veiksnių klasifikacija, apžvelgiamas ES ir Lietuvos politinis bei teisinis reguliavimas ir įvertinama gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklė. Antrajame skyriuje pagrindžiamas tyrimo dizainas ir aprašoma keturių metodų tyrimo metodika. Trečiajame skyriuje pateikiami ir interpretuojami empirinio tyrimo rezultatai, atliekamas integruotas jų apibendrinimas ir suformuluojamos praktinės rekomendacijos energetikos politikos formuotojams bei renovacijos programų vykdytojams.

Darbas išdėstytas 99 puslapiuose, jame pateikiamos 7 lentelės, 34 paveikslai; prie darbo pridedamas 1 priedas.

1. Gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo teoriniai pagrindai ir reguliavimas

1.1. Energijos vartojimo efektyvumas gyvenamajame sektoriuje

1.1.1. Energijos vartojimo efektyvumo samprata

Energijos vartojimo efektyvumas (EVE) apibrėžiamas kaip gaunamos naudos (pagamintos produkcijos ar suteiktos paslaugos) ir tam sunaudotos energijos santykis. Paprastai tariant, EVE nusako, kiek energijos reikia tam tikram rezultatui pasiekti – kuo mažiau energijos sunaudojama tam pačiam darbui, tuo aukštesnis efektyvumas. Energijos vartojimo efektyvumo didinimas reiškia technologiniais, organizaciniais ar elgsenos pokyčiais pasiektą energijos sąnaudų sumažinimą, nemažinant galutinio produkto ar paslaugos kokybės. Tai leidžia, pavyzdžiui, išlaikyti tą patį patalpų komforto lygį sunaudojant mažiau kuro ar elektros. EVE dažnai matuojamas energetiniu intensyvumu – pirminės arba galutinės energijos sąnaudų ir ekonominio produkto (pvz., BVP) santykiu [1]. Šis rodiklis parodo, kiek energijos reikia sukurti vienam bendrojo vidaus produkto vienetui, ir leidžia įvertinti šalies ūkio energetinį efektyvumą bei pažangą efektyvumo didinimo srityje.

Energijos vartojimo efektyvumo didinimas yra pripažįstamas vienu svarbiausių strateginių tikslų tiek ES, tiek Lietuvoje [1]. ES mastu įtvirtintas principas „pirmiausia – energijos vartojimo efektyvumas“ (angl. *Energy Efficiency First*) reiškia, kad energetikos planavime prioritetas teikiamas paklausos mažinimui ir efektyvumo priemonėms prieš plečiant energijos gamybą [2]. Šis principas atspindi supratimą, jog pigiausia ir švariausia yra ta energija, kuri apskritai nesuvartojama. Dėl to ES teisės aktuose (pvz., Energijos efektyvumo direktyvoje) reikalaujama valstybėms narėms diegti energijos taupymo priemones visuose sektoriuose. Apibendrinant, EVE samprata apima tiek techninį energijos pavertimo naudingumu efektyvumą, tiek racionalų energijos vartojimą vartotojų lygmeniu. Aukštas energijos efektyvumas leidžia užtikrinti tą patį gerovės lygį sunaudojant mažiau išteklių, taip mažinant aplinkos taršą ir išlaidas energijai.

1.1.2. Efektyvumo reikšmė gyvenamajam sektoriui

Gyvenamasis sektorius pasižymi dideliu energijos vartojimo mastu ir atitinkamai didele efektyvumo gerinimo svarba. Pastatų sektorius (gyvenamieji ir komerciniai pastatai) ES suvartoja apie 40 % galutinės energijos ir sukuria apie 36 % visų su energija susijusių šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų [3]. Iš jų būtent gyvenamieji pastatai sudaro didžiąją dalį – skaičiuojama, kad gyvenamųjų pastatų energijos poreikis sudaro ~75 % visos pastatų sektoriaus energijos paklausos [4]. Globaliu mastu tai reiškia, jog namų ūkiai sunaudoja apie 30 % visos galutinės pasaulio energijos [4]. Dėl tokios didelės dalies, net nedideli vartojimo efektyvumo patobulinimai gyvenamuosiuose būstuose gali duoti reikšmingą poveikį tiek nacionaliniu, tiek globaliu lygiu – sumažinti energijos paklausą, emisijas ir vartotojų patiriamas išlaidas už energiją.

Gyvenamųjų pastatų efektyvumo gerinimas yra kritinis siekiant klimato tikslų. ES strategijoje numatyta, kad iki 2050 m. pastatų sektorius turi pasiekti nulines grynąsias emisijas, o tai neįmanoma be esminio energijos vartojimo sumažinimo pastatuose [3]. Šiuo metu apie 75 % pastatų ES yra energetiškai neefektyvūs, todėl inicijuota vadinamoji „Renovacijos banga“, siekiant masiškai atnaujinti pastatus ir sumažinti jų energijos sąnaudas [3]. Gyvenamuosiuose pastatuose pirmiausia siekiama mažinti šildymo energijos poreikį, nes būtent šildymas sudaro didžiausią energijos dalį

šaltųjų klimatų šalyse. Pavyzdžiui, Lietuvoje daugiabučiai gyvenamieji namai sunaudoja ~54 % visos galutinės šilumos energijos (nors sudaro ~60 % pastatų ploto), todėl šiame segmente identifikuojamas didžiausias energijos taupymo potencialas [1]. Senos statybos prastai izoliuoti daugiabučiai yra prioritetas renovacijos taikinys, nes jų modernizavimas (apšiltinimas, sistemų atnaujinimas) gali reikšmingai sumažinti šilumos suvartojimą. Tyrimai rodo, kad pastatų renovacija gali sumažinti šildymo sąnaudas iki 40 % ir daugiau, kas reiškia reikšmingą finansinę naudą namų ūkiams. Taigi efektyvumo priemonės gyvenamuosiuose pastatuose prisideda ne tik prie klimato kaitos švelninimo, bet ir mažina energetinę priklausomybę bei padeda kovoti su energetiniu skurdu, nes sumažėjusios sąskaitos už šildymą ir elektrą ypač palengvina našą mažas pajamas turintiems namų ūkiams.

Energijos efektyvumas gyvenamajame sektoriuje svarbus ir energetinio saugumo bei ekonomikos požiūriais. Mažesnis galutinės energijos vartojimas reiškia mažesnę poreikį importuoti energijos išteklius, didesnę atsparumą kainų šokams. Be to, investicijos į pastatų energinį atnaujinimą skatina statybų sektorių, kuria darbo vietas ir didina gyventojų gyvenimo kokybę (pagerėja patalpų mikroklimatas, didėja turto vertė). Atsižvelgiant į šiuos aspektus, ES ir nacionaliniu lygiu kuriamos finansinės skatinimo priemonės (subsидijos renovacijai, lengvatinės paskolos ir pan.), siekiant paskatinti gyventojus investuoti į energijos taupymą. Apibendrinant, gyvenamajame sektoriuje energijos vartojimo efektyvumo didinimas yra daugiakriterinis tikslas: jis padeda vienu metu spręsti aplinkosaugos (emisijų mažinimo), ekonomines (išlaidų taupymo) ir socialines (komforto, sveikatos, energetinio saugumo) problemas.

1.1.3. Pagrindinių veiksnių, lemiančių energijos vartojimą, klasifikavimas

Namų ūkių energijos vartojimą lemiantys veiksniai yra kompleksiški ir tarpusavyje susiję. Mokslinėje literatūroje energijos naudojimo gyvenamuosiuose pastatuose determinantai paprastai skirstomi į keletą pagrindinių kategorijų [4]. Tyrimų apžvalgos rodo, kad galima išskirti technologinius, ekonominius, socialinius (socio-demografinius) ir elgsenos veiksnius, kurie visi daro įtaką galutiniam energijos suvartojimui būstuose [4]. Taip pat neretai atskirai minima klimato veiksnių grupė – geografinė vietovė ir klimato sąlygos, kurios apibrėžia pirminį šildymo ar vėsinimo poreikį. Klimatas toliau šiame darbe traktuojamas kaip foninis kintamasis, į kurį atsižvelgiama vertinant technologinius sprendimus, bet prielaidų lygmenyje laikoma pastovia aplinkybe konkrečiame tyrimo kontekste. Žemiau pateikiama pagrindinių veiksnių grupių charakteristika.

1.1.3.1. Technologiniai veiksniai

Tai pastato ir jame esančios įrangos charakteristikos, lemiančios energijos poreikį. Svarbiausi yra pastato fizinės savybės – šiluminė izoliacija, sienų, stogo ir langų šiluminės savybės, sandarumas, pastato architektūrinė forma. Pavyzdžiui, geresnė pastato izoliacija ir energetiškai efektyvūs langai tiesiogiai mažina šildymo energijos sąnaudas, todėl šių priemonių diegimas siejamas su mažesniu faktiniu suvartojimu [5]. Pastato energinė klasė ar energijos efektyvumo įvertinimas dažnai naudojami kaip apibendrinti rodikliai, nusakantys technologinį efektyvumą: aukštesnės klasės būstas, tikėtina, sunaudos mažiau energijos komfortui užtikrinti. Inžinerinės sistemos – šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo (ŠVOK) įrangos efektyvumas – taip pat itin svarbios. Modernūs kondensaciniai katilai, šilumos siurbliai, rekuperacijos sistemos leidžia tiekti tą patį šilumos kiekį sunaudojant mažiau pirminės energijos. Empiriniai duomenys liudija, kad namų ūkiuose, naudojančiuose elektrinį

šildymą ar šilumos siurblius, galutinis vietoje suvartojamos energijos kiekis gali būti mažesnis nei naudojant iškastinį kūrą, esant tam pačiam šilumos poreikiui [6]. Buitinių prietaisų efektyvumas ir skaičius – dar vienas technologinis aspektas. Kuo daugiau namų ūkyje yra energijai imlių prietaisų (pvz., senų šaldytuvų, kaitrinių lempų, elektrinių šildytuvų), tuo didesnės elektros sąnaudos. Energetiškai efektyvių prietaisų (pažymėtų aukšta energijos klase) naudojimas statistiškai siejamas su mažesnėmis elektros sąnaudomis buityje. Nors būsto dydis nėra technologinis veiksnys, jis glaudžiai susijęs su pastato energijos poreikiu: didesnis plotas paprastai reikalauja daugiau energijos šildymui, apšvietimui ir pan., todėl gyvenamojo ploto indikatorius dažnai naudojamas kaip svarbus kintamasis analizuojant energijos vartojimą [6]. Apibendrinant, technologiniai veiksniai nustato teorinį pastato energijos poreikio lygį – aukštesnės technologinės kokybės (geriau izoliuoti, efektyviai įrangą turintys) pastatai turėtų vartoti mažiau energijos nei technologiškai pasyvūs būstai.

1.1.3.2. Ekonominiai veiksniai

Prie šios grupės priskiriamos energetinių išteklių kainos, namų ūkio pajamų lygis, investicijos ir kiti finansiniai bei politiniai aspektai, darantys įtaką energijos vartojimui. Energijos kaina tiesiogiai veikia vartotojų elgseną per kainų signalą: kylant kainoms, linkstama taupyti energiją, o esant labai žemoms kainoms ar subsidijuojant energiją, vartojimas skatinamas. Tyrimai rodo, kad namų ūkio pajamos yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių energijos naudojimo apimtį – didesnes pajamas turinčios šeimos paprastai suvartoja daugiau energijos, nes gali gyventi didesnio ploto būstuose, įsigyti daugiau prietaisų, palaikyti aukštesnį komforto lygį [7]. Pvz., išanalizavus daugelio šalių duomenis nustatyta, kad gyventojų pajamų didėjimas dažnai tiesiogiai didina elektros ir kitų energijos rūšių vartojimą buitiniame sektoriuje (elastingumas pagal pajamas yra teigiamas). Kitas svarbus ekonominis veiksnys – energijos kainų politika. Empiriniai tyrimai (pvz., Turkijoje, Ganoje) parodė, kad elektros energijos kaina kartu su pajamomis yra esminiai namų ūkių elektros vartojimo determinantai. Jei energijos kainos didėja sparčiau nei pajamos, namų ūkiai paprastai stengiasi diegti taupesnes technologijas ar keisti vartojimo įpročius, ir atvirkščiai – kainų mažėjimas gali paskatinti išlaidauti (vadinamasis atsigavimo efektas, (angl. *rebound effect*)). Taip pat prie ekonominių veiksnių galima priskirti įvairias finansines paskatas ir reguliavimą: pavyzdžiui, valstybės kompensacijos už katilų keitimą, pastatų renovacijos subsidijos, energijos mokesčiai (akcizai) – visa tai veikia vartotojų sprendimus ir ilgalaikį energijos vartojimo efektyvumą. Ekonominė aplinka lemia, kiek vartotojui motyvuota taupyti energiją ir investuoti į efektyvumo priemones.

1.1.3.3. Socialiniai (socio-demografiniai) veiksniai

Šiai kategorijai priklauso namų ūkio sudėties ir gyventojų charakteristikų poveikis energijos naudojimui. Esminis veiksnys – namų ūkio dydis, t. y. šeimos narių skaičius. Didesnis gyventojų skaičius paprastai reiškia didesnę bendrą energijos poreikį (daugiau žmonių naudojasi apšvietimu, elektros prietaisais, vandeniu ir kt.), tačiau kartu pasireiškia masto ekonomija – energijos sąnaudos vienam asmeniui didesnėse šeimose būna mažesnės nei gyvenant vienam (pavyzdžiui, bendrai dalijamasi šildomomis patalpomis) [4]. Tyrimai vienareikšmiškai patvirtina, kad šeimos narių skaičius yra vienas stipriausių energijos vartojimo prognozuojančių kintamųjų: pavyzdžiui, Kinijoje nustatyta, kad šeimos dydžio didėjimas reikšmingai didina elektros ir dujų vartojimą namų ūkiuose [7]. Kitas svarbus demografinis aspektas – gyventojų amžius. Vyresnio amžiaus žmonės gali turėti kitokius vartojimo įpročius (pvz., daugiau laiko praleidžia namuose, todėl daugiau šildosi, arba taupo dėl ribotų pajamų), be to, vyresni asmenys jautresni šalčiui, tad linkę palaikyti aukštesnę patalpų

temperatūrą. Jaunesni asmenys paprastai geriau išmano naujas technologijas, greičiau diegia išmanius namų sprendimus. Tyrimais nustatyta, kad namų ūkio vadovo amžius ir sudėtis (vaikų, senjorų buvimas) daro pastebimą įtaką elektros energijos vartojimui [7]. Išsilavinimas ir energinis raštingumas taip pat priskiriami socialiniams veiksniams – labiau išsilavinę, apie energijos taupymą informuoti žmonės paprastai renkasi efektyvesnes technologijas ir yra sąmoningesni vartotojai. Pavyzdžiui, apklausų duomenys rodo, kad aukštesnis žinių lygis apie energetiką tiesiogiai siejasi su didesniu polinkiu taupyti energiją [8]. Prie socialinių veiksnių galima priskirti ir kultūrinius bei elgsenos normų aspektus: visuomenės vertybės, aplinkosauginės nuostatos, kaimynų ar bendruomenės įtaka gali lemti, kiek aktyviai konkretus namų ūkis siekia taupyti energiją. Apibendrinant, socialiniai-demografiniai veiksniai padeda paaiškinti, kodėl panašios technologinės charakteristikos būstuose energijos vartojimas gali skirtis – skiriasi juose gyvenantys žmonės, jų įpročiai, poreikiai ir galimybės.

1.1.3.4. Elgsenos veiksniai

Šiai kategorijai priskiriami pačių gyventojų kasdieniai veiksmai ir įpročiai, tiesiogiai darantys įtaką energijos suvartojimui. Nors elgseną lemia minėti socialiniai ir ekonominiai veiksniai, verta išskirti būtent individualaus pasirinkimo lygmenį. Prie elgsenos veiksnių pirmiausia priskirtini energijos vartojimo įpročiai: kaip gyventojai nustato ir reguliuoja patalpų temperatūrą, ar išjungia šviesą išeidami iš kambario, ar palieka prietaisus budėjimo režime, kaip dažnai naudoja karštą vandenį ir pan. Pavyzdžiui, tas pats būstas gali suvartoti labai skirtingą šilumos kiekį priklausomai nuo to, kokią temperatūrą palaiko gyventojai – vieni gali tenkintis 19 °C kambaryje, o kiti šildosi iki 23–24 °C, kas reikšmingai padidina energijos sąnaudas. Tyrimai patvirtina, kad vartotojų elgsena gali turėti ne mažesnę įtaką energijos sąnaudoms nei pastato konstrukcijų ypatybės ar inžinerinės sistemos. Kitaip tariant, net ir energetiškai efektyviame name neracionaliai besielgiantis gyventojas gali iššvaistyti daug energijos, o gerai informuotas vartotojas net prastesniame pastate gali pasiekti santykinai mažas sąnaudas protingai naudodamas energiją. Elgsenos motyvacija – svarbus aspektas: ar gyventojas linkęs taupyti dėl ekonominių motyvų (nenori didelių sąskaitų), ar dėl aplinkosaugos įsitikinimų, ar apskritai neteikia tam reikšmės. Psichologiniai tyrimai rodo, kad vien žinojimas apie taupymo naudą ne visada lemia veiksmus – dažnai žmonės linkę išlaikyti nusistovėjusią rutiną. Didelę dalį kasdienės veiklos sudaro įpročiai ir rutina, o energijos vartojimas yra „nematomas“ reiškinys (sąskaitas gaunamos vėliau), todėl elgsena gali būti inertiška. Pavyzdžiui, įprotis palikti televizorių įjungtą kaip foną gali atrodyti nereikšmingas, bet per ilgą laikotarpį lemia didesnes sąnaudas. Socialinė aplinka taip pat veikia elgseną: šeimos narių, draugų pavyzdys gali paskatinti arba atgrasyti taupyti (jei artimoje aplinkoje taupymas nėra vertybė, individui sunkiau keisti savo elgesį). Galiausiai, elgsenos veiksniams priskirtina ir vartotojų sąmoningumas apie energijos vartojimą – jau minėta energinio raštingumo sąvoka. Tyrimai Ganoje parodė, kad didesnis energijos išmanymas ir teigiamas požiūris į taupymą reikšmingai didina energijos taupymo elgseną [8]. Taigi, vartotojų švietimas ir informavimas yra elgsenos veiksnys, galintis pagerinti efektyvumą. Apibendrinant, elgsenos veiksnių grupė lemia realųjį energijos suvartojimą – kaip technologinis potencialas naudojamas praktikoje. Dėl to net ir panašiomis sąlygomis du namų ūkiai gali turėti skirtingas sąnaudas, jei jų elgsenos modeliai skiriasi.

1.1.4. Veiksnių tarpusavio sąveika ir dėsningumai

Nors analitikos sumetimais veiksniai skirstomi į atskiras kategorijas, realybėje jie veikia kompleksiskai. Technologinių ir elgsenos veiksnių sąveika dažnai nulemia galutinį energijos suvartojimo rezultata. Yra pastebėti keli dėsningi reiškiniai. Pirmasis – vadinamasis atsigavimo efektas (angl. *rebound effect*). Jis pasireiškia, kai technologiškai pagerinus energijos efektyvumą (pvz., apšiltinus namą ar pakeitus įrenginį taupesniu), vartotojų elgsena pasikeičia taip, kad dalis planuotų sutaupymų „išgaruoja“. Pavyzdžiui, įsidedus efektyvesnę šildymo sistemą, šildymas gali atpigti, todėl gyventojas gali nuspręsti palaikyti namuose aukštesnę temperatūrą ar ilgiau kūrenti – tokiu būdu realiai sutaupoma mažiau energijos, nei tikėtasi [9]. Mokslinėje literatūroje fiksuojama, kad atoveiksmio efektas būstuose gali sumažinti tikėtiną sutaupymą nuo kelių iki keliasdešimt procentų, priklausomai nuo vartotojų reakcijos. Kitas, priešingas reiškinys – išankstinis poveikis. Jį 2012 m. įvardijo M. Sunikka-Blank ir R. Galvin, pastebėję, kad daugelio prastai izoliuotų būstų realios energijos sąnaudos iki renovacijos būna mažesnės, nei teorinės skaičiuotės rodytų [9]. Išankstinis poveikis reiškia, kad energetiškai neefektyvių namų gyventojai dažnai jau iki atnaujinimo vartoja mažiau energijos, nei reikėtų komfortiškai temperatūrai palaikyti – paprastai dėl finansinių suvaržymų ar taupymo įpročių [9]. Tai reiškia, kad, pvz., senos statybos namo gyventojas gali palaikyti bute tik 16–17 °C temperatūrą žiemą, nes negali sau leisti daugiau šildyti. Dėl to skaičiuojant renovacijos efektą gaunasi neatitikimas: prieš renovaciją suvartojama mažiau, nei manyta, vadinasi, ir sutaupymo potencialas mažesnis – dalis sutaupymų „suvartojama“ padidinant komfortą po renovacijos. Išankstinis poveikio egzistavimas empiriškai nustatytas Vokietijoje, Jungtinėje Karalystėje ir kitose šalyse, analizuojant tūkstančių namų ūkių duomenis. Šis reiškinys ypač glaudžiai susijęs su energijos nepriteklumi (energetiniu skurdu) – mažiausias pajamas turinčios šeimos linkusios drastiškai taupyti šildymo sąskaita, todėl jų faktinis suvartojimas labai žemas [9]. Pavyzdžiui, JK socialiniame būste pastebėta, kad dalis nuomininkų iki renovacijos taip apriboja šildymą, jog gyvena nekomfortiškai vėsiai. Po pastato renovacijos jie pradeda šildyti daugiau (pasiekia normalų komfortą), ir realus energijos sumažėjimas būna menkesnis nei prognozuota. Dėl to išankstinis poveikis komplikuoja energijos taupymo prognozes – standartiniai skaičiavimai linkę pervertinti sutaupymus, nes neatsižvelgia į tai, kad pradinė bazė buvo nenatūraliai maža. Šis dėsningumas turi reikšmės politikos formavimui: siekiant realiai sumažinti energijos vartojimą ir emisijas, reikia ne tik gerinti technologijas, bet ir spręsti energijos nepritekliaus problemą – kad renovuoti būstai nepradėtų vartoti daugiau vien todėl, jog gyventojai pagaliau gali sau leisti komfortiškai gyventi [9].

Veiksnių sąveikos tyrimai atskleidžia, kad vartotojų elgsena gali sustiprinti arba susilpninti technologinių priemonių poveikį. Pavyzdžiui, Nyderlandų ir Danijos tyrimų duomenimis, pastato charakteristikų ir gyventojų elgsenos indėlis į energijos sąnaudas yra panašios svarbos – abu veiksnių tipai reikšmingai paaiškina suvartojimo variacijas [9]. Tai reiškia, kad negalima ignoruoti žmogaus faktoriaus vertinant energijos efektyvumą. Neturint paskatų taupyti arba stokojant žinių, gyventojai gali neišnaudoti techninio efektyvumo potencialo. Komforto siekis neretai nustelbia taupymo tikslus: tyrimai parodė, kad nemaža dalis respondentų pateisina netaupymą būtent komforto sumetimais (pvz., nenori žemesnės temperatūros ar mažesnio apšvietimo lygio). Tai atskleidžia, jog vien techninių sprendimų diegimo nepakanka – būtina atsižvelgti į žmonių įpročius ir poreikius. Socialinis kontekstas taip pat daro poveikį veiksnių sąveikai. Šeimos narių tarpusavio susitarimai, bendruomenės normos gali arba skatinti efektyvumą (pvz., „pas mus įprasta taupyti elektrą“), arba

trukdyti jam (jei aplinkiniai demonstruoja išlaidų energetikai statusą). Švietimo ir informavimo priemonės gali sušvelninti nepageidaujamus efektus – pavyzdžiui, didinant visuomenės energijos raštingumą galima tikėtis mažesnio atoveiksmio efekto, nes žmonės sąmoningiau suvokia savo veiksmų pasekmes. Jau minėtas Ganos atvejis rodo, kad didesnis energijos išmanymas tiesiogiai gerina taupymo elgseną [8]. Vadinasi, investicijos į visuomenės švietimą (kampanijos, konsultacijos) yra svarbi energijos vartojimo valdymo priemonė.

1.1.5. Dėsningumai skirtinguose segmentuose

Įvairūs tyrimai pastebi, kad skirtingiems energijos vartojimo tipams (šildymui, elektros poreikiui, karštam vandeniui) veiksnių įtaka pasireiškia nevienodai. Pavyzdžiui, šildymo energiją labiausiai lemia pastato šiluminės savybės ir namų ūkio dydis (daug žmonių – didesnė šiluminė apkrova), tuo tarpu elektros prietaisų naudotos elektros kiekį labiau veikia turimų prietaisų skaičius ir jų efektyvumas [4]. Tyrime Kinijoje nustatyta, kad aušinimo energijos sąnaudas labiausiai veikia namų ūkio sudėtis (darbingo amžiaus šeimos narių skaičius), tuo tarpu buitinės technikos energijos sąnaudos labiau priklauso nuo pačios įrangos efektyvumo ir naudojimo intensyvumo. Šie dėsningumai logiški: šilumos poreikį sunkiau kontroliuoti elgsena (būtina palaikyti bent minimalią temperatūrą), tuo tarpu elektrą taupyti galima tiesiog rečiau naudojant nebūtinius prietaisus. Geografiniai skirtumai taip pat pastebimi: šalyse su šiltesniu klimatu daugiau energijos skiriama vėsinimui, ten aktualūs kiti veiksniai (pvz., būsto orientacija, stogo forma ir kt.), o šaltame klimate svarbiausia pastato šiluminė izoliacija. Tačiau visuotinė tendencija yra ta, kad didinant technologinį efektyvumą, vartojimo elgsena įgauna santykinai didesnę reikšmę. Kitaip tariant, kuo efektyvesni pastatai ir prietaisai, tuo labiau galutinės sąnaudas lemia, kaip žmonės jais naudojami. Todėl holistinis požiūris – integruojant technines, ekonomines ir socialines priemones – pripažįstamas būtinu siekiant ilgalaikių energijos vartojimo efektyvumo pokyčių gyvenamajame sektoriuje.

1.1.6. Veiksnių santrauka

Apibendrinus literatūros analizę, akivaizdu, kad energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose lemia kompleksinė veiksnių visuma, kurią sudaro technologiniai, ekonominiai, socialiniai ir elgsenos veiksniai. Technologiniai aspektai – tokie kaip pastato šiluminės savybės ar įrangos efektyvumas – nustato teorinį energijos poreikį, tačiau realus vartojimas dažnai priklauso nuo gyventojų įpročių, elgsenos bei ekonominių galimybių.

Ekonominiai ir socialiniai veiksniai formuoja sprendimų priėmimo aplinką: energijos kaina, pajamų lygis, valstybės skatinimo priemonės, taip pat amžius, švietimas ar kultūriniai įpročiai daro įtaką tiek investicijoms į energiją taupančias priemones, tiek kasdieniam energijos naudojimui. Savo ruožtu, elgsena – šildymo režimai, apšvietimo ar buitinių prietaisų naudojimas – tiesiogiai koreguoja faktinį suvartojimą.

Toliau pateiktoje **1 lentelėje** glaustai surašyti pagrindiniai veiksniai pagal jų klasifikaciją, remiantis įvairių autorių tyrimų rezultatais. Lentelėje atskleidžiama, kad energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose lemia ne vien techninės pastato savybės, bet ir gyventojų socialinė-ekonominė padėtis bei kasdieniai įpročiai. Šis veiksnių spektras paaiškina, kodėl siekiant didinti efektyvumą būtinos kompleksinės priemonės, apimančios tiek techninius sprendimus, tiek vartotojų elgsenos pokyčius.

1 lentelė. Pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką energijos vartojimo efektyvumui gyvenamuosiuose būstuose

Veiksmų kategorija	Konkretūs veiksniai (pavyzdžiai)
Technologiniai (pastato ir įrangos charakteristikos)	Pastato šiluminė izoliacija (sienų, stogo, grindų šiluminė varža); langų ir durų sandarumas bei energinio efektyvumo klasė; pastato architektūrinė forma ir orientacija (pvz., kompaktiškumas, langų kryptys); pastato dydis (bendras šildomas plotas); šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemų tipas ir naudingumo koeficientas (pvz., šilumos siurblys vs. senas katilas); buitinės technikos efektyvumo klasė ir kiekis (A++ prietaisai vs. pasenę); apšvietimo tipas (LED vs. kaitrinės lempos); atsinaujinančių energijos šaltinių buvimas (saulės kolektoriai, saulės elektrinė vietoje).
Ekonominiai (finansiniai veiksniai)	Energijos kainos (šildymo kuro, elektros tarifai); namų ūkio pajamų lygis ir pajamų stabilumas; energijos išlaidų dalis biudžete (energetinis skurdas ar ne); energijos taupymo priemonių kaina ir atsipirkimo laikas (investicijų kaštai); valstybės ir savivaldos finansinės skatinimo priemonės (kompensacijos, lengvatinės paskolos renovacijai, mokesčių lengvatos); energijos tiekimo sutarčių sąlygos (pvz., dviejų laiko zonų tarifas skatina perkelti vartojimą į naktį); bendros makroekonominės sąlygos (ekonomikos augimas skatina didesnę vartojimą, krizės metu vartojimas mažėja dėl taupymo).
Socialiniai (namų ūkio ir gyventojų ypatybės)	Namų ūkio dydis (gyventojų skaičius būste); namų ūkio sudėtis (vaikų, senyvo amžiaus asmenų dalis); gyventojų amžiaus grupės (jaunesni suaugusieji, vyresnio amžiaus pensininkai – skiriasi buvimo namuose laikas ir komforto poreikiai); gyventojų išsilavinimo lygis; energinis raštingumas (žinios apie taupymą, gebėjimas suprasti sąskaitas); kultūrinės nuostatos ir vertybės (požiūris į aplinkosaugą, taupumą); nuosavybės statusas (nuomojamas būstas ar nuosavas – nuomininkai dažnai mažiau investuoja į efektyvumą); bendruomenės įtaka ir normos (ar įprasta kaimynystėje renovuoti būstus, ar laikomasi taupaus gyvenimo principų).
Elgsenos (vartotojų elgesys ir įpročiai)	Šildymo ir vėsinimo režimai: pasirinkta patalpų temperatūra žiemą ir vasarą, šildymo periodo trukmė (pvz., pradedama šildyti anksti ar stengiamasi atidėti); kasdieniai energijos taupymo įpročiai: apšvietimo naudojimas (ar išjungiamos nereikalingos šviesos), elektros prietaisų naudojimas (ar paliekami prietaisai budėjimo režime, ar išjungiami visiškai); karšto vandens vartojimo įpročiai (maudymosi dažnumas, karšto vandens temperatūra boileriuose); prietaisų priežiūra (nuo apledėjusio šaldytuvo efektyvumas krenta); reakcija į kainų signalus (ar vartotojas stengiasi mažinti vartojimą pabrangus energijai); polinkis investuoti į taupančias technologijas (lemputes, termostatus) ir jas teisingai naudoti; komforto prioritetų lygis (ar vartotojas linkęs mažinti komfortą dėl taupymo, ar ne).

(*Parėngta remiantis įvairių autorių šaltiniais: [7][6][8]*)

1.1.7. Skyriaus apibendrinimas

Apibendrinant galima teigti, kad energijos vartojimo efektyvumo samprata gyvenamuosiuose pastatuose yra kompleksiška ir apima ne tik technologinius, bet ir ekonominius, socialinius bei elgsenos aspektus. Tradiciškai energijos efektyvumas buvo vertinamas kaip techninis rodiklis, nusakantis energijos sunaudojimo kiekį tam tikram rezultatui pasiekti. Tačiau naujausi tyrimai rodo, kad toks požiūris yra pernelyg siauras – EVE vis dažniau suvokiamas kaip sąveikos tarp technologijų, žmonių elgsenos ir ekonominės aplinkos rezultatas.

Vienas svarbiausių pastebėjimų – faktinis energijos suvartojimas dažnai skiriasi nuo teorinio. Šis neatitikimas paaiškinamas elgsenos veiksniais, tokiais kaip šildymo įpročiai, komforto poreikiai ar energinis raštingumas. Tokie reiškiniai kaip išankstinio taupymo efektas (prebound effect) ir atsigavimo efektas (rebound effect) rodo, kad energijos taupymo potencialas ne visuomet išnaudojamas. Pirmuoju atveju gyventojai iki renovacijos vartoja mažiau energijos nei numatyta, o pagerėjus sąlygoms, didina komfortą. Antruoju – padidėjęs efektyvumas skatina daugiau vartoti, nes

energija tampa pigesnė ar prieinamesnė. Tai leidžia suprasti, kad gyventojų elgsena yra vienas iš kertinių efektyvumo veiksnių.

Technologiniai sprendimai – tokie kaip geresnė šilumos izoliacija, efektyvūs šildymo ir vėdinimo įrenginiai ar išmaniosios valdymo sistemos – sudaro būtinas sąlygas energijos taupymui, tačiau jų poveikis priklauso nuo vartotojų gebėjimo jais naudotis ir motyvacijos. Šiuolaikiniai tyrimai pabrėžia, kad vien technologinių priemonių nepakanka – būtina atsižvelgti į žmogaus elgseną, socialinį kontekstą ir ekonomines paskatas.

Socialiniai ir ekonominiai veiksniai lemia, kokius sprendimus namų ūkiai priima dėl energijos vartojimo. Gyventojų pajamų lygis, išsilavinimas, šeimos sudėtis, amžius ar būsto nuosavybės statusas tiesiogiai veikia vartojimo įpročius. Didėsių pajamų namų ūkiai dažniau investuoja į taupias technologijas, tačiau kartu ir kelia komforto standartus. Mažesnių pajamų gyventojai, priešingai, dažnai riboja šildymą dėl finansinių priežasčių, o tai sukuria energinio skurdo riziką. Tokie skirtumai rodo, kad efektyvumo didinimo priemonės turi būti socialiai jautrios ir pritaikytos skirtingoms gyventojų grupėms.

Apibendrinant galima daryti prielaidą, kad EVE gyvenamuosiuose pastatuose yra neatsiejamas nuo žmonių kasdienių įpročių ir platesnio socialinio bei ekonominio konteksto. Technologiniai sprendimai suteikia galimybes taupyti energiją, tačiau tik kartu su sąmoningais vartotojų pasirinkimais jie leidžia pasiekti realų poveikį. Todėl siekiant tvarių rezultatų būtina derinti techninius, edukacinius ir ekonominius instrumentus, kurie skatintų tiek energijos taupymą, tiek vartotojų elgsenos pokyčius. Šie aspektai sudaro teorinį pagrindą tolesnei analizės daliai, nagrinėjančiai politinius ir teisinius energinio efektyvumo reguliavimo aspektus.

1.2. Politinis ir teisinis reguliavimas energinio efektyvumo srityje

1.2.1. Politinių priemonių reikšmė energijos vartojimo efektyvumui

Pastatų sektorius yra vienas didžiausių energijos vartotojų – apie 40 % visos Lietuvoje suvartojamos energijos tenka pastatams. Tai reiškia, kad pastatų energinio efektyvumo gerinimas turi didelį potencialą mažinti bendrą energijos paklausą, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas bei vartotojų išlaidas už energiją. Vis dėlto, be tikslingų viešosios politikos priemonių šis potencialas dažnai nėra realizuojamas dėl daugybės rinkos trūkumų: didelių pradinių investicijų, ilgos atsipirkimo trukmės, informacijos stokos ir vadinamojo paskatos nesuderinamumo efekto (angl. *split incentive*) (kai, pavyzdžiui, pastato savininkas investuoja, o naudą – mažesnes sąskaitas – gauna nuomininkas). Todėl vyriausybės politikos priemonės atlieka kritinį vaidmenį skatinant energijos vartojimo efektyvumą pastatuose.

Tiek moksliniai tyrimai, tiek praktinė ES šalių patirtis patvirtina, jog privalomieji standartai ir reglamentai yra vieni efektyviausių instrumentų šioje srityje. Pavyzdžiui, nustatant griežtesnius pastatų energinio naudingumo reikalavimus (statybų techninius normatyvus), pasiekiami didesnė inovacijų sklaida ir užtikrinamas aukštesnis naujų pastatų efektyvumas [10]. Tuo tarpu fiskalinės ir finansinės paskatos (mokesčių lengvatos, subsidijos, lengvatiniai kreditai) padeda spręsti investicijų kaštų problemą – jos didina gyventojų ir verslo suinteresuotumą renovuoti pastatus. Tyrimų duomenimis, tokios paskatos Europoje prisidėjo prie pastatų energijos sąnaudų mažėjimo, skatindamos būstuose diegti efektyvesnę šildymo įrangą, gerinti izoliaciją, keisti langus ir kt.[10].

Kartu informavimo ir švietimo priemonės (energijos vartojimo auditai, konsultacijos, viešos kampanijos) formuoja vartotojų elgesį – didina sąmoningumą taupyti energiją buityje.

Ryškus pavyzdys, iliustruojantis politinių priemonių svarbą, yra skirtingų šalių rezultatai. Šiaurės Europos šalys, turinčios ilgąmetes energinio efektyvumo politikos tradicijas, pasiekė reikšmingai geresnių rodiklių – ten daug didesnė dalis būstų atitinka aukštas energines klases (A+, A, B), o gyventojai patiria mažesnes sąskaitas, palyginti su Pietų Europa [10]. Tuo tarpu valstybės, kuriose ilgą laiką trūko aktyvios politikos (pvz., Portugalija), susidūrė su problema, kad daugelis gyventojų negali įsigyti ar išsinuomoti energetiškai efektyvaus būsto, nes rinka nepasiūlo pakankamai modernizuotų namų. Vadinasi, be valdžios įsikišimo rinka nepajėgi užtikrinti reikšmingo energinio efektyvumo pagerėjimo.

Apibendrintai, valstybinė politika sukuria palankias sąlygas energijos efektyvumui didėti. Viešasis sektorius gali formuoti naujas rinkas – skatindamas paklausą energijos taupymo technologijoms ir paslaugoms, remdamas inovacijas. Valstybės finansinės paskatos sumažina investicijų našta vartotojams ir padidina projektų įgyvendinimo mastą [10]. Ekonominiai vertinimai rodo, kad investicijos į energijos efektyvumą neša daugialypę naudą: sukuria darbo vietų (ypač statybų ir gamybos sektoriuose), sumažina energijos importo poreikį, gerina patalpų mikroklimatą ir didina turto vertę. Galiausiai, politikos priemonės padeda įveikti informacijos stoką bei motyvacijos trūkumą – pavyzdžiui, įvedus pastatų energinio naudingumo sertifikatus, energijos efektyvumas tapo matomas rinkoje, ir tai skatina savininkus daryti efektyvinimo investicijas (nes pagerėja turto vertė) [10]. Jei tokios informacijos nebūtų, pastatų savininkai dažnai neturėtų paskatų investuoti į izoliaciją ar modernesnę šildymą, ypač planuodami turtą parduoti ar išnuomoti trumpuoju laikotarpiu. Taigi, be politinio ir teisinio reguliavimo nebūtų įmanoma pasiekti užsibrėžtų energijos vartojimo efektyvumo tikslų.

1.2.2. Pagrindiniai ES dokumentai ir iniciatyvos

ES energijos efektyvumą laiko strateginiu prioritetu, todėl per pastaruosius dešimtmečius sukūrė nuoseklų politinių ir teisinių priemonių rinkinį šioje srityje. Svarbiausi ES lygmens dokumentai apima ilgalaikes strategijas ir privalomus teisės aktus: *Europos žaliąjį kursą*, iniciatyvą „Renovacijos banga“ (angl. *Renovation Wave*), Pastatų energinio naudingumo direktyvą (angl. *Energy Performance of Buildings Directive*, EPBD) bei Energijos efektyvumo direktyvą (angl. *Energy Efficiency Directive*, EED). Šios priemonės tarpusavyje dera – nustato tikslus, uždavinius ir įpareigojimus valstybėms narėms, siekiant 2030 m. ir 2050 m. klimatinių tikslų.

Renovacijos banga – tai Europos Komisijos 2020 m. pradėta strateginė iniciatyva, skirta paspartinti pastatų atnaujinimą visoje ES. Jos tikslas – iki 2030 m. renovuoti apie 35 mln. pastatų, bent dvigubai padidinant metinį renovacijų tempą [11]. Ši iniciatyva išskiria pastatų renovaciją kaip kertinę Europos žaliojo kurso dalį, siekiant du tikslus vienu metu: energijos sutaupymus ir ekonomikos augimą po COVID-19 pandemijos. Renovacijos bangos strategijoje pabrėžiama, kad pastatų modernizavimas padės sumažinti energijos vartojimą ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, kartu sukuriant darbo vietų vietos statybų sektoriuje bei pagerinant gyventojų gyvenimo sąlygas (komfortą, sveikatą). Taip pat akcentuojama renovacijos socialinė nauda – planuojama renovuoti daugumą energetiškai netausių būstų, kad būtų sprendžiama energinio nepritekliaus problema ir sumažėtų pažeidžiamų namų ūkių išlaidos energijai [11]. Renovacijos bangai įgyvendinti numatytos įvairios priemonės: informacijos sklaida, reglamentavimo patobulinimai (pvz., minimalių standartų nustatymas),

tikslingas finansavimas ir techninė parama, iniciatyvos spręsti darbo jėgos trūkumą (statybininkų kvalifikacijos kėlimas) ir kt. [11]. Iš esmės tai visos ES mastu koordinuotas pastatų sektoriaus pertvarkos planas, kurio pagrindinis rezultatas – iki 2030 m. dvigubai didesnis renovacijų mastas (lyginant su 2020 m.), o iki 2050 m. – dekarbonizuotas pastatų fondas.

Pagrindinis teisinis instrumentas, reglamentuojantis pastatų energinį efektyvumą ES, yra Pastatų energinio naudingumo direktyva (EPBD). Ši direktyva pirmą kartą priimta 2010 m. ir vėliau kelis kartus peržiūrėta (2018 m., 2021 m.), o naujausia redakcija patvirtinta 2023–2024 m. kaip Europos žaliojo kurso dalis. 2024 m. EPBD peržiūra įtvirtino minimalius energinio efektyvumo standartus pastatų fondui – vadinamuosius privalomuosius energinės klasės slenksčius. Numatyta, kad iki 2030 m. visi gyvenamieji pastatai ES turės pasiekti bent E energinio naudingumo klasę, o iki 2033 m. – bent D klasę [12]. Tokiu būdu prastesnės (F ir G) klasės pastatai palaipsniui bus renovuojami arba iš viso nebegalės būti naudojami kaip gyvenamasis būstas, nebent būtų išimties. Strateginis EPBD tikslas – iki 2050 m. suformuoti visą ES pastatų fondą kaip nulinės emisijos, t. y. visi pastatai turėtų būti labai efektyvūs ir energiją gauti iš netaršių šaltinių [12]. Direktyva taip pat įpareigoja kiekvieną valstybę narę parengti ir kas kelerius metus atnaujinti nacionalinį pastatų renovacijos planą (anksčiau vadintą ilgalaikę renovacijos strategija), kuriame būtų išdėstyti konkretūs veiksmai, tarpinių tikslų pasiekimo gairės 2030 ir 2040 m. bei finansavimo mechanizmai pastatų energiniam efektyvumui didinti. EPBD peržiūra apima ir kitas reikšmingas naujoves: nustatytas reikalavimas, kad nuo 2028 m. visi naujai statomi viešieji pastatai, o nuo 2030 m. – visi nauji pastatai apskritai būtų nulinės taršos (t. y. jų eksploatavimas neišskirtų CO₂ iš iškastinio kuro) [12][13]. Tai iš esmės atitinka „beveik nulinės energijos“ pastato koncepcijos evoliuciją link „visiškai nulinės emisijos“ pastato (atsižvelgiama ne tik į energijos vartojimą, bet ir į kuro rūšį – draudžiama iškastinio kuro katilų eksploatacija naujuose pastatuose). Direktyvoje numatytas laipsniškas iškastinio kuro šildymo sistemų atsisakymas – jau nuo 2025 m. valstybės narės turės nutraukti tokių katilų subsidijavimą, sudarant sąlygas sparčiai plisti šilumos siurbliams ir kitiems alternatyviems šildymo būdams. Kartu keliami reikalavimai diegti atsinaujinančios energijos technologijas – pvz., saulės elektrines – ant naujų pastatų (tam, kad pastatai patys pasigamintų dalį reikalingos energijos). EPBD taip pat stiprina pastatų energinio naudingumo sertifikavimo sistemas (jos turi tapti patikimesnės, skaitmeninės, lengvai prieinamos vartotojams) ir įveda naują sąvoką – „renovacijos pasas“ (angl. *Building Renovation Passport*), t. y. savanorišką ilgalaikį pastato atnaujinimo kelią, kurį galės gauti savininkas, norėdamas suplanuoti nuoseklias renovacijos priemones iki visiško pastato modernizavimo. Galiausiai, EPBD reikalauja gerinti elektromobilių įkrovimo infrastruktūrą pastatuose (įrengti įkrovimo taškus ar parengti vamzdinius stovėjimo aikštelėse) ir dviračių parkavimo sąlygas, siekiant integruoti pastatus į platesnę darnaus judumo sistemą. Apibendrinant, naujoji EPBD redakcija sudaro prielaidas esminiam pastatų sektoriaus pertvarkymui – nuo minimalių energinio efektyvumo reikalavimų *esančiam fondui* iki griežtų standartų naujiems pastatams ir sistemiam perėjimui prie nulinės emisijos pastatų [12][13].

Kitas svarbus ES dokumentas – Energijos vartojimo efektyvumo direktyva (EED), priimta 2012 m. (2012/27/ES) ir peržiūrėta 2018 m. bei 2023 m. Ši direktyva nustato horizontalias priemones ir tikslus energijos vartojimo efektyvumui visoje ekonomikoje. Pagal 2018 m. EED redakciją, ES buvo išsikėlusį tikslą padidinti energijos efektyvumą bent 32,5 % iki 2030 m., lyginant su baziniu scenarijumi. Tačiau įgyvendinant žaliąjį kursą, 2023 m. šis tikslas dar labiau sugriežtintas – ES susitarė sumažinti prognozuotą galutinės energijos suvartojimą 2030 m. bent 11,7 %. Skaičiuojant absoliučiais dydžiais, naujasis ES tikslas atitinka ne didesnę kaip 763 Mtoe (milijonų tonų naftos ekvivalentu) galutinės energijos suvartojimą 2030 m. (palyginimui, ankstesnis tikslas buvo ~846

Mtoe)[14]. Tam, kad šio tikslo būtų pasiekta, EED direktyva nustato privalomą metinį energijos taupymo įpareigojimą: 2021–2023 m. laikotarpiu kiekviena šalis narė turėjo kasmet sutaupyti ne mažiau 0,8 % galutinės energijos, o nuo 2024 m. riba gerokai pakeliama – 2024–2030 m. laikotarpiu privalu sutaupyti vidutiniškai 1,49 % galutinės energijos per metus. Ši nuostata reiškia, kad nacionaliniu lygmeniu bus įgyvendinamos griežtesnės energijos taupymo schemos, nukreiptos į svarbiausius sektorius: pastatus, pramonę, transportą. EED taip pat pabrėžia viešojo sektoriaus pavyzdinį vaidmenį: valstybės įsipareigoja kasmet sumažinti viso viešojo sektoriaus energijos suvartojimą 1,9 %, be to, anksčiau galiojusi 3 % centrinės valdžios pastatų renovacijos pareiga išplečiama – 3 % kasmetinė renovacija turės būti vykdoma visų viešojo administravimo lygių pastatams (t. y. įtraukiant savivaldybes). Šie reikalavimai skatina valdžios institucijas aktyviau atnaujinti savo pastatus ir rodyti pavyzdį rinkai.

Be kiekybinių tikslų, atnaujinta EED direktyva sustiprina ir socialinį bei vartotojų apsaugos aspektą. Joje numatytos priemonės kovai su energijos nepriteklumi ir pažeidžiamų vartotojų apsauga: šalys narės įpareigojamos teikti pirmenybę energijos efektyvumo priemonėms, skirtoms pažeidžiamiems ir nepriteklių patiriantiems namų ūkiams, bei socialiniam būstui [14]. Kitaip tariant, dalis privalomų sutaupymų turi būti generuojama būtent šiose grupėse, kad energijos taupymo nauda pasiektų ir skurdesnius gyventojus. Taip pat direktyva ragina šalinti rinkos kliūtis: pvz., spręsti *nuomininko–nuomotojo* problemą, kai investuoti į energijos taupymą nuomojamame būste nėra pakankamų paskatų. Valstybės narės turės įdiegti priemones paskatų nesuderinamumo problemai mažinti, kad būsto savininkai būtų suinteresuoti renovuoti net ir nuomojamus būstus (galimi teisiniai sprendimai – investicijų kaštų pasidalijimas per nuomos mokesčių ir pan.) [14]. Galiausiai, siekiant sušvelninti galimą neigiamą poveikį pažeidžiamiems vartotojams dėl griežtesnių reikalavimų, EED direktyvoje numatyta, kad dalis lėšų iš apyvartinių taršos leidimų sistemos plėtros (ETS 2, taikomos pastatams ir transportui) bus nukreipiama į Socialinį klimato fondą, skirtą finansuoti kompensacijas mažas pajamas gaunantiems gyventojams [14].

Apibendrinus, ES lygmens dokumentai (EPBD, EED ir susijusios iniciatyvos) sukuria politikos ir reguliavimo sistemą, skatinančią valstybes nares nuosekliai didinti pastatų energinį efektyvumą. Aiškiai apibrėžti ilgalaikiai tikslai, privalomi tarpiniai rodikliai bei finansinės paskatos (per ES fondus) užtikrina, kad energijos vartojimo efektyvumo didinimas tampa prioritetu visose šalyse, o pažanga yra pamatuojama ir palyginama.

1.2.3. Lietuvos strateginiai dokumentai

Lietuva, įgyvendindama ES politiką, parengė savo strateginius energinio efektyvumo didinimo planus. Svarbiausi iš jų – Nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021–2030 m. (NEKSVP), Ilgalaikė pastatų renovacijos strategija (IPRS) parengta 2021 m. ir naujai rengiamas Nacionalinis pastatų renovacijos planas (vadinamasis pastatų modernizavimo žemėlapis). Šie dokumentai nustato šalies tikslus ir priemones energijos vartojimo efektyvumui gerinti, ypač gyvenamuosiuose pastatuose.

NEKSVP 2021–2030 m. – tai integruotas klimato kaitos ir energetikos tikslų planas, kuriame energijos efektyvumas užima reikšmingą vietą. Plane pažymima, kad Lietuvos ekonomikos energijos intensyvumas yra reikšmingai didesnis nei ES vidurkis, o namų ūkių sektoriaus energijos vartojimas – taip pat aukštas. Be to, priklausomybė nuo importuojamo iškastinio kuro (gamtinių dujų, naftos) kelia energetinio saugumo problemų. Todėl NEKSVP numato plačias priemones šiai situacijai keisti.

Viena iš dviejų pagrindinių prioritetinių kryptių įvardytas daugiabučių ir viešųjų pastatų modernizavimas, siekiant per dešimtmetį (iki 2030 m.) sutaupyti apie 5–6 TWh pirminės energijos. Tai reikšmingas sutaupymų kiekis – palyginimui, 5–6 TWh sudaro apie trečdalį visos metinės Lietuvos namų ūkių galutinės energijos paklausos. NEKSVP logika grindžiama ES žaliuoju kursu ir Renovacijos banga – plane pabrėžiama, kad pastatų fondo atnaujinimas yra gyvybiškai svarbus perėjimui prie klimatu neutralaus ir švarios energijos ūkio. NEKSVP taip pat integruoja nacionalinius tikslus, kylančius iš ES Energijos efektyvumo direktyvos – jame numatyti rodikliai dėl galutinės ir pirminės energijos suvartojimo mažinimo, energijos sutaupymo įpareigojimai tam tikriems sektoriams, taip pat planuojamos politikos priemonės (pvz., finansinių instrumentų taikymas, informavimo kampanijos, inovacijų skatinimas). Šis planas sudaro bendrą strateginį pagrindą, kuriuo remiasi ir tolesni, konkretesni dokumentai [15].

IPRS – tai dokumentas, parengtas pagal EPBD reikalavimus, pirmą kartą patvirtintas 2014 m. (vėliau atnaujintas 2021 m.). Naujausią strategiją Vyriausybė patvirtino 2021 m. kovo 31 d., joje išdėstyta vizija iki 2050 m. renovuoti visą nacionalinį pastatų fondą iki energinio neutralumo. Strategijoje skaičiuojama, kad tam, jog Lietuvos pastatų sektorius taptų nepriklausomas nuo iškastinio kuro ir neterštų aplinkos, reikia iki 2050 m. modernizuoti apie 440 tūkst. pastatų (apie 110 mln. m² pastatų ploto). Tai leistų sumažinti metinį pastatų pirminės energijos suvartojimą ~60 % – nuo dabartinių ~40 TWh iki ~16 TWh. Taip pat būtų visiškai panaikintos CO₂ emisijos pastatų sektoriuje (nuo kelių milijonų tonų iki 0) [16]. Šie tikslai atspindi Lietuvos indėlį į bendrus ES klimato tikslus ir parodo šalies ilgalaikį įsipareigojimą energetiniam efektyvumui. Strategijoje išanalizuota esama pastatų būklė – nurodyta, kad 2019 m. pabaigoje Lietuvoje buvo 661 tūkst. registruotų pastatų, iš kurių didelė dalis pastatyti iki 1993 m. ir neatitinka šiuolaikinių energinio efektyvumo reikalavimų [17]. Ypač prasti rodikliai buvo daugiabučių sektoriuje, kuriame iki renovacijos programos pradžios dominavo E ir F energinės klasės namai. Atsižvelgiant į tai, IPRS nustatė tarpinius uždavinius: iki 2030 m. renovuoti 30 % prastos būklės pastatų, iki 2040 m. – ~60 %, o iki 2050 m. – 100 %. Strategijoje taip pat numatytos politikos priemonės šiems tikslams pasiekti: finansinių mechanizmų tobulinimas, techninės pagalbos teikimas, teisinio reguliavimo gerinimas (pvz., reikalavimų sugriežtinimas, kad palaiptiesiems visi pastatai atitiktų bent C energinę klasę), viešojo sektoriaus pavyzdinė renovacija, pažangių renovacijos technologijų (pvz., modulinės renovacijos) skatinimas ir t.t. [18]. Ši ilgalaikė strategija sudarė pagrindą nuosekliam renovacijos procesui – jos vykdymą prižiūri Aplinkos ministerija, rengiamos periodinės ataskaitos ir atnaujinimai, kaip to reikalauja EPBD.

Vis dėlto, 2023 m. pradėjus svarstyti naująją EPBD redakciją ES mastu, tapo aišku, kad reikia atnaujinti nacionalinį renovacijos strateginį planavimą. Dėl to Aplinkos ministerija inicijavo Nacionalinio pastatų renovacijos plano rengimą – tai dokumentas, kuris praktiškai taps naujuoju strateginiu atnaujinimo planu iki 2050 m., pakeisiančiu ankstesnę IPRS strategiją [13]. Pagal viešai pristatytus siūlymus, Nacionalinis renovacijos planas apims visų tipų pastatus (gyvenamuosius ir ne gyvenamuosius) ir nustatys sistemingo pastatų fondo atnaujinimo gaires iki 2050 m. Pagrindinis plano tikslas – iki 2050 m. užtikrinti, kad visi šalies pastatai taptų labai efektyvūs, visai nenaudotų iškastinio kuro ir būtų neutralūs klimato atžvilgiu. Plane bus konkretūs tarpiniai tikslai (2025, 2030, 2040 m. rodikliai), nurodytos atsakingos institucijos, finansavimo šaltiniai ir mechanizmai, taip pat įvertintas energijos taupymo potencialas ir numatytas ŠESD emisijų mažinimo indėlis. Pavyzdžiui, preliminariai siūloma, kad iki 2035 m. vidutinės pastatų energijos sąnaudos sumažėtų 20–22 %, lyginant su 2020 m., ir didžioji šių sutaupymų dalis būtų pasiekta renovuojant prasčiausio energetinio naudingumo (E ir žemesnės klasės) namus. Taip pat planuojama nustatyti privalomus minimalius

energinio naudingumo reikalavimus esamiems pastatams, kurie būtų periodiškai griežtinami atsižvelgiant į kaštų optimalumo skaičiavimus – tai atitinka EPBD reikalavimą dėl minimalių energinio efektyvumo standartų (MEPS) diegimo. Nacionaliniame plane didelis dėmesys skiriamas ir finansiniams bei administraciniams įgyvendinimo aspektams: jame numatoma sukurti vieno langelio konsultavimo sistemą gyventojams, stiprinti savivaldybių vaidmenį renovacijoje, užtikrinti pakankamą valstybės paramos intensyvumą pažeidžiamiesiems namų ūkiams. Šis modernizavimo žemėlapis turėtų tapti detaliu veiksmų planu, kaip šalis praktiškai pasieks EPBD nustatytus rodiklius – jame bus apibrėžti konkretūs renovacijos mastai kiekvieniems metams, sektorių prioritetai (daugiabučiai, viešieji pastatai, individualūs namai), taip pat integruotos su kitomis sritimis priemonės (pvz., statybų sektoriaus gebėjimų didinimas, vietinės atsinaujinančios energetikos plėtra pastatuose ir pan.).

Trumpai tariant, Lietuva turi suformavusi strateginę pagrindą energinio efektyvumo politikai: NEKSVP nustato aukšto lygmens tikslus ir integruoja juos į bendrą energetikos-klimato politiką, ilgalaikę renovacijos strategija ir naujas renovacijos planas detalizuoja pastatų sektoriaus transformacijos kelią iki 2050 m. Šie dokumentai tarpusavyje suderinti – nacionaliniai tikslai atitinka ES užmojus (pvz., klimato neutralumo siekį), o priemonės (finansavimas, teisiniai pakeitimai) derinamos su gaunama parama iš ES fondų ir gerąja kitų šalių patirtimi.

1.2.4. Reglamentai, standartai ir direktyvos, susijusios su gyvenamaisiais pastatais

Energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose Lietuvoje reguliuoja visa teisės aktų hierarchija: pradedant ES direktyvų nuostatomis, baigiant nacionaliniais įstatymais ir techniniais statybos normatyvais. Šiame poskyryje apžvelgiami svarbiausi galiojantys reikalavimai ir standartai, tiesiogiai darantys įtaką gyvenamųjų pastatų energiniam efektyvumui.

1.2.4.1. ES direktyvos ir reglamentai

Kaip aptarta anksčiau, esminės yra dvi direktyvos – EPBD ir EED. Jų nuostatos privalomai perkeliamos į nacionalinę teisę. Pavyzdžiui, EPBD reikalauja, kad valstybės nustatytų minimalius energinio naudingumo reikalavimus naujiems pastatams ir *beveik nulinės energijos pastatų* standartą. Lietuvoje šie reikalavimai įtvirtinti statybos techniniuose reglamentuose: nuo 2016 m. visi nauji pastatai turėjo atitikti ne žemesnę kaip A energinio naudingumo klasę, nuo 2018 m. – A+ klasę, o nuo 2021 m. sausio 1 d. įsigaliojo privalomas A++ klasės standartas. Tai reiškia, kad dabar visi naujai statomi pastatai Lietuvoje privalo būti beveik nulinės energijos. A++ klasė apibrėžta teisės aktais – ji reikalauja labai aukštos šiluminės izoliacijos, efektyvių inžinerinių sistemų (pvz., rekuperacinės vėdinimo) ir daugiau kaip 50 % pastato energijos poreikio padengimo iš atsinaujinančių šaltinių. Taigi statant naują gyvenamąjį namą privaloma, pavyzdžiui, integruoti atsinaujinančius energijos išteklius (saulės kolektorius ar fotovoltines paneles, šilumos siurblių ar biokuro katilą), kad bent pusė reikalingos šilumos ar elektros būtų gaunama ne iš iškastinio kuro.

Be reikalavimų naujiems pastatams, EPBD taip pat įpareigoja vykdyti pastatų energinio naudingumo sertifikavimą. Lietuvoje galioja *Pastatų energinio naudingumo sertifikavimo įstatymas*, kuriame nustatyta, kad pastato energinio naudingumo sertifikatas yra privalomas statant, parduodant ar išnuomojant pastatą ar jo dalį. Tai reiškia, kad kiekvienas naujas gyvenamasis pastatas turi gauti energinio naudingumo klasę (nuo A++ iki G) ir ši klasė turi būti deklaruojama sandoriuose, skelbimuose apie pardavimą ir pan. Tokia sistema užtikrina, kad energinis efektyvumas tampa rinkos

vertinama pastato savybe – pirkėjai ir nuomininkai gali atsižvelgti į energijos sąnaudų dydį. Be to, nuo 2021 m. EPBD reikalavimu į sertifikatus integruojama ir informacija apie *renovacijos rekomendacijas*, t. y. kaip pagerinti pastato klasę.

1.2.4.2. Nacionaliniai statybos techniniai reglamentai

Lietuvos statybos techninis reglamentas STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinis naudingumas“ nustato detalius skaičiavimo metodus ir reikalavimus pastatų atitvarų, inžinerinių sistemų savybėms. Jame įtvirtintos normos, kad gyvenamojo pastato sienų, stogo, grindų šilumos perdavimo koeficientai U negali viršyti tam tikrų reikšmių. Taip pat nustatyti reikalavimai langų ir durų šiluminėms savybėms. Inžinerinių sistemų efektyvumo srityje reglamentuota, kad pastatai privalo turėti subalansuotą vėdinimo sistemą, aukšto naudingumo šilumogražą (rekuperacijos efektyvumas $\geq 80\%$) ir pan. Kiekvienam pastato projektui privaloma atlikti energinio naudingumo skaičiavimą, kuris parodo, ar pastatas pasieks norminę klasę. Minimalūs reikalavimai periodiškai peržiūrimi – Aplinkos ministerija kas 5 metus atlieka kaštų optimalaus energinio efektyvumo vertinimą, kaip numato EPBD, ir jei paaiškėja, kad galima sugriežtinti normatyvus ekonomiškai pagrįstai, tai daroma (taip buvo perėjimas nuo A+ prie A++ klasės 2021 m.). Ateityje laukiama dar griežtesnių normų, nes pagal EPBD 2024 m. reikalavimus turės atsirasti nulinės emisijos pastato apibrėžtis (greičiausiai lygiavertė A++ su papildomu kriterijumi dėl iškastinio kuro nenaudojimo).

1.2.4.3. Esamų pastatų priežiūros reikalavimai

Be reikalavimų projektuojamiems pastatams, Lietuvoje galioja ir privalomos periodinės patikros tam tikroms pastatų energetinėms sistemoms, kaip to reikalauja EPBD ir EED. Pavyzdžiui, *Energetikos įstatymas* nustato, kad pastatų šildymo katilai ir kombinuotos šildymo-vėdinimo sistemos, kurių nominali galia viršija 70 kW, turi būti tikrinami ne rečiau kaip kas 5 metus, siekiant įvertinti jų efektyvumą ir reguliavimą [19]. Dujiniai katilai (iki 70 kW) tikrinami bent kartą per 4 metus, o oro kondicionavimo (šaldymo) sistemos virš 70 kW – kas 3 metus. Šių patikrų metu atliekamas įrangos naudingumo įvertinimas, nustatomi galimi pagerinimai arba, jei sistema neefektyvi, pateikiamos rekomendacijos ją pakeisti. Tokios priemonės užtikrina, kad ir senesni pastatai palaikytų kuo įmanoma aukštesnį efektyvumą eksploatacijos metu, o savininkai gautų informaciją apie atnaujinimo poreikį. Taip pat vykdoma energetinio audito prievolė dideliems energijos vartotojams (nors tai labiau taikoma pramonės ir paslaugų įmonėms, bet apima ir didelius pastatų ūkius – pvz., savivaldybių pastatų portfelius). Šalyje veikia energijos vartojimo auditorių atestuota sistema, užtikrinanti, kad dideli pastatų savininkai reguliariai išanalizuotų savo objektų energijos naudojimo efektyvumą ir įgyvendintų ekonomiškai naudingas taupymo priemones.

1.2.4.4. Kiti susiję standartai ir direktyvos

Gyvenamųjų pastatų energinį efektyvumą netiesiogiai veikia ir kiti ES reglamentai, pavyzdžiui, Ekologinio projektavimo reglamentai buitinei ir pramoninei įrangai bei energijos vartojimo ženklavimo direktyvos. Pagal juos Lietuvoje uždrausta parduoti neefektyvius šaldytuvus, katilus, lemputes ir kt. – visa į rinka tiekiamą įrangą turi atitikti mažiausius efektyvumo kriterijus (pavyzdžiui, senos elektros lemputės pakeistos LED, F klasės buitine technika eliminuota). Taip pat *Statybos įstatyme* ir poįstatyminiuose aktuose numatyta, kad projektuojant pastatus turi būti įvertintos galimybės integruoti atsinaujinančius išteklius, taikyti pažangius valdymo sprendimus (pvz., automatizuotus šildymo reguliatorius). Šios nuostatos dera su EPBD reikalavimu diegti “pažangios

parengties” indikatorius pastatuose (angl. *smart readiness indicator*), kuris leidžia įvertinti, kiek pastatas pasirengęs protingai valdyti energiją.

Apskritai, Lietuvoje suformuotas pakankamai griežtas teisinis režimas, skatinantis gyvenamųjų pastatų energinį efektyvumą. Nauji pastatai statomi pagal aukštus standartus (A++ klasė), esamiems pastatams renovuoti taikomos skatinamosios priemonės ir minimalūs reikalavimai (pvz., keičiant pastato elementus – langus, katilus – jie turi atitikti galiojančias normas), o energijos vartojimo auditas ir sertifikavimas užtikrina nuolatinę pažangą. Šių reikalavimų įgyvendinimą prižiūri valstybės institucijos (Aplinkos ministerija, Valstybinė energetikos reguliavimo taryba ir kt.), o už nesilaikymą numatytos sankcijos (pavyzdžiui, jei pastatas statomas nesilaikant energinio efektyvumo projekto, nepriimamas naudoti). Toks reglamentavimas sudaro būtinas sąlygas, kad energinis efektyvumas taptų neatsiejama statybų ir nekilnojamojo turto rinkos dalimi.

1.2.5. Finansinės paskatos ir jų taikymas praktikoje

Vien teisinių reikalavimų nustatymo nepakanka – siekiant, kad gyvenamieji pastatai realiai taptų taupesni, būtinos finansinės skatinimo priemonės, padedančios įveikti investicinius barjerus. Lietuvoje per pastaruosius ~15 metų sukurta gana efektyvi finansinių paskatų sistema, skirta būsto (ypač daugiabučių) renovacijai ir energetinio efektyvumo didinimui.

Svarbiausias finansinis instrumentas yra valstybės remiama Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa, vykdoma nuo 2013 m. (anksčiau pilotiniu mastu – nuo ~2005–2010 m.). Jos rėmuose taikomas integruotas finansavimo modelis, jungiantis lengvatinius kreditus, garantijas ir subsidijas. Pagrindiniai komponentai:

1.2.5.1. Lengvatinės paskolos renovacijai

Pagal programą daugiabučių savininkai gali gauti ilgalaikes (iki 20–30 metų) paskolas iš komercinių bankų ar kitų finansinių tarpininkų, su mažomis fiksuotomis palūkanomis ir be turto įkeitimo reikalavimo. Šias paskolas iš dalies finansuoja specialūs fondai, sukurti bendradarbiaujant su tarptautinėmis institucijomis (Europos investicijų banku, Europos rekonstrukcijos ir plėtros banku) ir panaudojant ES struktūrinių fondų lėšas. Pavyzdžiui, 2016 m. įsteigtas *Jessica II* fondas ir 2019 m. Daugiabučių namų modernizavimo fondas, kuriuos administruoja Viešųjų investicijų plėtros agentūra (VIPA) ir kurie teikia finansavimą bankams, kad šie skolintų gyventojams renovacijai. Garantijų mechanizmas užtikrina, kad privatus finansų sektorius drąsiau skolintų renovacijai – valstybė suteikia dalines garantijas, leidusias pritraukti apie 5 kartus didesnę privačių lėšų srautą. Lengvatinių paskolų modelis pasiteisino kaip pagrindinė finansinė priemonė – per bankus suteikiami kreditai tapo gerai žinomi rinkoje, o gyventojams pasiūlytos patrauklios sąlygos (palūkanos ~3 % ar mažiau, grąžinimas iki 20 metų, galima iškart apmokėti viso namo renovacijos darbus) [15].

1.2.5.2. Techninė ir administracinė parama

Finansinės paskolos yra derinamos su plačia technine pagalba. Programą administruojanti Būsto energijos taupymo agentūra (BETA) teikia konsultacijas gyventojams, padeda jiems organizuoti sprendimų priėmimą daugiabučio atnaujinimui. Sukurtas integruoto projekto įgyvendinimo modelis: daugiabučio gyventojai (per bendriją ar administratorių) kreipiasi į BETA, tuomet agentūros ekspertai nemokamai atlieka investicijų plano parengimą, energinį auditą, projektavimo užduotį. Tai pašalina kliūtis gyventojams, kurie neturi inžinerinių žinių. Parengtą projektą gyventojai balsavimu tvirtina

(reikalinga >50 % butų savininkų dauguma). Toliau BETA padeda organizuoti rangos darbų pirkimą – pasitelkiama Centrinė perkančioji organizacija (CPO), kuri atranka kvalifikuotus rangovus ir sudaro su jais bendrąsias sutartis. Tai supaprastina konkursų procesą ir užtikrina darbų kokybę (rangovai atestuoti, darbų kainos patikrintos rinkos sąlygomis). Rangovui atlikus darbus, atsiskaitymas vyksta tiesiogiai per finansinį tarpininką – bankas pavedimą rangovui atlieka gavęs BETA patvirtinimą, kad darbai atlikti tinkamai. Toks mechanizmas reiškia, kad gyventojams nereikia individualiai imti paskolų – paskola imama visam namui, o įmokas bankui po renovacijos moka kiekvieno buto savininkas per administratorių. Teisinis ir organizacinis modelis (įskaitant standartines daugiabučio kredito sutartis, savininkų sprendimų priėmimo tvarką, valstybės pagalbos notifikuotą schemą) buvo parengtas specialiai siekiant pašalinti administracinius barjerus dalyvauti programoje. Praktikoje šis modelis leido sukurti nuoseklų projektų vykdymo procesą – gyventojams suteikiama aiški procedūra, pagal kurią nuo pradžios (idėjos) iki pabaigos (atliktų darbų) juos lydi kompetentinga institucija, reikšmingai sumažinanti rizikas ir pastangas [15].

1.2.5.3. Tiesioginės subsidijos

Siekiant padidinti renovacijos patrauklumą finansiškai, programa numato ir reikšmingas valstybės subsidijas (*negražintiną paramą*). Pirma, dengiamas visas techninės projekto parengimo kaštas – gyventojams nereikia mokėti už energinio audito parengimą, investicinio projekto paruošimą, techninį darbo projektą; šios išlaidos kompensuojamos iš ES struktūrinių fondų (2014–2020 m. tam skirta ~€10 mln.). Antra, suteikiama subsidija daliai renovacijos darbų išlaidų padengti – pasiektas energinis efektyvumas „atlyginamas“ kapitalo išmoka. Konkrečiai, jei daugiabutis po renovacijos pasiekia bent C energinio naudingumo klasę ir sutaupo >40 % šilumos energijos, valstybė apmoka 30 % investicijų sumos (užskaitant tai kaip paskolos dalies gražinimą); jei pasiekama B klasė ir >50% sutaupymų – kompensuojama 40 % investicijų. Šios subsidijos išmokamos tiesiogiai bankui kaip paskolos dalies užskaitymas po to, kai BETA patvirtina, jog projektas pasiekė numatytus rodiklius. Taip gyventojams realiai sumažėja gražintinos paskolos dydis. Be to, mažesnių pajamų gyventojams (gaunantiems kompensaciją už šildymą) valstybė kompensuoja viso jų tenkančio renovacijos kredito įmokas – šie žmonės apskritai nemoka nei paskolos, nei palūkanų, kad nebūtų socialinės atskirties (šias išlaidas padengia valstybės biudžetas per savivaldybes). Galiausiai, kai kuriuos specifinius darbus taip pat remia subsidijos – pvz., 100 % kompensuojamas asbesto turinčių stogų pakeitimas, šilumos punktų automatizavimas ir pan. (šios priemonės finansuojamos Klimato kaitos programos lėšomis) [15].

1.2.5.4. Finansinių priemonių taikymas praktikoje

Šių finansinių priemonių taikymas praktikoje davė apčiuopiamų rezultatų. Per 2013–2020 m. (pagrindinį programos įsibėgėjimo laikotarpį) buvo atnaujinta apie 2500 daugiabučių, o iki 2024 m. pabaigos – jau virš 4000 daugiabučių namų (kas sudaro ~7 mln. m² atnaujinto ploto, kuriame gyvena apie 130 tūkst. butų savininkų). Šie renovuoti daugiabučiai dažniausiai pasiekė C arba B energinio naudingumo klasę (iki renovacijos dauguma buvo E ar net žemesnės klasės), o šilumos energijos sąnaudos juose sumažėjo 50–70 %. Visgi, tai sudaro tik dalį viso renovuotino fondo – šalyje iš viso priskaičiuojama ~38 tūkst. daugiabučių, taigi didžioji jų dalis dar laukia renovacijos. Pavyzdžiui, vien Vilniaus mieste dar yra apie 6 tūkst. nerenovuotų daugiabučių. Todėl finansinės paskatos ne tik išlieka aktualios, bet ir toliau plečiamos [20].

Be daugiabučių modernizavimo programos, Lietuvoje taikomos ir kitos finansinės priemonės gyvenamųjų namų energiniam efektyvumui didinti. Pastaraisiais metais per Aplinkos projektų valdymo agentūrą (APVA) vykdomos tikslinės kompensacijų schemos individualių namų savininkams:

- Programa senų kieto ar skysto kuro katilų keitimui – gyventojams skiriama subsidija (iki €5000) pasikeisti neefektyvius, taršius krosnių ar katilų šildymo įrenginius į modernius šilumos siurblius arba biomase kūrenamus katilus. Ši priemonė populiari kaimo vietovėse ir mažuose miestuose, mažina ne tik energijos sąnaudas, bet ir oro taršą [13].
- Programa saulės elektrinėms įsirengti – namų ūkiams suteikiama iki ~30 % investicijų dydžio kompensacija, diegiant saulės fotovoltines paneles elektros gamybai savo reikmėms. Taip skatinama decentralizuota atsinaujinanti energetika, leidžianti namams dalį elektros pasigaminti patiems ir sumažinti iš tinklo perkamos energijos kiekį [13].
- Namų energinio efektyvumo didinimo projektai – keliose savivaldybėse (Vilnius, Kaunas ir kt.) pasiūlytos nekilnojamojo turto mokesčio lengvatos renovuotiems namams, taip pat kompensacijos už pasiektą aukštą energinę klasę (A+ ar A++) statant naujus individualius namus. Tokios priemonės skatina gyventojus rinktis efektyvesnius sprendimus statant ar rekonstruojant būstą.

Taip pat verta paminėti, kad dalis ES struktūrinių fondų (2014–2020 m. ir 2021–2027 m. finansinėse perspektyvose) bei Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo priemonės (RRF) lėšų yra skirta energinio efektyvumo projektams. Pavyzdžiui, pagal RRF (vadinamąjį Ateities ekonomikos DNR planą) Lietuvoje finansuojamas demonstracinis kvartalinės renovacijos projektas, kompleksinis viešųjų pastatų modernizavimas, tvarios renovacijos technologijų (modulinių elementų) diegimas. Šie finansavimai papildo nacionalines paskatas [21].

Finansinių priemonių taikymas praktikoje parodė, kad tinkamai sukonstruotos paskatos gali duoti apčiuopiamą efektą: renovacijos programa laikoma sėkminga, nes sugebėjo sujungti ES fondų, valstybės ir privačias lėšas, sukurti visoje šalyje veikiančią sistemą (per bankus, BETA, savivaldybes). Kartu išmoko ir visuomenė – renovacija tapo įprastas reiškinys, didėjant sėkmingų projektų skaičiui vis daugiau kaimyninių namų gyventojų ryžtasi atnaujinimui. Žinoma, vis dar yra nemažai kliūčių (aptariama kitame skyriuje), tačiau be finansinių paskatų šių rezultatų nebūtų pavykę pasiekti. Todėl ateityje numatoma finansines programas tęsti ir plėsti – pavyzdžiui, svarstoma didinti valstybės subsidijų intensyvumą siekiant aukščiausių energinių klasių, taikyti papildomas lengvatas gilios renovacijos projektams (kur sutaupoma >60 % energijos), aktyviau naudoti Socialinio klimato fondo lėšas remiant nepasiturinčiųjų būsto atnaujinimą. Taip pat svarbu užtikrinti, kad finansinė parama pasiektų ne tik daugiabučius, bet ir privačių namų segmentą – šiuo metu individualių namų savininkai renovacijos imasi vangiau, todėl planuojamos didesnės kompensacijos (pvz., už sienų šiltinimą, stogo keitimą) šiame segmente.

Apibendrinant, finansinės paskatos – būtinas energinio efektyvumo politikos elementas. Jos mažina ekonominius barjerus gyventojams, didina projektų skaičių ir gylį (skatina rinktis ne minimalų, o kuo aukštesnį efektyvumo lygį). Lietuvos patirtis rodo, kad gerai suderintas paskolų ir subsidijų modelis leidžia renovuoti tūkstančius būstų, išlaikant socialinį priimtinumą (mažas pajamas gaunantys

nepaliekami nuošalyje). Šių priemonių taikymas praktikoje nuolat tobulinamas atsižvelgiant į iššūkius ir ES gerąją patirtį [13].

1.2.6. Politikos įgyvendinimo iššūkiai

Nors teisinė ir finansinė bazė energinio efektyvumo didinimui gyvenamuosiuose pastatuose Lietuvoje yra sukurta, praktinis politikos įgyvendinimas susiduria su įvairiais iššūkiais. Juos galima skirstyti į administracinius, finansinius ir socialinius (elgsenos) aspektus. Toliau aptariama, su kokiais sunkumais susiduriama ir kaip jie sprendžiami.

1.2.6.1. Administraciniai iššūkiai

Vienas didžiausių – renovacijos procesų organizavimas daugiabučiuose, kur reikia koordinuoti daug savininkų ir veiksmų. Kiekvieno daugiabučio atnaujinimas reikalauja butų savininkų pritarimo, o jį gauti nėra triviale: gyventojai turi skirtingas nuomones, interesus, finansines galimybes. Nors teisiškai Lietuvoje užtenka paprastos butų savininkų daugumos (50 %+1) sutikimo, praktikoje susirinkimų sušaukimas ir balsavimų organizavimas užtrunka, tenka įtikinėti skeptiškai nusiteikusius. Dažnai kyla klausimų dėl darbų apimties, rangovų pasirinkimo, baimės dėl galimų nepatogumų. BETA agentūros įsitraukimas labai padeda – jos specialistai dalyvauja susirinkimuose, aiškina naudą, atsako į klausimus, taip sklaidydami abejones. Vis dėlto, procesas reikalauja laiko, o kai kur (ypač mažesniuose miestuose ar prastesnėse bendruomenėse) administraciniai trikdžiai lemia, kad renovacija neįvyksta (trūksta kvorumo sprendimui ar pan.). Kitas administracinis aspektas – darbų kokybės priežiūra. Kadangi renovacijos vykdomos masiškai, kyla rizika dėl broko, nekokybiškų medžiagų. Valstybė tai sprendžia nustatydamai aiškias normas (reikalavimas sertifikuoti statybos produktus, rangovų atestacija) ir per BETA organizuodama techninę priežiūrą. Nepaisant to, pasitaiko atvejų, kai gyventojai skundžiasi nepakankamu darbų atlikimu – tai kenkia programos reputacijai. Todėl administracinėms institucijoms tenka nuolat tobulinti kontrolės mechanizmus. Taip pat administracinis iššūkis – didelis dokumentų krūvis: paraiškų rengimas, sutarčių sudarymas, atsiskaitymų administravimas. Kad supaprastinti, Lietuvoje įdiegtos standartizuotos formos, naudojama elektroninė Renovacijos informacinė sistema, kurioje skaitmeniniu būdu tvarkomi projektų dokumentai, stebima pažanga. Tai sumažina biurokrtiją, bet vis tiek daugiabučių atnaujinimas išlieka gana kompleksiškas administracinis projektas, reikalaujantis kompetencijų.

1.2.6.2. Finansiniai iššūkiai

Nors anksčiau aptartos finansinės paskatos reikšmingai pagerino situaciją, išlieka klausimas, kaip finansuoti tokį didelį pastatų atnaujinimo mastą, kokio reikia norint pasiekti klimato tikslus. Renovacija yra brangi: kapitalinis senos penkiaaukštės blokinės statybos daugiabučio modernizavimas (apšiltinant sienas, stogą, pakeičiant langus, modernizuojant šildymo sistemą) gali kainuoti 0,5–1 mln. eurų. Net ir išdalinus šią sumą butų skaičiui, gyventojams tenka dešimčių tūkstančių eurų investicijos. Valstybės subsidijos (30–40 %) ir lengvatinės paskolos sumažina finansinę naštą, tačiau dalis gyventojų vis tiek baiminasi įsiskolinti ilgam laikotarpiui. Ypač vyresnio amžiaus žmonės abejoja, ar investicija atsipirks jiems patiems. Finansinis iššūkis ir tas, kad net ir sutaupius dalį išlaidų už šildymą po renovacijos, kreditą vis tiek reikia mokėti – taigi net keliolika metų gyventojai faktiškai moka panašias sumas kaip iki renovacijos (sutaupymai nukeliauja paskolos aptarnavimui). Tai menkina finansinę motyvaciją, nors po apmokėjimo laikotarpio nauda jaučiasi. Makroekonominė rizika – palūkanų normų kilimas. Iki šiol renovacijos paskolos Lietuvoje buvo

pigios dėl valstybės paramos ir rinkos sąlygų, bet infliacijai šoktelėjus, kyla palūkanos, kas gali atgrasyti dalį gyventojų. Be to, ne visi bankai nori dalyvauti programoje – mažesniuose miestuose trūksta bankų konkurencijos, todėl sunkiau gauti finansavimą. Sprendžiant šiuos iššūkius, planuojama didinti tiesioginės paramos dalį (ES „RepowerEU“ lėšas nukreipti renovacijai, steigti Klimato fondą) ir kurti naujus finansinius instrumentus – pvz., energetinio efektyvumo sutartis (ESCO modelį), kur privačios įmonės investuoja ir paskui susigražina iš sutaupymų. Taip pat svarstoma taikyti mokesčių sistemas, kurios skatintų renovaciją: pvz., didinti nekilnojamojo turto mokesčių energetiškai neefektyviems būstams (baudų principas) arba suteikti gyventojams pajamų mokesčio kreditus už investicijas į energijos taupymą (skatinimo principas). Kol kas tokių priemonių Lietuvoje dar nėra iki galo įdiegta, bet diskusijos vyksta.

1.2.6.3. Socialiniai (elgsenos) iššūkių

Energetinio efektyvumo politikos sėkmė daug priklauso nuo visuomenės požiūrio ir įsitraukimo. Iššūkis – įtikinti žmones keisti nusistovėjusią praktiką, investuoti į nematomus dalykus (šilumos izoliaciją sienose) dėl ilgalaikės naudos. Nemažai gyventojų, ypač vyresnių, į renovaciją žiūrėjo skeptiškai: prisiminė blogus ankstesnių renovacijų pavyzdžius, bijojo „aferų“, netikėjo sutaupymų skaičiais. Tai lėmė žemas iniciatyvas iš „apačios“ – dažnai renovacija pradėta tik tada, kai valstybė ėmė aktyviai skatinti. Socialinis iššūkis susijęs ir su energetinio nepritekliaus problema: skurdžiau gyvenantys žmonės linkę taupyti tiesiog mažiau šildydami patalpas, užuot investavę į brangesnius sprendimus. Jie gali manyti, kad „geriau pakentės šalčiau, bet nesiskolins bankui“. Dėl to kyla rizika, kad energetinio efektyvumo politika nepasieks labiausiai pažeidžiamų grupių be specialių priemonių. Kaip aptarta, Lietuva tą sprendžia 100 % kompensuodama renovacijos išlaidas mažas pajamas gaunantiems – tai būtina sąlyga socialiniam teisingumui. Taip pat informavimo kampanijos vaidina didelį vaidmenį socialinių barjerų mažinime. Pastaruoju metu tiek ministerijos, tiek savivaldybės aktyviai viešina sėkmingus renovacijos pavyzdžius, rengia seminarus bendrijų pirmininkams, skleidžia informaciją apie naudą: ne tik finansinę (mažesnės sąskaitos), bet ir gyvenimo kokybės pagerėjimą (didesnis komfortas, šiluma, geresnė pastato estetika, vertės padidėjimas)[20]. Tai padeda keisti visuomenės nuostatas – pastebima, kad jaunėja renovacijų iniciatoriai, atsiranda „renovacijos ambasadorių“ (aktyvių bendruomenių lyderių), keičiasi ir prestižo suvokimas (renovuotas namas nebelaikomas „prabangos dalyku“, o greičiau – normaliu standartu).

Kitas socialinis iššūkis – žmogiškųjų išteklių trūkumas statybų sektoriuje, kas persidengia su administraciniais-finansiniais aspektais. Didinant renovacijų skaičių, susiduriama su kvalifikuotų darbininkų, inžinierių stygiu – rangovinės organizacijos ne visada spėja įvykdyti laiku darbus, kyla kainos dėl didelės paklausos. Tai sisteminis iššūkis, sprendžiamas didinant statybos sektoriaus patrauklumą, investuojant į profesinį mokymą. ES Renovacijos bangoje tai įvardyta tiesiai – būtina „pagerinti įgūdžius, kad statybų sektorius pajėgtų įgyvendinti renovacijos mastą“[11]. Lietuvoje inicijuojamos programos rangovams, architektams apmokyti naujų technologijų (pvz., skydinės renovacijos). Tačiau trumpuoju laikotarpiu darbo jėgos trūkumas gali riboti, kiek realiai projektų įmanoma atlikti per metus – nors finansavimas ir būtų, fizinio įgyvendinimo pajėgumai riboti. Tai matyti Vokietijos, Prancūzijos pavyzdžiuose, kur rangovai užpildyti užsakymais, ir net padidinus subsidijas renovacijų skaičius neauga proporcingai dėl šio priežasties.

Apibendrinus, politinio ir teisinio reguliavimo įgyvendinimas susiduria su „žmogaus faktoriaus“ ir resursų apribojimais. Administraciniai iššūkių verčia supaprastinti procesus (kas daroma diegiant

vieno langelio principą, standartizuojant dokumentus). Finansiniai iššūkiai reikalauja nuolat peržiūrėti paramos mechanizmus, kad jie išliktų patrauklūs ir prieinami įvairiomis ekonominėmis sąlygomis. Socialiniai iššūkiai sprendžiami per švietimą, konsultavimą ir socialinės paramos integravimą į energinio efektyvumo programas. Nepaisant išvardintų sunkumų, pastarojo dešimtmečio patirtis rodo, kad daugelį barjerų pavyksta laipsniškai mažinti – tam pasitarnauja tiek nacionalinės pastangos, tiek ES masto iniciatyvos (keičiant visuomenės požiūrį į klimato kaitą, skatinant žaliosios ekonomikos idėjas).

1.2.7. Lietuvos ir kitų ES šalių lyginamoji analizė

ES valstybės narės energinio efektyvumo srityje pasiekė skirtingų lygių, nors visoms galioja tie patys esminiai reikalavimai pagal ES direktyvas. Lyginamoji analizė leidžia pamatyti Lietuvos pažangą platesniame kontekste bei pasimokyti iš lyderiaujančių šalių patirties (pvz., Vokietijos, Skandinavijos valstybių).

Vokietija dažnai minima kaip pavyzdys, turintis ilgą energijos efektyvumo politikos istoriją ir didelę finansinę paramą šioje srityje. Dar 2006 m. Vokietija, bendradarbiaudama su valstybine vystymo banko grupė KfW, pradėjo plataus masto pastatų renovacijos skatinimo programą. Per pirmuosius 15 metų jos veikimo paramos sulaukė apie 6 milijonai būstų – daugiabučiai ir individualūs namai buvo renovuoti pasinaudojant lengvatinėmis KfW paskolomis ir premijomis [22]. Vokietijos investicijos į šią programą buvo itin didelės: nuo 2006 m. išdalyta apie €180 mlrd. valstybės lėšų (paskolų ir grantų forma), kas pritraukė virš €500 mlrd. privačių investicijų į energijos taupymo priemones. Tokiu būdu pastatų sektoriaus modernizavimas tapo reikšmingu ekonomikos stimulu, sukūrė šimtus tūkstančių darbo vietų ir kasmet leidžia sumažinti CO₂ emisijas ~12 mln. tonų [22]. Normatyvinė bazė Vokietijoje taip pat griežta – dar 2014 m. ten įvesti privalomi beveik nulinio energijos reikalavimai naujiems pastatams (EnEV standartai, vėliau – Pastatų energijos aktas), o pastaruoju metu žengtas dar vienas žingsnis: priimtas Išlaidų šildymui įstatymas (2023 m.), numatantis, kad nuo 2024 m. visuose naujai diegiamuose šildymo įrenginiuose bent 65 % energijos turi būti iš atsinaujinančių šaltinių [23]. Tai iš esmės užkerta kelią naujiems dujiniams katilams ir skatina šilumos siurblių, centralizuoto atsinaujinančiais ištekliais paremto šildymo plėtrą. Nepaisant visų šių pažangių priemonių, Vokietija vis dar susiduria su iššūkiu – jos metinis renovacijos tempas siekia apie 1 % pastatų fondo per metus, o norint pasiekti 2045 m. klimatui neutralaus pastatų sektoriaus tikslą, tempą reikia padidinti iki ~3 %. Tai vokiečiai atvirai pripažįsta ir planuoja didinti pastangas: 2022 m. buvo perstruktūrizuota parama (sukurta Federalinė efektyvių pastatų programa, su didesniu dėmesiu esamų pastatų renovacijai), taip pat svarstomi privalomi reikalavimai (pvz., minimalūs energinio efektyvumo standartai blogiausiems pastatams, analogiškai EPBD siūlymams). Finansinės paramos apimtys Vokietijoje auga: 2024 m. tam skirta jau €14,4 mlrd. (palyginti su €12,3 mlrd. 2023 m.) [23], didinamos subsidijos klimato draugiškam šildymui, renovacijai iki *KfW Efficiency House* standartų. Tačiau vokiečių patirtis rodo, kad nepakanka vien pinigų – reikia ir visuomenės palaikymo (2023 m. šildymo įstatymo svarstymas sukėlė nemažai diskusijų ir net laikinai sumažino šilumos siurblių pardavimus dėl gyventojų neuztikrintumo). Galų gale, Vokietija juda link to, kad energinis neefektyvumas taptų socialiai ir ekonomiškai nepriimtinas – per finansinius ir reguliacinius mechanizmus spaudžia tiek rinkos dalyvius, tiek savininkus.

Skandinavijos šalys (Švedija, Danija, Norvegija, Suomija) jau ilgą laiką pirmuoja energinio efektyvumo rodikliais. Tai lėmė tiek griežtas klimatas (reikėję nuo seno statyti šiltus namus), tiek

ankstyvas valstybių įsikišimas po 1970-ųjų naftos krizės, skatinant taupyti energiją. Šiaurės šalyse pastatų šiluminės charakteristikos tradiciškai labai geros: seniau statyti namai buvo renovuojami dar 8–9 dešimtmečiuose, įrengiant geresnę izoliaciją, o nauji pastatai jau seniai turi storas sienų izoliacijas, efektyvius langus. Daugelyje vietovių veikia centralizuoto šildymo sistemos, kurios efektyviai aprūpina šiluma daugiabučius. Geriausios praktikos apima labai sandarias ir gerai apšiltintas atitvaras, energetiškai efektyvius langus, mechaninio vėdinimo sistemas su šilumogrąža [24]. Visa tai leidžia pasiekti, kad Skandinavijos namų energijos sąnaudos šildymui yra vienos mažiausių Europoje (pritaikius klimato korekciją). Pvz., Danijoje dar 2008 m. statybos reglamentai reikalavo, kad naujų namų šilumos sąnaudos neviršytų ~45 kWh/m² per metus – tai atitiko tuometinį žemiausią ES lygį. Švedijoje veikia unikali sistema – “Miljöbyggnad” standartas, skatinantis savanoriškai siekti dar didesnio efektyvumo nei reikalaujama pagal įstatymą. Norvegija (nors ne ES narė, bet sekanti ES reikalavimus) 2016 m. statybos kodekse numatė, kad visos naujos statybos turi atitikti beveik nulinio energijos lygį; be to, Norvegija, turėdama gausių hidroenergijos resursų, beveik visą būstų šildymą elektrifikavo, tad tiesioginės CO₂ emisijos yra itin mažos. Skandinavų visuomenė taip pat labai sąmoninga aplinkosaugos atžvilgiu – energetinis efektyvumas suvokiamas kaip natūrali gyvenimo būdo dalis. Pavyzdžiui, daug skandinavų namuose diegia išmanias šildymo valdymo sistemas, stebi savo energijos vartojimą internetu, aktyviai naudojami valstybės siūlomomis subsidijomis atsinaujinantiems ištekliams (Norvegijoje populiariu diegti geoterminius šilumos siurblius, Švedijoje – saulės kolektorius vandeniui). Renovacijos tempai šiose šalyse taip pat gana aukšti – Danija pasiekė apie 2 % pastatų fondo atnaujinimo per metus, o svarbu ir tai, kad didelė dalis renovacijų yra gilios (pastatai renovuojami iki aukštų A ar B klasių). Energijos nepritekliaus rodiklis Skandinavijoje yra vienas mažiausių ES – mažiau nei 2 % gyventojų teigia neišgalintys adekvačiai šildyti būsto, kai ES vidurkis ~7 % (2020 m. duomenys). Tai rodo, kad efektyvūs pastatai ir socialinė parama iš esmės išsprendė kuro nepritekliaus problemą. Žinoma, skandinavai susiduria su kitais iššūkiais – pavyzdžiui, dabar daug dėmesio skiriama pastatų visuotinio anglies pėdsako mažinimui (ne tik eksploatacijos, bet ir statybos medžiagų, proceso emisijoms). Norvegija ir Švedija jau reikalauja, kad statant didesnius pastatus būtų atliktas gyvavimo ciklo CO₂ įvertinimas, o ateityje planuojama nustatyti leistinas „įdėtojo anglies“ ribas. Tai dar vienas žingsnis aplinkos tvarumo link, kuriame šios šalys lyderiauja.

Lietuva lyginant su minėtomis šalimis užima vidutinę poziciją. Pagal Odyssee-Mure projekto duomenis, Lietuva pagal bendrą energijos intensyvumo rodiklį (galutinės energijos suvartojimas per BVP) yra tarp energingiausiai vartojančių trečdalis ES – 2022 m. Lietuva buvo 18-ta iš 27 šalių pagal efektyvumą (kai 1 būtų efektyviausia). Tai rodo, kad Lietuvos ekonomikoje ir buityje energijos naudojama palyginti daug (struktūriškai tam įtakos turi pramonės sandara, klimatas, bet taip pat ir istoriškai neefektyvūs pastatai). Pagal energinio efektyvumo gerėjimo tempus Lietuva pastarąjį dešimtmetį atsiliko – efektyvumo indeksų gerinimas buvo lėtesnis nei ES vidurkis, ir Odyssee vertinime pagal pažangą Lietuva buvo žemai - 25 vietoje. Tačiau svarbu pastebėti, kad šie rodikliai ilgainiui gerėja – ypač namų ūkių sektoriuje, kur pradėjus masinę renovaciją, energijos suvartojimas šildymui klimato korekcijomis mažėja. Pagal vienam būstui tenkantį šilumos suvartojimą Lietuva vis dar lenkia Skandinaviją ar Vokietiją, bet atsilieka nuo kai kurių Pietų šalių (kur šildymo poreikis mažas). Tai reiškia, kad Lietuvos pastatų šiltinimo lygis dar nėra toks geras kaip šiauriečių. Kita vertus, Lietuvos pažanga – per du dešimtmečius šildymo sąnaudos daugiabučiuose sumažėjo apie 50 %, rodo, kad kryptis teisinga [19].

Palyginus politines priemones, matyti, jog Lietuvos politika iš esmės atkartoja ES bendrą sistemą, kurią taip pat naudoja visos šalys, bet efektyvumo lyderės paprastai pasižymi didesniu nuoseklumu ir finansinės paramos mastu. Vokietija skyrė šimtus milijardų eurų – Lietuvos masteliais tai nesulyginama, Lietuvos renovacijos investicijos skaičiuojamos dešimtimis milijonų kasmet. Skandinavijos šalys pradėjo anksčiau – pavyzdžiui, Danija energijos taupymo reikalavimus statybai įvedė jau 1961 m. ir nuosekliai juos griežtino kas ~10 metų. Lietuvoje realiai griežti standartai atsirado tik apie 2010 m. (A klasė) ir vėl stipriai pakelti 2016–2021 m. (A+ ir A++). Taigi stebimas tam tikras laiko atotrūkis. Vis dėlto Lietuvos pranašumas yra galimybė perimti kitų šalių patirtį. Pavyzdžiui, kvartalinės renovacijos modelis (kai atnaujinama ne pavieniai namai, o visas kvartalas su infrastruktūra) sėkmingai taikomas Skandinavijoje ir Vokietijoje, dabar bandomas ir Lietuvoje (Vilniaus Šnipiškių rajone pilotinis projektas) [24]. Inovatyvios technologijos, tokios kaip modulinė (skydinė) renovacija, pasiteisino Olandijoje (Energiesprong programa) – Lietuva taip pat pradeda tai diegti kartu su ESTEP ir kitais partneriais. Taigi lyginamoji analizė rodo ne tik skirtumus, bet ir mokymosi galimybes.

Apibendrinant, Lietuva pagal energinio efektyvumo reguliavimą atitinka ES reikalavimus, tačiau pagal realius rodiklius dar vežasi efektyviausias valstybes. Skandinavijos šalių ir Vokietijos pavyzdžiai demonstruoja, kad reikalingas ne vien teisinis įpareigojimas, bet ir didelės investicijos bei visuomenės sąmoningumas. Lietuva dar turi rezervų tobulėti – didinti renovacijų mastą, skatinti gilesnę renovaciją, diegti daugiau inovacijų. Visgi, palyginus su kai kuriomis kitomis ES šalimis (pvz., pietinėmis), Lietuva yra sukūrusi renovacijos sistemą – turi veikiančią programą, nemažai modernizuotų būstų. Ateities uždavinys – pasiekti tokį energinio efektyvumo lygį, koks jau dabar būdingas Skandinavijai, ir tai padaryti greičiau, nei jiems užtruko (pasinaudojant šiuolaikinėmis technologijomis ir ES parama).

1.2.8. Skyriaus apibendrinimas

Apibendrinant galima teigti, kad politinis ir teisinis reguliavimas yra pagrindinė varomoji jėga, leidžianti užtikrinti sistemingą energijos vartojimo efektyvumo didinimą gyvenamajame sektoriuje. Be aiškių teisinių standartų ir valstybės intervencijos rinka nepajėgia įveikti struktūrinių kliūčių – didelių pradinių investicijų, informacijos stokos ir paskatų nesuderinamumo tarp savininkų ir vartotojų. Todėl ES ir nacionalinės politikos priemonės sukuria būtinas sąlygas, kad energinis efektyvumas taptų ne pavienio pasirinkimo, o visuotinio reguliavimo objektu.

ES mastu EVE įtvirtintas kaip vienas iš kertinių žaliųjų politikos tikslų. Tokie dokumentai kaip EED ir EPBD nustato aiškius rodiklius, privalomus visoms valstybėms narėms. Pagal naujausius reikalavimus iki 2030 m. gyvenamieji pastatai turi pasiekti bent E klasę, o iki 2033 m. – bent D, kartu užtikrinant spartų renovacijų tempą. Šiuos tikslus palaiko iniciatyva „Renovacijos banga“, kuri siekia iki 2030 m. renovuoti apie 35 mln. pastatų. Tokia sisteminė politika leidžia suvienodinti standartus visoje ES, nustatyti aiškias investavimo kryptis ir skatinti socialinį teisingumą – dalį sutaupymų privalu generuoti mažas pajamas turinčių gyventojų grupėse.

Lietuva šiuos tikslus perkelia į nacionalinį lygmenį per Nacionalinį energetikos ir klimato srities veiksmų planą (NEKSVP), Ilgalaikę pastatų renovacijos strategiją bei rengiamą Nacionalinį pastatų renovacijos planą. Šie dokumentai numato aiškius kiekybinius tikslus – iki 2030 m. sutaupyti 5–6 TWh pirminės energijos, o iki 2050 m. pasiekti klimatui neutralų pastatų fondą. Lietuvos teisinė bazė – ypač STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinis naudingumas“ – nustato aukštus standartus, pagal

kuriuos visi nauji pastatai privalo būti A++ klasės, o tai užtikrina, kad naujas pastatų fondas jau dabar būtų beveik nulinės energijos. Kartu reglamentuojami ir esamų pastatų energinio naudingumo sertifikavimo, audito bei priežiūros procesai, kurie didina rinkos skaidrumą ir informuotumą.

Finansinės priemonės – neatskiriama reguliavimo dalis. Daugiabučių atnaujinimo programa, lengvatinės paskolos per VIPA ir BETA, subsidijos už pasiektus energinio efektyvumo rodiklius bei kompensacijos mažas pajamas gaunantiems asmenims sukuria ekonominį mechanizmą, leidžiantį gyventojams įgyvendinti renovaciją realiomis sąlygomis. Šios priemonės ne tik sumažina energijos sąnaudas ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, bet ir duoda socialinę bei ekonominę naudą – sukuria darbo vietas, gerina gyvenimo kokybę, mažina energinį nepriteklių.

Tačiau kartu išlieka ir iššūkių – administraciniai procesai išlieka sudėtingi, trūksta kvalifikuotos darbo jėgos, o gyventojų požiūris į renovaciją dar ne visuomet palankus. Todėl politikos įgyvendinimas reikalauja nuolatinės sistemos tobulinimo: procedūrų skaitmenizavimo, informavimo kampanijų, naujų finansinių modelių (ESCO, žaliosios obligacijos) ir vietos savivaldos įgalinimo.

Apibendrinus galima teigti, kad Lietuvos ir ES energinio efektyvumo politika suformavo vientisą sistemą – nuo strateginių tikslų iki techninių normų ir finansinių paskatų. Ši sistema leidžia kryptingai judėti link 2050 m. tikslo – visiškai dekarbonizuoto, energiją taupančio ir socialiai teisingo pastatų fondo, o tolesnis progresas priklausys nuo gebėjimo efektyviai įgyvendinti jau priimtas priemones bei skatinti visuomenės įsitraukimą.

1.3. Gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklė Europos Sąjungoje ir Lietuvoje

1.3.1. Gyvenamųjų pastatų segmentas energijos vartojimo struktūroje

Gyvenamųjų pastatų sektorius yra vienas svarbiausių galutinių energijos vartotojų tiek ES, tiek Lietuvoje. Statistiniai duomenys rodo, kad pastatų energetikos poreikiai sudaro reikšmingą dalį visos energijos paklausos. Pavyzdžiui, ES pastatai sunaudoja apie 40 % visos pirminės energijos ir generuoja ~36 % anglies dioksido (CO₂) emisijų [25]. Iš galutinės energijos suvartojimo struktūros ES namų ūkiai (gyvenamieji pastatai) sudaro maždaug 25–26 % – tai antras pagal dydį sektorius po transporto (32 %) ir šiek tiek lenkia pramonę (24–25 %). Remiantis 2023 m. duomenimis, namų ūkių sektorius sudarė 26,3 % ES galutinio energijos vartojimo. Tai reiškia, jog maždaug ketvirtadalis galutinės energijos ES sunaudojama būtent gyventojų būstuose – daugiausia patalpoms šildyti, karštam vandeniui ruošti, elektros prietaisams ir apšvietimui [26].

Lietuvoje gyvenamųjų pastatų segmento reikšmė dar akivaizdesnė. 2022 m. namų ūkiai Lietuvoje suvartojo 28,4 % galutinės energijos (o 2021 m. šis rodiklis siekė net ~32,8 %). Transporto sektorius tais metais sudarė ~40,4 %, pramonė ~19,5 %, paslaugos ~11,8 % [27]. Taigi namų ūkiai yra antras pagal dydį energijos vartotojas Lietuvoje po transporto. Be to, pastatai apskritai (įskaitant gyvenamuosius ir negyvenamuosius) yra vienas didžiausių šiltnamio efektą sukeliančių dujų šaltinių. Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse, pastatų sektorius suvartoja apie 40% pirminės energijos ir yra reikšmingas ŠESD emisijų šaltinis. Dėl didelių energijos sąnaudų pastatuose susidaro ir didelės išlaidos jų eksploatavimui, o neefektyvūs būstai prisideda prie energetinio skurdo problemos. Lietuvoje energetinio nepritekliaus lygis siekia ~26,7 % – tai beveik 3 kartus viršija ES šalių vidurkį. Šis rodiklis atspindi gyventojų dalį, kuri negali pakankamai apšildyti savo būsto, ir parodo tiesioginį ryšį tarp pastatų energetinio neefektyvumo bei socialinių-ekonominių pasekmių.

Vertinant energijos vartojimo struktūrą būstuose, didžioji dalis tenkančios energijos skiriama šildymui. ES mastu apie 63–78 % namų ūkių galutinės energijos sudaro patalpų šildymas ir karšto vandens ruošimas. 2022 m. 63,5 % visos namų ūkių sektoriuje suvartotos energijos ES teko būsto šildymui. Likusią dalį sudaro elektros energija apšvietimui ir prietaisams (~14 %), vandens šildymas (~15 %), maisto gaminimas (~6 %) ir kiti poreikiai [28]. Lietuvoje klimatas yra gana šaltas, šildymo sezonas trunka ~180–190 dienų per metus, todėl šildymui tenka ypač didelė dalis energijos sąnaudų. Skaičiuojama, kad apie 40 % Lietuvoje pagaminamos šilumos energijos sunaudoja būtent gyvenamųjų namų šildymas. Dėl to namų ūkių šilumos poreikis Lietuvoje yra vienas didžiausių ES, o išlaidos šildymui – didžiausios palyginti su kitomis šalimis. Tai pabrėžia energinio efektyvumo didinimo gyvenamuosiuose pastatuose svarbą siekiant sumažinti energijos vartojimą ir gyventojų patiriamas išlaidas.

Apibendrinant, gyvenamųjų pastatų segmentas užima reikšmingą vietą bendroje energijos vartojimo struktūroje. Tiek ES, tiek Lietuvoje maždaug ketvirtadalis–trečdalis visos galutinės energijos tenka būtent namų ūkiams. Dėl žemos daugelio pastatų energinės kokybės ši dalis išlieka didelė, o šildymo poreikis yra esminis veiksnys. Todėl siekiant mažinti energijos vartojimą ir emisijas, būtina analizuoti ir gerinti gyvenamųjų pastatų energinį efektyvumą.

1.3.2. Statybos amžius ir pastatų energinė klasė Europoje ir Lietuvoje

Vienas pagrindinių gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo rodiklių yra jų statybos laikotarpis ir atitinkama energinė klasė. Europoje didelė dalis pastatų fondo yra pasenusi – apie 35% ES pastatų yra vyresni nei 50 metų, t. y. pastatyti iki ~1970 m., o beveik 75% pastatų yra energetiškai neefektyvūs. Tai reiškia, kad trys ketvirtadaliai pastatų neatitinka šiuolaikinių energinio naudingumo reikalavimų (dažniausiai priskiriami žemesnėms nei C energinėms klasėms) ir juose sunaudojama perteklinė energija šildymui bei kitoms reikmėms. Tuo tarpu kasmet atnaujinama (renovuojama) tik labai nedidelė dalis pastatų – apie 0,4–1,2% pastatų fondo per metus. Dėl tokio lėto atsinaujinimo daugelis senų, neekonomiškų pastatų vis dar eksploatuojami, o tai stabdo bendrą energinio efektyvumo pažangą ES [25].

Lietuvos gyvenamųjų pastatų fondas pasižymi itin senomis statybomis, ypač daugiabučių sektoriuje. Maždaug 75% gyvenamųjų pastatų Lietuvoje (įskaitant daugiabučius ir individualius namus) pastatyti iki 1993 m. ir priskiriami žemesnei nei C energinio naudingumo klasei. Dar detalesnė statistika gaunama vertinant daugiabučius namus: net 85–89% Lietuvos daugiabučių pastatų buvo pastatyta iki 1992 m. Tai apima tiek tarpukario ir ankstesnį laikotarpį (~4% daugiabučių pastatyti iki 1900 m., ~30% – 1901–1960 m.), tiek sovietmečiu statytus namus (~55% pastatyti 1961–1992 m.). Po 1993 m. pastatyta labai nedaug daugiabučių – apie 11% (iš jų vos 4,5% tenka 1993–2005 m. laikotarpiui, ~3% – 2006–2013 m., ~3,5% – 2014–2019 m.). Šie duomenys aiškiai rodo, kad Lietuvos gyvenamųjų pastatų fondas yra senas ir didžioji jo dalis buvo statyta tais laikais, kai energinio efektyvumo standartai nebuvo taikomi. Apie 75% viso pastatų ploto Lietuvoje pastatyta iki 1992 m., kuomet pastatams nebuvo keliami jokie energinio naudingumo reikalavimai. Dėl to šie pastatai šiandien neatitinka šiuolaikinių standartų, dauguma jų priskirtini D arba dar žemesnei klasei, ir jie suvartoja apie 78% visos pastatų sektoriaus pirminės energijos. Tai reiškia, kad energetiškai neefektyvi senų pastatų dalis „suvalgo“ neproporcingai didelę energijos dalį [29].

Pastatų energinė klasė yra kokybinis rodiklis, nusakantis pastato energijos vartojimo efektyvumą. Pagal Statybos techninį reglamentą Lietuvoje pastatai priskiriami klasėms nuo A++ (labai efektyvūs)

iki G (neefektyvūs). Daugumos senų pastatų energinė klasė yra žema (D, E, F ar G), nes statybos metu nebuvo izoliuotos atitvaros, efektyvių inžinerinių sistemų. Nuo 2016 m. Lietuvoje naujai statomiems pastatams laipsniškai įvesti aukšti reikalavimai: 2016–2018 m. – ne žemesnė kaip A klasė, vėliau A+ ir galiausiai nuo 2021 m. – A++ klasė (beveik nulinės energijos pastatai). Todėl nauji pastatai pasižymi gerokai geresniu energiniu naudingumu. Vis dėlto, bendrame pastatų fonde naujų pastatų dalis maža, o vyrauja senesni statiniai su žema klase.

Remiantis Lietuvos ilgalaikės renovacijos strategijos duomenimis, net ~76% Lietuvos daugiabučių priskiriami žemiausioms energinio naudingumo klasėms (D–G) [29]. Žemiau pateiktoje lentelėje pateikiamas Lietuvos daugiabučių pasiskirstymas pagal energines klases: [29]

1.1 lentelė. Lietuvos daugiabučių pasiskirstymas pagal energines klases, 2021

Energijos naudingumo klasė	Daugiabučių skaičius (vnt.)	Dalys,%
A++	7	0,0%
A+	72	0,1%
A	263	0,9%
B	4 393	11%
C	5 146	12%
D ir žemesnės (E, F, G)	31 140	76%
Iš viso	41 021	100%

Lentelės duomenys iliustruoja, kad absoliuti dauguma daugiabučių (per 3/4) Lietuvoje priskiriami žemesnėms nei C klasėms. Tik apie ketvirtadalis daugiabučių pasiekia C arba aukštesnę klasę (daugiausia tai renovuoti senesni namai arba naujos statybos projektai). Panaši situacija ir individualių gyvenamųjų namų segmente – dauguma jų statyti iki 1990 m. ir neturi pakankamos šiluminės varžos. Pažymėtina, kad iki 1993 m. statytiems namams išvis nebuvo taikomi energinio efektyvumo normatyvai, todėl jie šiandien beveik visi patenka į D–G klases.

Europos mastu energinio naudingumo klasifikacija šalyse gali skirtis, tačiau tendencijos panašios – didelė dalis gyvenamųjų pastatų turi žemus energinio naudingumo įvertinimus. Šalyse, kur anksti įdiegti statybos energetiniai reglamentai (pvz., Skandinavijoje, Vokietijoje), situacija kiek geresnė, nes nemaža dalis senesnių pastatų buvo renovuoti ar turi bent vidutinį energetinį lygį. Vis dėlto, net ir tose šalyse vis dar daugiau nei pusė pastatų laikomi energetiškai neefektyviais pagal šiuolaikinius standartus [25]. Pavyzdžiui, Vokietijoje didelė dalis būsto fondo statyta iki pirmųjų šiluminės izoliacijos normų (1977 m.), Lenkijoje ir kitose Rytų Europos šalyse – iki 1990 m. (sovietmečio daugiabučiai). Tuo tarpu Skandinavijos šalys pradėjo griežtinti pastatų izoliaciją dar 7-ajame dešimtmetyje, be to, plačiai paplitęs centralizuotas šildymas ir pastatai dažnai renovuoti – todėl jų vidutinė pastatų šiluminė kokybė geresnė. Pavyzdžiui, Švedijoje virš 49% būstų šildymo energijos poreikio patenkinama centralizuotai tiekiamą šilumą (dažnai iš atsinaujinančių šaltinių), Danijoje ~41%, o Lietuvoje centralizuotas šildymas taip pat reikšmingas daugiabučiuose (biokuro, dujų katilinės), tačiau individualiuose namuose dar nemažai naudojama kietojo kuro. Lenkijoje apie 28% būstų šildymo vis dar sudaro kietasis kuras (anglis) – tai didžiausia dalis ES, atspindinti ten vyraujančio senų neefektyvių katilų ir prastos izoliacijos problemą. Taigi statybos amžius tiesiogiai

susijęs su energine klase: daugelyje ES šalių vyrauja seni pastatai su žema energine klase, o naujos statybos sudaro nedidelę, nors ir sparčiai augančią, dalį [28].

Apibendrinant, tiek Europoje, tiek Lietuvoje gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklę lemia vyraujantis senų, energetiškai neefektyvių pastatų fondas. Lietuvoje situacija itin ryški – absoliuti dauguma būstų pastatyti iki 1993 m. ir neatitinka šiuolaikinių energinio naudingumo reikalavimų (priskiriami D ar žemesnėms klasėms). ES kontekste ~75% pastatų taip pat laikomi neefektyviais. Šie faktai pabrėžia didelį renovacijos ir pastatų atnaujinimo potencialą, siekiant pagerinti energinį naudingumą ir sumažinti energijos švaistymą.

1.3.3. Statistinių duomenų analizė

Išsamiau nagrinėjant gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklę, verta remtis statistiniais rodikliais (Eurostat, BETA, SPSC ir kt.) apie šilumos energijos suvartojimą, CO₂ emisijas bei pastatų tipų pasiskirstymą. Šie duomenys leidžia kiekybiškai įvertinti problemos mastą ir stebėti pokyčius.

1.3.3.1. Šilumos energijos vartojimas namų ūkiuose

Kaip minėta, šildymas sudaro pagrindinę namų ūkių energijos vartojimo dalį. Vidutiniškai ES namų ūkiuose vienam būstui tenkanti šilumos energijos (erdvės šildymo) sąnauda 2022 m. siekė apie 63,5% bendro suvartojimo [28]. Klimato sąlygos ir pastatų būklė lemia reikšmingus skirtumus tarp šalių. Pagal Eurostat duomenis, šildymo energijos sąnaudos (klimatinėmis sąlygomis pakoreguotos) vienam būsto kvadratiniam metrui šiaurės ir vakarų Europoje vidutiniškai yra mažesnės nei Rytų Europoje – tai sietina su geresne pastatų izoliacija ir modernizacija Vakaruose. Lietuvoje 2022 m. vidutinės šilumos energijos sąnaudos vienam būsto kvadratiniam metrui buvo ~9,78 koe/m², t. y. apie 114 kWh/m² per metus. Nors per pastaruosius ~20 metų šis rodiklis sumažėjo ~29% (dėl renovacijos ir efektyvesnio šildymo), jis vis dar aukštas. Palyginimui, Skandinavijos šalyse, kur daugelis namų gerai apšiltinti, specifinės šildymo sąnaudos gali būti ~70–100 kWh/m² per metus, o Vakarų Europoje (pvz., Vokietijoje, Prancūzijoje) – ~100–120 kWh/m². Rytų Europos šalyse (Lenkijoje, Latvijoje) rodikliai panašūs į Lietuvos ar net aukštesni, ypač nerenovuotuose daugiabučiuose. Senos statybos daugiabučiai Lietuvoje vidutiniškai sunaudoja apie 150–180 kWh/m² šilumos per metus, tuo tarpu po renovacijos šis poreikis paprastai sumažėja iki ~50–70 kWh/m². Tai atitinka 45–65% sutaupymą energijos. Taigi statistiškai patvirtinama, kad renovacija reikšmingai sumažina šilumos energijos vartojimą pastatuose [19].

1.3.3.2. CO₂ emisijos ir energijos ištekliai

Gyvenamųjų pastatų suvartojama energija tiesiogiai daro įtaką ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijoms. ES mastu, kaip minėta, pastatų sektorius (gyvenamieji + negyvenamieji) sukuria apie 36% visų CO₂ emisijų [25]. Namų ūkių išmetamos emisijos kyla daugiausia dėl šildymo kuro (dujų, skystojo kuro, anglies) deginimo bei elektros energijos gamybos, jei ji gaminama iš iškastinio kuro. Lietuvoje situacija kiek kitokia dėl naudojamų kuro rūšių struktūros: daugiabučių namų šildyme vyrauja centralizuotai tiekiamą šilumą, kurią gaminant pastaraisiais metais vis didesnė dalis kuro yra biokuras (medienos skiedros, granulės) ir mažesnė – gamtinės dujos. Biokuras laikomas CO₂ neutralus degimo metu, todėl centralizuoto šildymo CO₂ emisijos Lietuvoje sumažėjo (pvz., Vilniaus, Kauno, kitų miestų katilinėse perėjus nuo mazuto ir dujų prie biokuro). Vis dėlto individualiuose namuose daug šildoma iškastiniu kuru – dujomis, anglimi, durpėmis arba dyzeliniu kuru, ypač kaimo vietovėse. Dėl to gyvenamųjų namų segmentas vis dar prisideda prie teršalų emisijų. 2019 m.

duomenimis, namų ūkių sektorius Lietuvoje (įskaitant tiesioginį kuro deginimą namų ūkiuose) buvo atsakingas už ~17% visų energetikos sektoriaus CO₂ emisijų. Tačiau įvertinus netiesiogines emisijas (pvz., dėl elektros importo) bei biomase kūrenamų įrenginių taršą (kietųjų dalelių, CO emisijas), akivaizdu, kad būsto sektoriaus modernizavimas padėtų reikšmingai mažinti aplinkos taršą.

Eurostat duomenys taip pat parodo įvairių kuro rūšių naudojimą namų ūkių sektoriuje skirtingose šalyse. Pvz., vidutiniškai ES namų ūkių energijos struktūroje 2022 m.: ~30,9% sudarė gamtinės dujos, ~25,1% elektra, ~22,6% atsinaujinantys išteklių ir atliekos, ~10,9% naftos produktai, ~8,2% centralizuotai tiekiamas šiluma, ~2,3% kietas kuras. Lietuvoje namų ūkių sektoriuje energijos struktūra kitokia: apie 45% šilumos būstams tiekiamas centralizuotai (miestuose), ~20–25% sudaro biokuras (malkos, granulės privačiuose namuose), ~20% elektros energija (elektriniai prietaisai, šildytuvai), ~10–15% dujos ir skystas kuras. Anglies naudojimas individualių namų šildymui pastaruoju metu sumenko, tačiau kai kuriuose regionuose tebėra (Lenkijoje šis rodiklis, kaip minėta, siekia ~19,8% namų ūkių energijos). Toks kuro mišinys lemia ir skirtingą CO₂ intensyvumą: pvz., Švedijos ir Danijos būsto sektoriaus emisijos nedidelės, nes didžioji dalis šilumos tiekiamas centralizuotai iš atsinaujinančių šaltinių, tuo tarpu Vokietijoje ir Lenkijoje namų ūkiai išmeta daugiau CO₂ dėl plataus dujų ir anglies naudojimo šildymui [28].

1.3.3.3. Pastatų tipai ir jų ypatumai

Lietuvos būsto fondą sudaro dvi pagrindinės kategorijos: daugiabučiai namai ir individualūs (vieno ar dviejų butų) namai. Pagal Nekilnojamojo turto registro duomenis 2019 m., Lietuvoje buvo registruota apie 661 tūkst. pastatų, kuriems taikomi energinio naudingumo reikalavimai. Iš jų didžiąją dalį sudaro gyvenamosios paskirties pastatai. Daugiabučių gyvenamųjų namų priskaičiuojama apie 41 tūkst. visoje šalyje [29]. Juose yra apie 800 tūkst. butų, kuriuose gyvena per 66% Lietuvos gyventojų. Individualių gyvenamųjų namų (vienbučių ir dvibučių) skaičius viršija 500 tūkst. – šiame segmente gyvena ~34% gyventojų. Taigi, nors daugiabučių yra kiekybiškai mažiau, juose susikonglomeravusi dauguma populiacijos, be to, daugiabučiai sunaudoja labai didelę dalį centralizuotai pagamintos šilumos. Statistiniai duomenys rodo, kad daugiabučiai namai suvartoja apie 63% visos pastatų sektoriaus energijos Lietuvoje, o likusi dalis tenka individualiems namams bei negyvenamiesiems pastatams. Tai susiję su tuo, kad daugiabučių plotas sudaro reikšmingą pastatų fondo dalį, be to, jų šildymas dažnai centralizuotas. Individualių namų sektoriuje energijos vartojimas tenka daugiausia atskiroms šildymo sistemoms (katilams), kurie dažnai mažiau efektyvūs nei miesto šilumos tinklai.

Kalbant apie energinio naudingumo klases, daugiabučių namų sektorius yra šiek tiek geriau pažengęs energinio efektyvumo srityje nei individualių namų. Taip yra todėl, kad pastaruosius ~15 metų daug dėmesio skirta būtent daugiabučių renovacijai (valstybės remiama programa), tuo tarpu individualių namų savininkai renovuojasi savanoriškai ir lėčiau. Būsto energijos taupymo agentūros duomenimis, vidutinė renovuotų daugiabučių energinė klasė pasiekia B arba C (nuo buvusios E/F), tuo tarpu individualių namų nemaža dalis išlieka nerenovuoti (D–G klasės). SPSC (Statybos produkcijos sertifikavimo centro) informacija apie išduotus energinio naudingumo sertifikatus rodo, kad naujai statomi namai gauna A+/A++ klasių sertifikatus, renovuoti pastatai – dažniausiai B arba C, o visi senos statybos, neatnaujinti namai iš esmės patenka į D, E ar žemesnes klases. Deja, oficiali bendra statistika apie visų individualių namų klasių pasiskirstymą nėra išsamiai kaupiama, tačiau galima

numanyti, kad vaizdas panašus į daugiabučių – absoliuti dauguma būtų priskirta žemiausioms klasėms, išskyrus nedidelę dalį naujos statybos.

Apibendrinant statistinių duomenų analizę: Lietuvoje gyvenamųjų pastatų šilumos suvartojimas išlieka aukštas, ypač senuose namuose, tačiau renovacija palaipsniui jį mažina. CO₂ emisijų požiūriu, perėjimas prie biokuro centralizuotame šildyme sumažino pastatų sektoriaus taršą, tačiau individualių namų emisijos (dėl iškastinio kuro naudojimo) lieka aktualios. Pastatų tipų analizė parodo, kad didžiausią energijos vartojimo dalį generuoja daugiabučiai namai, kuriuose gyvena dauguma gyventojų. Dėl to būtent daugiabučių modernizavimas duoda didžiausią statistinį efektą taupant energiją. Kita vertus, individualių namų sektorius neturėtų būti pamirštas, nes jame vis dar suvartojama reikšminga dalis kuro (dažnai neefektyviai) ir kyla taršos problemų (pvz., smogas žiemos metu dėl kūrenamos anglies ar prastos kokybės kietojo kuro).

1.3.4. Renovacijos apimtys ir energinio efektyvumo gerinimas

Atsižvelgiant į seną pastatų fondą ir aukštą energijos sąnaudas, ES ir Lietuva pastaraisiais dešimtmečiais vykdo įvairias pastatų renovacijos programas, skirtas energiniam efektyvumui gerinti. Renovacijos (modernizacijos) apimtys bei jų poveikis energijos vartojimui yra esminis rodiklis vertinant pažangą šiame sektoriuje.

ES strateginiame lygmenyje iškelti reiklūs tikslai pastatų renovacijai. Europos Komisija inicijavo vadinamąją „Renovacijos bangą“ (angl. *Renovation Wave*), siekdama per artimiausius dešimtmečius dvigubai padidinti metinį pastatų renovacijos tempą. Tai reiškia, kad renovacijos rodiklis ES turėtų pakilti nuo dabartinių ~1% iki ~2–3% per metus. Skaičiavimai rodo, kad paspartinus pastatų atnaujinimą, ES galėtų sumažinti visos energijos suvartojimą ~5–6% ir CO₂ emisijas ~5%. Šiuo metu tik 0,4–1,2% pastatų fondo ES atnaujinama kasmet, todėl reikšmingas progreso pasiekimas reikalauja valstybių narių pastangų investuoti į renovaciją. Be to, 2021 m. sugriežtinta EPBD numato, kad nauji pastatai turi būti beveik nulinės energijos, o esamus neefektyvius pastatus laipsniškai reikia atnaujinti iki aukštesnės klasės per ateinančius dešimtmečius. ES finansuoja daugybę programų (pvz., ELENA, JESSICA, nacionalinius klimato fondus) tam, kad miestai ir gyventojai galėtų modernizuoti būstus. Renovacijos poveikis energiniam efektyvumui akivaizdus: dažnai sutaupoma 50% ir daugiau šilumos energijos, pagerėja patalpų mikroklimatas, didėja turto vertė [25].

Valstybiniai strateginiai dokumentai numato tolesnį renovacijos mastų augimą. Ilgalaikėje nacionalinio pastatų fondo atnaujinimo strategijoje iškelta siekiamybė iki 2050 m. modernizuoti ~440 tūkst. pastatų (apie 74% viso pastatų fondo) – tam, kad pastatų sektorius taptų visiškai nepriklausomas nuo iškastinio kuro ir neutralus CO₂ atžvilgiu [16]. Tarpiniai tikslai: nuo 2021 m. iki 2030 m. planuojama atnaujinti apie 9 882 daugiabučius (taip pat ~714 viešosios paskirties pastatų). Tai reikštų, kad per dešimtmetį renovacijų skaičius turi kelis kartus išaugti palyginti su 2010-ųjų reikšmėmis. Pasiiekti šiuos rodiklius nėra triviale – BETA duomenimis, 1998–2021 m. iš viso renovuoti 3 855 daugiabučiai (įskaitant savivaldybių projektus), o 2022 m. papildomai renovuota ~583 daugiabučiai. Iš viso iki 2022 m. pabaigos Lietuvoje buvo atnaujinti apie 4 438 daugiabučiai. Tai gerokai atsilieka nuo anksčiau planuoto užmojo (pvz., 2004 m. Vyriausybės nutarimu buvo siekta renovuoti 70% iki 1993 m. statytų daugiabučių iki 2020 m. – realiai pavyko tik ~11%). Tačiau pastaraisiais metais renovacijos tempas vėl didėja, ypač išaugus energijos kainoms ir atsiradus papildomam finansavimui (Naujos kartos Lietuva plano lėšos, klimato fondo lėšos). 2023 m.

paskelbti papildomi kvietimai renovacijai kvartalais (kompleksiškai atnaujinant ištikus daugiabučių kvartalus). Taip siekiama padidinti masto ekonomiją ir paspartinti procesą [29].

Renovacijos nauda energiniam efektyvumui yra gerai dokumentuota. Būsto energijos taupymo agentūros skaičiavimais, per 2014–2020 m. įgyvendintus daugiabučių modernizavimo projektus kaupiamasis sutaupyta energijos kiekis siekia ~2 983 GWh (arba 2,98 TWh). Tai reiškia, kad dėl atliktų renovacijų kasmet sutaupoma šimtai gigavatvalandžių šilumos, kurios nebereikia pagaminti katilinėse. Finansine išraiška, renovuoti daugiabučiai gyventojams leidžia sutaupyti milijonus eurų sumažėjusių sąskaitų pavidalu. Be to, modernizuoti pastatai pasižymi komfortiškesnėmis gyvenimo sąlygomis (dingsta skersvėjai, pelėsis, tolygesnė šiluma per visą butą), ilgėja pastatų eksploatacijos trukmė, didėja turto vertė nekilnojamojo turto rinkoje. Socialiniu požiūriu, renovacija mažina energetinį nepriteklių – žmonės gali lengviau apmokėti sąskaitas už šildymą, valstybėms mažėja kompensacijų nepasiturintiems poreikis [19].

Pažymėtina, kad be daugiabučių programos, Lietuvoje pastaruoju metu pradėtos skatinti ir individualių namų renovacijos. Nuo ~2020 m. Aplinkos projektų valdymo agentūra (APVA) skelbia kvietimus teikti paraiškas dalinei kompensacijai už individualių namų modernizavimą – pvz., apšiltinimą, saulės elektrinių įsirengimą, katilų keitimą efektyvesniais. Nors kol kas renovuotų individualių namų skaičius nedidelis palyginti su jų bendru skaičiumi, ši kryptis svarbi siekiant kompleksiškai gerinti viso būsto fondo efektyvumą.

ES šalių patirtis renovacijoje skiriasi, bet visos susiduria su panašiais iššūkiais – techniniais, finansiniais, gyventojų įtraukties. Šalys, tokios kaip Vokietija ir Prancūzija, turi ilgametes finansines paramos schemas (pigius kreditus, subsidijas per KfW banką Vokietijoje ir pan.), todėl ten renovacijos mastai absoliučiais skaičiais dideli. Pavyzdžiui, Vokietijoje 2010–2020 m. kasmet buvo modernizuojama ~1–2% būsto fondo; daug dėmesio skirta stogų šiltinimui, langų keitimui ir katilinių modernizavimui. Lenkija pastaruoju metu taip pat stiprina daugiabučių renovaciją (ypač didžiuosiuose miestuose yra atnaujinta nemažai sovietmečio blokinių namų, diegiami efektyvesni šilumos punktai). Tačiau Lenkijoje didelis iššūkis – individualių namų šildymo modernizavimas (perėjimas nuo anglies prie švaresnių technologijų). Skandinavijos šalys daug savo seno būsto fondo atnaujino dar XX a. pabaigoje; jos pasižymi aukšta statybos darbų kokybe ir inovacijomis (Švedijoje plačiai paplitę šilumos siurbliai, Norvegijoje – elektrinis šildymas iš atsinaujinančios elektros, Danijoje – griežti pastatų energiniai kodeksai). Todėl jose energijos suvartojimas vienam būstui yra mažesnis. Visgi net ir šios šalys kelia tikslus modernizuoti likusius neefektyvius pastatus (pvz., daugelis 1960–1970 m. statytų daugiabučių Skandinavijoje dabar toliau renovuojami, diegiant pasyvius standartus).

Apibendrinant, renovacijų apimtys Lietuvoje ir Europos Sąjungoje auga, tačiau kol kas nėra pakankamos esminiam lūžiui pasiekti. Lietuvoje atnaujinta apie 4,9 tūkst. daugiabučių iš ~40 tūkst. – didelė dalis darbo dar priešakyje. Visos ES mastu tikslas – renovuoti tris ketvirtadalius esančių pastatų iki 2050 m. – reikalauja tempo padvigubinimo. Renovacijų kokybė taip pat svarbi: diegiant geriausias prieinamas technologijas (šilumos siurblius, saulės kolektorius, rekuperaciją), galima pasiekti aukščiausias energines klases ir dar labiau sumažinti energijos vartojimą. Energinio efektyvumo gerinimas renovuojant pastatus yra vienas ekonomiškai naudingiausių būdų mažinti šiltnamio efektą sukeliančias dujas ir priklausomybę nuo importuojamo kuro, kartu gerinant gyventojų gyvenimo sąlygas.

1.3.5. Lyginamoji Lietuvos ir ES šalių analizė

Siekiant įvertinti Lietuvos gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklę platesniame kontekste, atliekamas palyginimas su kitų ES šalių situacija. Analizei pasirenkamos Vokietija, Lenkija ir kelios Skandinavijos valstybės (pvz., Švedija, Danija), apžvelgiant jų rodiklius bei patirtį šioje srityje.

Vokietijoje būsto fondas gana senas – daug pastatų statyti prieš Antrąjį pasaulinį karą arba pokariu. Apie 44% Vokietijos būstų buvo pastatyti iki 1978 m., kai įsigaliojo pirmasis šilumos izoliacijos įstatymas. Vis dėlto Vokietija nuosekliai renovuoja senus pastatus nuo 9-ojo dešimtmečio, todėl nemaža dalis jų pagerinti. Lenkijoje didžiąją dalį miestų daugiabučių sudaro 1960–1990 m. statyti gelžbetoniniai blokiniai namai (analogai lietuviškiems „chruščioviniams“ ir „blokiniams“ daugiabučiams). Dalis jų renovuota per pastaruosius 15 metų, tačiau kaimiškose vietovėse tebėra daug senų medinių ar mūrinių namų su menka šilumos izoliacija. Skandinavijos šalių (pvz., Švedijos) būsto fondas taip pat turi pokario statybų bumą (Švedijos „Milijono programos“ daugiabučiai 1965–1974 m.), bet šios šalys anksčiau pradėjo juos atnaujinti. Apskritai, Skandinavijoje apie 35% pastatų vyresni nei 50 metų, panašiai kaip ES vidurkis, tačiau šie pastatai dažnai yra geriau prižiūrėti arba jau modernizuoti [25].

Vienas svarbus palyginimo kriterijus – namų ūkių galutinės energijos suvartojimas vienam gyventojui ar būstui. Pagal Eurostat, vidutinis namų ūkio galutinės energijos suvartojimas ES (įskaitant šildymą, elektrą ir kt.) sudaro ~1,5 toe per metus vienam būstui (tai ~17 MWh). Lietuvoje šis rodiklis šiek tiek mažesnis – apie 1,3–1,4 toe (dėl mažesnio vidutinio būsto ploto ir šiltesnio klimato palyginti su Skandinavija) [19]. Vokietijoje namų ūkių energijos vartojimas vienam gyventojui yra panašus į ES vidurkį arba kiek aukštesnis, nes nors pastatai efektyvesni už Rytų Europą, klimatas vėsesnis nei Pietų Europoje ir būstų plotai didesni. Lenkijoje dėl energetiškai prastesnių namų ir vis dar paplitusio neefektyvaus šildymo, namų ūkio energijos poreikis yra aukštas; pavyzdžiui, Lenkijos namų ūkių galutinės energijos intensyvumas (kWh per m²) yra vienas didesnių ES. Skandinavijos šalių namų ūkių energijos vartojimas, paradoksalu, nėra daug mažesnis už ES vidurkį – nors pastatai efektyvūs, tačiau ilgas šildymo sezonas ir aukštas komforto lygis (didesnis plotas vienam gyventojui, aukštesnė temperatūra patalpose) lemia nemažą suvartojimą. Vis dėlto Skandinavijoje labai didelė dalis energijos namams tiekama iš švarios energijos: pvz., Norvegijoje beveik visa namų ūkių elektra – iš hidroelektrinių (daugelis namų šildomi elektra ar šilumos siurbliais), Švedijoje ir Danijoje – centralizuotas šildymas iš biokuro, atliekų, šilumos siurblių ir kt. Danijoje ~65% vandens šildymo poreikio namuose padengia centralizuota šiluma, panaši tendencija su erdvės šildymu. Lenkijoje ~30% būstų šildoma anglimi (kaip minėta, 28,5% – didžiausias solidžių kuro naudojimas ES), tai lemia dideles CO₂ emisijas ir smogo problemas. Vokietijoje ~50% būstų šildoma dujomis, ~25% – centralizuotai (dalis kogeneracijos, dalis – anglis/dujos), ~14% – šilumos siurbliais ir elektra, likusi dalis – skystu kuru ar biomase. Lietuvoje, palyginti, ~50% būstų (daugiabučiai) šildomi centralizuotai (dabar daugiausia biokuru, todėl CO₂ emisijos mažesnės), ~30% – malkomis ar granulėmis (kaimuose, miesteliuose), ~20% – dujomis ir elektra. Šie skirtumai rodo, kad Lietuva ir Lenkija dar tik pereina nuo iškastinio kuro prie atsinaujinančių bei efektyvių technologijų, o Skandinavija jau senokai tą padariusi, Vokietija – viduryje kelio (šiandien aktyviai skatina šilumos siurblius vietoje dujinių katilų) [28].

Skirtingose šalyse energinio naudingumo sertifikavimo sistemos yra nacionalinės, tačiau galima palyginti bendras tendencijas. Lietuvoje, kaip aptarta, ~76% daugiabučių yra D klasės ir žemesni

[29]. Lenkijoje pagal įvairius vertinimus, daugiau nei 70% gyvenamųjų pastatų taip pat galėtų būti priskirti žemesnėms klasėms (C ir žemesnėms), nes dauguma statyti prieš 1989 m. ir menkai renovuoti. Vokietijoje atlikus nacionalinį pastatų energijos auditą paaiškėjo, kad apie ~50% gyvenamųjų pastatų atitinka C ar aukštesnę klasę, o likusieji ~50% – D ir žemiau. Tai geresnė padėtis nei Lietuvoje, bet vis tiek reiškia, kad pusė būsto fondo Vokietijoje vis dar neefektyvus (daugiausia kaimo vietovių namai, senos blokinės statybos). Skandinavijoje oficialių klasių palyginimas sudėtingas, tačiau žinoma, kad po 1970 m. statyti namai ten paprastai turėjo geresnę izoliaciją. Švedijoje vyriausybės vertinimu, apie 75% pastatų vis tiek laikomi nepakankamai efektyviais (daugiausia dėl senų daugiabučių iš „Milijono programos“, reikalaujančių renovacijos) [30]. Kitaip tariant, nė viena ES šalis dar nepasiekė, kad didžioji dalis jų būsto fondo būtų A arba B klasės – neefektyvių pastatų problema universali.

Vokietija nuo seno garsėja aktyvia būsto renovacija: valstybinis KfW bankas suteikė milijardus eurų lengvatinių paskolų energetiniam modernizavimui. Dėl to daugelis vokiečių daugiabučių turi naujus langus, apšiltintas sienas. Metinis renovacijos tempas Vokietijoje siekia ~1–1,5%, šiek tiek virš ES vidurkio. Lenkija naudoja ES fondų paramą – per 2014–2020 m. struktūrinius fondus investavo į daugiabučių atnaujinimą, tačiau pradinė bazė buvo labai žema, tad renovacijos tempas apie 1% per metus. Lenkija turi ir specialią programą „Švarus oras“, skirtą individualių namų katilų keitimui ir namų apšiltinimui. Skandinavijoje didelė renovacijų dalis vyko 9–10 dešimtmečiuose; pavyzdžiui, Danija po 1973 m. naftos krizės įvedė griežtus energijos taupymo reikalavimus ir subsidijas izoliacijai – todėl šiandien dauguma senų daniškų namų turi bent dalinę šilumos izoliaciją. Švedija per pastaruosius 20 metų atnaujino tūkstančius „Milijono programos“ daugiabučių, diegdama naujas vėdinimo sistemas, fasadų šiltinimą. Lietuva čia išsiskiria tuo, kad pradėjo renovacijos programą gana vėlai (dešimtmečiu ar dviem vėliau nei Vakarų Europa) ir turi labai didelį senų pastatų procentą, todėl nepaisant paskutinių metų pasistūmėjimo, išlieka atsilikimas pagal renovuoto būsto dalį. Kaip minėta, Lietuvoje renovuota ~12% daugiabučių, tuo tarpu Vokietijoje šis rodiklis vertintinas keliomis dešimtėmis procentų (nes renovacijos vyko palaipsniui ilgą laiką). Tai nulemia ir energinio efektyvumo rodiklių skirtumus šalių mastu.

Įdomus aspektas – kokią dalį savo pajamų gyventojai išleidžia būsto energijai (šildymui, elektrai). Kaip minėta anksčiau, Lietuvoje namų ūkių išlaidos šildymui yra vienos didžiausių ES (2021 m. duomenimis, vidutiniškai apie 1,4% BVP tenka būsto šildymo išlaidoms, o tai kone 10 kartų daugiau, nei ES vidurkis pagal kai kuriuos rodiklius)[29]. Skandinavijoje tiesioginio energetinio nepritekliaus problema mažesnė – nors šildymas brangus, gyventojų pajamos didesnės ir būstai efektyvesni. Vokietijoje pastaraisiais metais, kylant dujų kainoms, taip pat išryškėjo energinio nepritekliaus klausimas, bet valstybė taiko kompensacijas ir vokiečių būstai yra geriau izoliuoti, tad situacija labiau valdoma. Lenkijoje dėl menkesnio renovacijos lygio ir žemesnių pajamų energetinis skurdas ypač juntamas tarp kaimo gyventojų – daugelis negali sau leisti pereiti prie efektyvesnių šildymo būdų, nors patiria dideles išlaidas kurui.

Lietuva ir Lenkija, kaip pokomunistinės šalys, paveldėjo labai neefektyvų pastatų fondą ir nors deda pastangas jį modernizuoti, vis dar atsilieka nuo Vakarų Europos pagal pasiektą energinio efektyvumo lygį. Vokietija reprezentuoja ekonomiškai pajėgią šalį, kuri jau sumažino problemos mastą per ilgalaikes renovacijas, tačiau vis dar turi daugybę senų pastatų, kuriuos teks atnaujinti siekiant klimato tikslų. Skandinavijos valstybės pasižymi pažangiais sprendimais ir aukšta pastatų kokybe, tačiau net ir jos susiduria su senstančio būsto modernizavimo poreikiu. Iš esmės visos aptartos šalys pripažįsta,

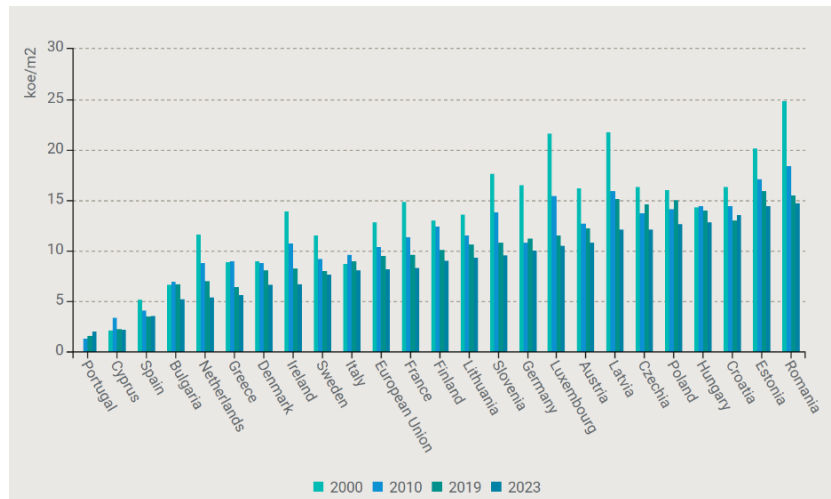
kad pastatų sektorius – kritinis energetikos ir klimato požiūriu, todėl investicijos į energijos vartojimo efektyvumo gerinimą būstuose yra prioritetas. Lietuvos kontekste, palyginti su kitais, iššūkiai dideli dėl didelio neefektyvių pastatų procento, bet kartu ir potencialas sutaupyti (proporcingai daugiau energijos galima sutaupyti renovuojant žemus standartus turinčius namus). Tai, kad Lietuvoje centralizuotas šildymas jau dabar daug kur paremtas atsinaujinančiais ištekliais (biokuru), yra teigiamas aspektas – energijos šaltinių dekarbonizacija vyksta lygiagrečiai su energijos taupymu.

Pastatų energinio efektyvumo skirtumai tarp šalių iš esmės atspindi skirtingą jų istorinę raidą ir politikos pradžios momentą. Vis dėlto, norint įvertinti pažangos mastą ne tik struktūriniu, bet ir laiko aspektu, toliau pravartu pažvelgti į energijos vartojimo rodiklių tendencijas per pastarąjį dešimtmetį (2010–2023 m.), kurios atskleidžia, kaip keitėsi Lietuvos pozicija ES kontekste.

1.3.6. Lyginamoji 2010–2023 m. tendų analizė – Lietuva ir ES

Vertinant ilgesnio laikotarpio (2010–2023 m.) dinamiką, galima teigti, kad pagrindinis namų ūkių energijos vartojimo pokyčius lemiantis veiksnys yra šildymo energijos intensyvumas, išreikštas klimato sąlygoms koreguotomis sąnaudomis vienam gyvenamojo ploto kvadratiniam metrui. Šis rodiklis leidžia eliminuoti trumpalaikių oro sąlygų svyravimų įtaką ir objektyviau įvertinti technologinius bei struktūrinius energinio efektyvumo pokyčius.

1.1 pav. pateikiama namų ūkių šildymo energijos sąnaudų vienam m² dinamika pasirinktose Europos Sąjungos šalyse ir ES vidurkis 2000–2023 m. laikotarpiu. Grafikas aiškiai parodo bendrą ilgalaikę mažėjimo tendenciją visoje ES, kuri siejama su griežtėjančiais statybos energetiniais reikalavimais, pastatų renovacijos programų plėtra bei efektyvesnių šildymo technologijų diegimu.



1.1 pav. Namų ūkių šildymo energijos sąnaudos vienam m² (koe/m²), pasirinktose ES šalyse ir ES vidurkyje 2000–2023 m., Odyssee-MURE duomenų bazė

Lietuvos atveju šildymo energijos intensyvumas nagrinėjamu laikotarpiu mažėjo tolygiai: nuo reikšmingai didesnio nei ES vidurkis lygio 2010 m. iki maždaug 9,77–9,78 koe/m² 2022–2023 m., t. y. apie 29 % mažiau nei laikotarpio pradžioje [31]. Šis pokytis atspindi ne vien atitvarų šiltinimo ar langų keitimo efektą, bet ir platesnį technologinių sprendimų spektrą – šildymo sistemų modernizaciją, automatizuotų šilumos punktų diegimą, šildymo sistemų balansavimą bei vartojimo valdymo tobulėjimą. Pastebėtina, kad Lietuvos mažėjimo tempas atitinka bendrą ES tendenciją, kur

šildymo sąnaudų vienam m² vidutinis kritimas nuo 2000 m. siekia apie 1,3–1,4 % per metus [32]. Tai leidžia teigti, jog pagal dinamiką Lietuva neatsilieka nuo ES vidurkio, tačiau pagal absoliutų intensyvumo lygį vis dar vežasi šalis, kurios energinio efektyvumo politiką pradėjo taikyti anksčiau.

Papildomas analizės pjūvis – galutinės energijos suvartojimas vienam būstui – leidžia įvertinti energijos vartojimą platesniame buitiniame kontekste. 2022 m. ES vidurkis siekė apie 1,3 toe vienam būstui (apie 15 MWh), tačiau šis rodiklis yra ribotai palyginamas tarp šalių dėl reikšmingų būstų ploto ir klimato skirtumų. Lietuvoje energijos suvartojimas vienam būstui paprastai yra mažesnis nei ES vidurkis, tačiau tai labiau susiję su mažesniu vidutiniu būsto plotu, o ne su aukštesniu energiniu efektyvumu. Tai patvirtina faktas, kad energijos sąnaudos vienam m² Lietuvoje išlieka didesnės nei energinio efektyvumo lyderių, o tai išryškina pagrindinę struktūrinę problemą – būtinybę sparčiau mažinti būtent energijos intensyvumą [33]. Pažymėtina, kad elektros energijos suvartojimas vienam būstui ES mastu nuo 2014 m. beveik nekinta (apie –0,3 % per metus), todėl didžiausias taupymo potencialas ir toliau koncentruojasi šilumos vartojimo srityje [34].

Lietuvos pažangą technologiniu požiūriu papildomai patvirtina ODEX – namų ūkių energinio efektyvumo indeksas, apimantis pagrindinius galutinius energijos naudojimus (šildymą, karšto vandens ruošimą, buitinę elektros energiją, maisto gaminimą). Nagrinėjamu laikotarpiu Lietuvos ODEX reikšmės nuosekliai gerėjo, kas rodo „gryną“ energinio efektyvumo progresą, atskirtą nuo klimato, būsto ploto ar demografinių pokyčių. ES mastu ODEX taip pat gerėjo, tačiau Vakarų ir Šiaurės Europos šalyse šį pokytį labiau lėmė ilgametės, nuoseklios renovacijos bangos, o Lietuvoje – vėlyvesnio starto efektas, kai didelė dalis itin neefektyvaus pastatų fondo modernizuojama per santykinai trumpą laiką [35].

Lyginant Lietuvą su kitomis ES šalimis, išryškėja keli dėsniniai. Pirma, šalyse, kuriose griežti statybos energiniai kodeksai ir centralizuoto šildymo dekarbonizacija buvo įgyvendinti anksčiau (pvz., Skandinavijos valstybėse), šildymo energijos intensyvumas vienam m² yra nuosekliai žemesnis. Antra, didžiosiose Vakarų Europos ekonomikose (pvz., Vokietijoje) absoliutus energijos suvartojimas vienam būstui gali būti artimas ES vidurkiui ar net jį viršyti dėl didesnių būstų plotų ir aukštesnio komforto lygio, tačiau specifinis rodiklis (kWh/m²) išlieka mažesnis nei Rytų Europos šalyse. Trečia, Rytų ir Vidurio Europos valstybėse (pvz., Lenkijoje, Latvijoje) didelis senų pastatų fondas ir vėlyvesnė renovacijos pradžia lemia aukštesnį energijos intensyvumą, nors pastaraisiais metais fiksuojamas spartesnis mažėjimas, ypač po 2021–2022 m. energijos kainų šoko [36]. Šis spartesnis kritimas labiau sietinas su trumpalaikiais elgsenos pokyčiais ir kainų spaudimu, o ne vien su struktūrine technologine pažanga.

Įvertinus energijos šaltinių struktūrą, Lietuvos padėtis ES kontekste yra mišri. Miestuose paplitęs centralizuotas šildymas jau iš esmės dekarbonizuotas biokuro pagrindu, todėl CO₂ intensyvumas vienam šilumos vienetui yra mažesnis nei šalyse, kur namų ūkiuose vis dar dominuoja dujos ar anglis. Vis dėlto individualių gyvenamųjų namų segmente išlieka didesnės emisijos dėl iškastinio kuro ir kietojo kuro naudojimo. Tai paaiškina, kodėl net ir mažėjant šildymo energijos intensyvumui (kWh/m²), bendras namų ūkių emisijų mažėjimas tarp šalių vyksta netolygiai – jį lemia ne tik pastatų kokybė, bet ir šilumos šaltinių transformacijos tempas.

Apibendrinant galima teigti, kad 2010–2023 m. laikotarpio trendai rodo aiškia Lietuvos pažangą – pagal pokyčio tempą šalis artėja prie ES vidurkio ir kai kuriais aspektais prie lyderių, tačiau pagal absoliutų energijos intensyvumo lygį vis dar išlieka reikšmingas atotrūkis. Strateginiu požiūriu tai

reikia dvi lygiagrečias kryptis: spartinti ir gilinti pastatų renovaciją (pereinant nuo C/B klasių link A ir A+), prioritetą teikiant didžiausią grąžą duodančioms priemonėms, ir sinchroniškai dekarbonizuoti šilumos gamybą bei vartojimą (šilumos siurbiai individualiuose namuose, aukštos temperatūros siurbiai ir atsinaujinantys ištekliai centralizuoto šildymo sistemose). Toks derinys leidžia ne tik mažinti energijos sąnaudas vienam m², bet ir užtikrinti ilgalaikį emisijų mažėjimą visame namų ūkių segmente, priartinant Lietuvos rodiklius prie šalių, kurios savo „renovacijos bangą“ pradėjo prieš kelis dešimtmečius.

1.3.7. Skyriaus apibendrinimas

Atlikus gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklės analizę ES ir Lietuvos kontekste, galima daryti išvadą, kad būtent pastatų sektorius išlieka vienu svarbiausių energijos vartojimo ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų šaltinių. ES mastu gyvenamieji pastatai suvartoja apie ketvirtadalį visos galutinės energijos, o Lietuvoje ši dalis dar didesnė – beveik trečdalis. Tai rodo, kad gyvenamųjų pastatų energetinis efektyvumas yra esminis veiksnys siekiant tiek energijos vartojimo mažinimo, tiek klimato kaitos švelninimo tikslų.

Analizė atskleidė, kad Lietuvos pastatų fondas pasižymi itin dideliu senų, iki 1993 m. pastatytų statinių kiekiu – jie sudaro apie tris ketvirtadalius visų gyvenamųjų pastatų. Šie namai daugiausia priskiriami žemiausioms energinio naudingumo klasėms (D–G) ir suvartoja neproporcingai didelę dalį šilumos energijos. Toks paveldėtas struktūrinis neefektyvumas lemia ir aukštą energetinio nepritekliaus lygį – daugiau nei ketvirtadalis šalies gyventojų nurodo negalintys tinkamai apšildyti savo būsto. ES kontekste tai vienas didžiausių rodiklių, atskleidžiantis socialinę problemos dimensiją.

Nors pastatų būklė Lietuvoje vis dar prastesnė nei daugelyje ES šalių, per pastarąjį dešimtmetį pasiekta reikšminga pažanga. 2010–2023 m. laikotarpiu šildymo energijos sąnaudos vienam kvadratiniam metrui sumažėjo beveik 30 %, o tai rodo gerėjantį energinį efektyvumą ir renovacijos programų poveikį. Dėl sparčiai diegiamų biokuro katilinių ir modernizuojamų centralizuoto šildymo tinklų, mažėjo ir būsto sektoriaus CO₂ emisijų intensyvumas. Tačiau absoliutus energijos vartojimo lygis (kWh/m²) vis dar viršija ES vidurkį, o renovacijos apimtys tebėra nepakankamos – iki šiol atnaujinta tik apie 12 % visų daugiabučių.

Lyginamoji analizė parodė, kad Lietuvos situacija artima kitoms Rytų Europos šalims (pvz., Lenkijai), tačiau atsilieka nuo Vokietijos ir Skandinavijos, kurios dėl ankstyvesnių investicijų ir griežtesnių normatyvų jau pasiekė žemesnį energijos intensyvumą. Vis dėlto Lietuvos pažangos tempas yra spartesnis – renovacijų rezultatai, šildymo modernizacija ir šilumos siurblių plėtra leidžia tikėtis, kad artimiausiu laikotarpiu šalis palaipsniui priartės prie ES vidurkio.

Apibendrinant galima teigti, kad Lietuvos gyvenamųjų pastatų sektorius pasižymi reikšmingu energijos taupymo potencialu: senų pastatų modernizavimas ir šildymo šaltinių dekarbonizacija gali lemti didžiausią poveikį tiek energijos vartojimo, tiek išmetamųjų dujų mažinimui. 2010–2023 m. stebimos tendencijos rodo teigiamą kryptį, tačiau siekiant 2050 m. klimato neutralumo tikslo būtina spartinti renovacijos tempus, plėsti finansavimo priemones ir skatinti gyventojų įsitraukimą. Toliau darbe ši analizė sudarys pagrindą kiekybiniam tyrimui, vertinančiam, kokie technologiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai labiausiai veikia energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose.

2. Energijos vartojimo efektyvumą sąlygojančių veiksnių tyrimo metodologija

2.1. Tyrimo dizainas ir metodų parinkimas

Empiriniam tyrimui pasirinktas mišrus tyrimo dizainas, derinantis kiekybinius duomenų analizės metodus su apklausa. Taip siekiama kompleksiskai įvertinti technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių įtaką energijos vartojimui Lietuvos gyvenamuosiuose pastatuose. Tyrime taikomi keturi pagrindiniai metodai: (1) energijos vartojimo dekompozicijos analizė, (2) koreliacinė-regresinė analizė, (3) anketinė apklausa ir (4) palyginamoji duomenų analizė su kitomis ES šalimis. Kiekvienas metodas pasirinktas atsižvelgiant į tyrimo tikslą ir specifinius tyrimo klausimus – toliau pateikiamas šių metodų pasirinkimo pagrindimas, taikymo eiga, naudojami kintamieji bei rodikliai ir paaiškinama, kaip kiekvienas metodas padeda siekti užsibrėžto tikslo.

Toks daugiametodis tyrimo dizainas leidžia sujungti makro lygio (nacionalinių rodiklių) ir mikrolygio (namų ūkių lygmens) analizę. Pirmiausia, dekompozicijos metodu išskaidomas bendras energijos suvartojimo pokytis ir nustatoma, kokią jo dalį lėmė technologiniai, ekonominiai ar socialiniai veiksniai. Tuomet koreliacinė-regresinė analizė padeda statistiskai patikrinti ir kiekybiškai įvertinti atskirų veiksnių (pvz., pastato amžiaus, pajamų, kainų) ryšius su energijos vartojimu. Anketinės apklausos metodas papildoma kiekybinius duomenis – jis leidžia įvertinti gyventojų elgsenos, įpročių ir sąmoningumo aspektus, kurių neatskleidžia vien statistiniai rodikliai. Galiausiai, lyginamoji analizė su kitomis ES šalimis kontekstualizuoja gautus rezultatus tarptautiniame kontekste – parodo, ar Lietuvos rodikliai ir tendencijos atitinka bendras ES energijos vartojimo efektyvumo tendencijas, ar esama atsilikimo arba pažangos tam tikrose srityse. Toks struktūruotas metodų derinys užtikrina, kad tyrimo tikslas – iširti, kaip technologiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai lemia energijos vartojimą – bus pasiektas iš skirtingų perspektyvų, o išvados bus pagrįstos įvairiapusiškais duomenimis.

2.2. Dekompozicijos metodas energijos vartojimo pokyčiams analizuoti

2.2.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas

LMDI dekompozicijos metodas pasirinktas siekiant įvertinti atskirų veiksnių įnašą į bendro namų ūkių energijos vartojimo pokyčius analizuojamu laikotarpiu. Taikant šį metodą, bendras energijos suvartojimo kitimas suskaidomas į atskirų technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių poveikį, leidžiantį nustatyti, kurie iš jų labiausiai prisidėjo prie energijos vartojimo didėjimo ar mažėjimo [37]. Indeksinė dekompozicijos analizė (IDA), naudojant logaritminio vidurkio Divisia indeksą (LMDI), pasižymi vadinamąja „tobula dekompozicija“, kai visi energijos vartojimo pokyčiai paaiškinami be liekanos [37][38]. Dėl gana paprastos matematinės formuluotės ir kartu didelės analitinės vertės šis metodas plačiai taikomas įvairių pasaulio regionų energijos vartojimo ir su juo susijusių emisijų analizėse [37]. Tai leidžia laikyti dekompozicijos metodą patikimu ir tinkamu šio tyrimo tikslui – kiekybiškai įvertinti technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių poveikį bendrajam energijos suvartojimui.

2.2.2. Tyrimo eigos aprašymas

Šiame tyrime dekompozicijos analizė bus taikoma nacionalinio lygmens duomenims apie gyvenamųjų pastatų sektoriaus galutinės energijos sąnaudas Lietuvoje analizuojamu laikotarpiu. Pasirinktas laikotarpis apims reikšmingus pokyčius, tokius kaip renovacijos programų

įgyvendinimas, energijos kainų ir demografiniai pokyčiai, siekiant atsekti jų įtaką energijos vartojimui. Dekompozicijos modelis remsis identitetu, išskaidančiu gyvenamųjų namų sektoriaus energijos suvartojimą į dauginamųjų veiksnių sandaugą. Supaprastintas modelis gali būti išreikštas formule (1):

$$E = P \times \frac{H}{P} \times \frac{A}{H} \times I \quad (1)$$

kur E – bendras sektoriaus energijos suvartojimas, P – gyventojų skaičius (socialinis veiksnys), (H/P) – namų ūkių (būstų) skaičius vienam gyventojui, atspindintis vidutinį namų ūkio dydį (socialinis-demografinis veiksnys), (A/H) – vidutinis būsto plotas vienam namų ūkiui, o I – energijos sąnaudos, tenkančios ploto vienetui (energijos intensyvumas, technologinis veiksnys). Šiame tyrime būsto ploto kintamasis interpretuojamas ne kaip tiesioginis ekonominis veiksnys, bet kaip ekonominių ir socialinių procesų rezultatas, atspindintis gyvenimo lygio ir disponuojamų pajamų pokyčius. Toks skaidymas leidžia atskirai įvertinti socialinius-demografinius, ekonominius gyvenimo lygio ir technologinius veiksnius, lemiančius bendro energijos vartojimo pokyčius. Esant poreikiui, modelis gali būti papildytas klimato korekcija (pavyzdžiui, šildymo dienų skaičiumi), siekiant atskirti orų sąlygų įtaką energijos vartojimui [38].

Dekompozicijai bus naudojama LMDI dekompozicija adityvine forma – tai užtikrins, kad kiekvieno veiksnio įtaka bus apskaičiuota preciziškai [37]. Skaičiavimuose taikoma formulė, parengta remiantis Beng Wah Ang pateiktomis gairėmis, leidžianti nustatyti kiekvieno komponento indėlį į bendrą energijos suvartojimo pokytį. Pavyzdžiui, jei per 2010–2020 m. bendras energijos vartojimas sektoriuje sumažėjo, dekompozicija gali parodyti, kad technologinis efektas (energijos intensyvumo mažėjimas dėl efektyvesnių katilų, geresnės izoliacijos ir kt.) sumažino suvartojimą 15 %, tuo tarpu socialinis-demografinis efektas (gyventojų ir namų ūkių skaičiaus kaita) galbūt jį taip pat mažino arba didino tam tikru procentu, o ekonominis gyvenimo būdo efektas (pvz., vidutinio būsto ploto didėjimas) galėjo padidinti suvartojimą, pvz., +5 %. Tokiu būdu kiekybiškai įvardijama, kiek procentinių punktų pokyčio „pridėjo“ arba „atėmė“ kiekvienas veiksnys.

2.2.3. Kintamieji ir rodikliai

Dekompozicijos analizėje naudojami kintamieji parenkami remiantis teorinėje darbo dalyje (1.1.3 skyriuje) pateikta energijos vartojimą lemiančių veiksnių klasifikacija. Atsižvelgiant į dekompozicijos metodo pobūdį ir naudojamų duomenų lygmenį, į analizę įtraukiami tie veiksniai, kurie gali būti patikimai įvertinti makrolygio statistiniais rodikliais. Dėl šios priežasties dekompozicijos analizė orientuojama į technologinius, socialinius-demografinius ir netiesioginius ekonominius aspektus, o elgsenos veiksniai toliau analizuojami taikant apklausos ir regresinius metodus.

Dekompozicijos analizei naudojami šie pagrindiniai rodikliai ir kintamieji: (i) bendras galutinės energijos suvartojimas gyvenamajame sektoriuje (E , kWh arba toe), kuris atspindi bendrą analizuojamo sektoriaus energijos vartojimo lygį; (ii) gyventojų skaičius (P), nusakantis socialinį-demografinį masto efektą; (iii) namų ūkių skaičius (H) arba vidutinis gyventojų skaičius vienam namų ūkiui (H/P), atspindintis namų ūkių struktūros pokyčius; (iv) bendras gyvenamasis plotas (A) arba vidutinis būsto plotas vienam namų ūkiui (A/H), kuris šiame tyrime interpretuojamas kaip gyvenimo lygio ir vartojimo modelių pokyčių išraiška; ir (v) energijos intensyvumas (I), pavyzdžiui, energijos sąnaudos, tenkančios ploto vienetui (kWh/m² per metus), nusakantis technologinį energijos vartojimo efektyvumą.

Pasirinkti kintamieji leidžia kiekybiškai įvertinti, kaip energijos vartojimo pokyčius lemia gyventojų skaičiaus ir namų ūkių struktūros kaita (socialiniai-demografiniai veiksniai), gyvenimo lygio ir būsto naudojimo modelių pokyčiai (netiesioginis ekonominis aspektas) bei technologiniai energijos efektyvumo pokyčiai. Toks kintamųjų parinkimas atitinka teorinėje dalyje aptartas pagrindines energijos vartojimo determinantų grupes ir yra plačiai taikomas ankstesniuose empiriniuose tyrimuose [38][39].

2.2.4. Indėlis siekiant tyrimo tikslo

Dekompozicijos analizė tiesiogiai padės pasiekti tyrimo tikslą, nes parodys, kokią dalį energijos vartojimo pokyčių lemia technologiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai. Išskaidžius pokytį, bus galima identifikuoti, pavyzdžiui, ar technologinis veiksnys (energijos efektyvumo gerėjimas dėl renovacijų, efektyvesnės įrangos) yra pagrindinis mažėjančio vartojimo šaltinis, ar vis tik jį atsveria socialiniai-ekonominiai veiksniai (pvz., gyventojų skaičiaus augimas, būsto ploto didėjimas). Tai suteiks strategiškai svarbios informacijos: jeigu paaiškėtų, kad, nepaisant efektyvumo gerinimo, vartojimą didina socialiniai bei ekonominiai veiksniai (pvz., mažėjantis namų ūkių dydis, didesni būstai), tai reikš, jog vien technologinių priemonių nepakanka – būtini ir elgsenos pokyčiai ar politikos priemonės, orientuotos į vartotojų įpročius. Taigi, dekompozicijos metodas sukuria bazę tolimesnei analizei, parodydamas bendrą vaizdą, kaip skirtingos veiksmų grupės prisideda prie energijos vartojimo pokyčių [37]. Šios išvalgos vėliau bus gretinamos su regresinės analizės ir apklausos rezultatais siekiant nuoseklumo ir visapusiškumo.

2.3. Koreliacinė-regresinė analizė veiksnių ryšiams nustatyti

2.3.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas

Koreliacinės ir regresinės analizės metodai pasirinkti tam, kad būtų statistiškai patikrinti ir įvertinti ryšiai tarp konkrečių veiksnių ir namų ūkių energijos suvartojimo. Nors dekompozicija suteikia makro lygmens išvalgų apie bendrų veiksnių grupių poveikį, regresinė analizė leidžia mikro lygmeniu nustatyti, kurie veiksniai yra statistiškai reikšmingi energijos vartojimo determinantai ir kokio stiprumo yra jų poveikis. Toks metodas plačiai taikomas panašaus pobūdžio tyrimuose: daugelis autorių, nagrinėjusių namų ūkių energijos naudojimą, pasitelkė regresinius modelius siekdami išskirti pagrindinius veiksnius, pavyzdžiui, namų ūkio pajamas, pastato charakteristikas, klimato sąlygas, gyventojų skaičių ir kt. [39][40]. Pradiniame etape bus taikoma koreliacinė analizė (pvz., skaičiuojami Pirsono koreliacijos koeficientai), siekiant įvertinti, kaip stipriai susiję kintamieji tarpusavyje. Tai leis nustatyti, ar tarp paaiškinančių veiksnių nėra per didelio sutapimo, kuris vėliau galėtų trukdyti regresijos analizei. Vėliau daugialypė regresinė analizė suteiks galimybę kontroliuoti keletą veiksnių vienu metu ir išskirti kiekvieno nepriklausomą poveikį priklausomajam kintamajam. Pasirinkimas remtis šiuo metodu grindžiamas poreikiu kiekybiškai pagrįsti veiksnių įtaką ir įsitikinti, kad nustatytos sąsajos nėra atsitiktinės. Be to, regresinės analizės rezultatai leis prognozuoti ar modeliuoti energijos vartojimo pokyčius keičiantis tam tikriems veiksniams, kas yra vertinga formuojant rekomendacijas.

2.3.2. Tyrimo eigos aprašymas

Koreliacinė-regresinė analizė bus atliekama naudojant surinktus duomenis apie individualius namų ūkius arba pastatus. Šių duomenų šaltiniai gali būti dvejopi: (a) specialiai šiame tyrime atlikta apklausa, kurioje respondentai pateiks informaciją apie savo būstą, energijos vartojimą ir socioekonominis rodiklius (šiuo atveju apklausos duomenys dvigubai pasitarnaus – tiek

socialiniams aspektams analizuoti, tiek kaip duomenų bazė regresijai), arba (b) antriniai duomenys – pavyzdžiui, statistikos departamento namų ūkių biudžetų tyrimo duomenys, energijos tiekėjų duomenų bazės (elektros ir šilumos suvartojimo kiekiai pagal namų ūkius) su papildoma informacija apie pastatų charakteristikas. Idealiu atveju, sujungiami keli duomenų šaltiniai tam, kad kiekvienam stebiniui (namų ūkiui) turėtų: metinį suvartojamos energijos kiekį (priklausomasis kintamasis) ir eilę nepriklausomų kintamųjų – veiksnių.

Regresinei analizei numatoma taikyti daugybinės linijinės regresijos modelį, kuriame priklausomasis kintamasis bus apibrėžiamas kaip metinės energijos sąnaudos vienam būstui (kWh per metus) arba kaip specifinis energijos suvartojimas (kWh/m² per metus), leidžiantis įvertinti būsto dydžio poveikį. Esant stipriai priklausomojo kintamojo pasiskirstymo asimetrijai, planuojama taikyti jo logaritminę transformaciją siekiant užtikrinti modelio prielaidų atitikimą. Nepriklausomi kintamieji atrenkami remiantis literatūros analize ir formuluotomis tyrimo hipotezėmis taip, kad atspindėtų pagrindinius technologinius, ekonominius ir socialinius veiksnius, lemiančius energijos vartojimo efektyvumą gyvenamuosiuose pastatuose.

Vienas pagrindinių technologinių veiksnių yra pastato amžius, kuris atspindi statybos laikmečiu galiojusius energinio efektyvumo standartus. Senesni pastatai paprastai pasižymi prastesne šilumos izoliacija ir mažiau efektyviomis šildymo sistemomis, todėl didėjant pastato amžiui tikėtinas didesnis energijos suvartojimas. Ši ryšį patvirtina tyrimai, rodantys, kad senos statybos būstuose energijos sąnaudos kvadratiniam metrui yra didesnės nei naujos statybos pastatuose [40]. Pastato amžius gali būti įtrauktas į modelį kaip skaitinis kintamasis (metais) arba kaip kategorinis rodiklis, grupuojant būstus pagal statybos laikotarpius, pavyzdžiui, iki 1993 m., 1993–2010 m. ir po 2010 m., atsižvelgiant į renovacijos programų etapus.

Svarbi būsto charakteristika, susijusi su energijos vartojimu, yra būsto dydis, matuojamas bendroju plotu kvadratiniais metrais. Didesnio ploto būstams paprastai reikia daugiau energijos šildymui ir apšvietimui, todėl tikimasi teigiamos sąsajos tarp ploto ir bendro energijos suvartojimo. Be to, literatūra rodo, kad didėjant pajamoms namų ūkiai linkę rinktis erdvesnius būstus, o tai siejama su didesne energijos paklausa [39]. Vis dėlto, analizuojant specifinį energijos suvartojimą, ploto poveikis gali būti priešingas dėl masto ekonomijos, nes didesniuose būstuose ne visas plotas naudojamas vienodai intensyviai. Dėl šios priežasties analizėje bus vertinamas tiek absoliutus, tiek specifinis energijos suvartojimas.

Gyvenamųjų patalpų renovacijos būklė įtraukiama kaip technologinis veiksnys, tiesiogiai susijęs su energinio efektyvumo didinimu. Renovacija, apimanti pastato apšiltinimą, langų keitimą ar šildymo sistemų modernizavimą, turėtų reikšmingai sumažinti energijos poreikį. Šis kintamasis modelyje bus apibrėžiamas kaip fiktyvusis: 1 – jei būstas renovuotas, 0 – jei nerenovuotas. Tikimasi neigiamos jo įtakos energijos suvartojimui, o tai patvirtina ir ankstesni tyrimai, rodantys, kad po renovacijos šilumos sąnaudos gali sumažėti 30–50 %. Lietuvoje nuo 2005 m. įgyvendinama daugiabučių modernizavimo programa sudaro tinkamą empirinį pagrindą šiam poveikiui patikrinti.

Socialinių veiksnių grupei priskiriamas namų ūkio dydis, apibrėžiamas gyventojų skaičiumi. Didesniuose namų ūkiuose bendras energijos suvartojimas paprastai didėja, tačiau vienam asmeniui tenkanti energijos dalis mažėja dėl išteklių dalijimosi efekto. Tai leidžia įvertinti, ar vieno asmens namų ūkiai yra santykinai mažiau efektyvūs energijos vartojimo požiūriu. Tyrimai rodo, kad mažėjantis vidutinis namų ūkio dydis yra viena iš priežasčių, lemiančių aukštesnį energijos

intensyvumą išsivysčiusiose šalyse [40][41]. Modelyje tikimasi, kad didesnis namų ūkio dydis mažins energijos sąnaudas vienam asmeniui, bet didins bendrą suvartojimą.

Namų ūkio pajamos įtraukiamos kaip esminis ekonominis veiksnys. Didesnės pajamos leidžia palaikyti aukštesnį komforto lygį, įsigyti daugiau elektros prietaisų ir intensyviau vartoti energiją, todėl hipotezuojama teigiama pajamų ir energijos suvartojimo sąsaja [39]. Šią prielaidą patvirtina ir empiriniai tyrimai, kuriuose nustatyta statistiškai reikšminga disponuojamų pajamų įtaka namų ūkių energijos sąnaudoms [40][39]. Vis dėlto pajamų poveikis gali būti ribojamas sąmoningumo ir technologinių investicijų į efektyvumą.

Energijos kainos yra dar vienas svarbus ekonominis veiksnys, veikiantis vartotojų elgseną per kainos signalus. Didėjant kainoms tikimasi energijos vartojimo mažėjimo, atitinkančio paklausos elastingumo teoriją. Tyrimai rodo, kad kainai padidėjus 10 %, buitinis energijos suvartojimas gali sumažėti 2–5 % [42]. Vis dėlto skerspjūvio duomenyse kainų variacija gali būti ribota, todėl šio veiksnio įtaka bus patikimiau vertinama laiko pjūvio analizėje, jei bus prieinami kelių metų duomenys.

Papildomai svarstomas klimato veiksnys, kuris ypač reikšmingas analizuojant šildymo energiją. Nors tyrimas orientuotas į Lietuvą, kur klimato sąlygos daugeliu atvejų panašios, analizuojant skirtingus laikotarpius ar regionus klimato įtaką galima vertinti naudojant šildymo poreikio dienų rodiklį [39].

Visi išvardyti kintamieji sudaro pagrindinį regresinės analizės rinkinį. Prieš modelio sudarymą bus atlikta porinė koreliacinė analizė, siekiant įvertinti ryšius tarp nepriklausomų kintamųjų ir energijos suvartojimo, taip pat patikrinti galimą daugialypę koreliaciją. Jei bus nustatyti labai stiprūs tarpusavio ryšiai tarp pačių nepriklausomų kintamųjų, bus taikomos atitinkamos korekcijos, siekiant užtikrinti modelio patikimumą ir rezultatų interpretavimo pagrįstumą.

2.3.3. Indėlis siekiant tyrimo tikslo

Taikant regresinę analizę, bus kiekybiškai įvertinta, kaip stipriai ir kokia kryptimi skirtingi technologiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai veikia energijos vartojimą. Tai tiesiogiai atsako į tyrimo klausimus: pavyzdžiui, technologinio veiksnio (renovacijos) įtaka galės būti išreikšta konkrečiu procentiniu sumažėjimu, ekonominių veiksnių (pajamų, kainų) elastingumais, o socialinių veiksnių (namų ūkio dydžio, gyventojų elgsenos) – statistiškai patikimais koeficientais. Gavus regresijos rezultatus bus aišku, kurie veiksniai yra reikšmingiausi. Jeigu paaiškėtų, kad pastato amžiaus koeficientas yra nedidelis ir statistiškai nereikšmingas, o namų ūkio pajamų koeficientas – didesnis ir reikšmingas, tai indikuotų, kad ekonominiai veiksniai lemia vartojimo skirtumus labiau nei pastato statybos metai. Arba jei renovacijos kintamasis turės didelę neigiamą įtaką, tai patvirtins technologinių priemonių efektyvumą. Koreliacinė-regresinė analizė padės atskirti veiksnių poveikį, atsižvelgiant vienam į kitą. Tai ypač svarbu siekiant tyrimo tikslo – juk technologiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai realybėje veikia kartu, todėl regresinis modelis leidžia įvertinti kiekvieno indėlį, „išvalius“ kitų įtaką. Galiausiai, rezultatai suteiks pagrindą praktinėms rekomendacijoms: pavyzdžiui, jei bus nustatyta, kad gyventojų pajamos stipriai didina energijos vartojimą, reikš, kad būtinos papildomos informavimo ar sąmoningumo didinimo priemonės pasiturintiems namų ūkiams, kad jie investuotų į efektyvumą, o ne vien suvartotų daugiau. Jei paaiškės, kad kainų signalai veikia menkai (elastingumas mažas), vadinasi, vien kainų politika nepakankama paskatinti taupymui – reikės kitų priemonių [43]. Taigi, regresinė analizė yra esminė tam, kad tyrimas neapsiribotų bendromis tendencijomis, o atskleistų statistiškai pagrįstus ryšius tarp veiksnių ir energijos vartojimo.

2.4. Anketinė apklausa gyventojų sąmoningumui ir elgsenai įvertinti

2.4.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas

Anketinė apklausa pasirinkta siekiant surinkti duomenis apie gyventojų elgesio, įpročių ir socialinių aspektų poveikį energijos vartojimui, kurių objektyvūs statistiniai rodikliai visiškai neatskleidžia. Technologiniai ir ekonominiai veiksniai (pastatų charakteristikos, pajamos, kainos) paaiškina tik dalį energijos vartojimo variacijos. Labai svarbus elementas yra žmogiškasis veiksnys – tai, kaip žmonės naudoja energiją, kokius sprendimus priima kasdien (temperatūros nustatymai, taupymo elgsena, įpročiai išjungti nereikalingus prietaisus), taip pat jų sąmoningumas apie energijos efektyvumą ir aplinkosaugą. Tyrimai rodo, kad namų ūkio elgsena ir sąmoningumo lygis gali reikšmingai paveikti faktinį energijos suvartojimą net ir panašių charakteristikų būstuose [43]. Pvz., du panašaus dydžio ir tipo butai gali turėti iki 2 kartų besiskiriančią šilumos suvartojimą dėl skirtingų gyventojų įpročių. Apklausos metodas leidžia tiesiogiai paklausti gyventojų apie šiuos aspektus, taip pat apie jų žinias bei nuostatas energijos taupymo atžvilgiu. Pasirinkta atlikti anketinę apklausą dėl kelių priežasčių: pirma, ji suteikia kiekybiškai apdorojamus duomenis (galima išmatuoti, pvz., sąmoningumo indeksą, apskaičiuoti procentus atsakančių tam tikru būdu ir pan.); antra, ji apima platų respondentų ratą, leidžiant apibendrinti visuomenės tendencijas; trečia, tai palyginti nesudėtinga ir nebrangi priemonė surinkti duomenis iš didelės imties. Be to, apklausa papildo regresinę analizę: ji gali suteikti duomenų, kurie integruojami į regresiją (pvz., pridėti kintamąjį „ar gyventojas aktyviai taupo energiją“), arba paaiškinti statistinius rezultatus (pvz., kodėl aukštesnių pajamų namų ūkiai vartoja daugiau – galbūt jie mažiau motyvuoti taupyti, ką galima sužinoti per apklausą). Dėl šių priežasčių anketinė apklausa yra esminė metodologijos dalis, siekiant socialinio veiksnio gilesnio supratimo.

2.4.2. Tyrimo eigos aprašymas

Apklausos imties dydis nustatomas siekiant pagrįsti tyrimo reprezentatyvumą. Imties dydžiui apskaičiuoti taikoma Cochran formulė, plačiai naudojama socialiniuose tyrimuose:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2} \quad (2)$$

kur n – reikalingas imties dydis, Z – standartinio normaliojo skirstinio reikšmė pagal pasirinktą pasikliautinumo lygį, p – tiriamo požymio proporcija populiacijoje, e – leidžiama paklaida. Pasirinkus 95 % pasikliautinumo lygį ($Z = 1,96$), 5 % leidžiamą paklaidą ($e = 0,05$) ir darant prielaidą, kad tiriamo požymio proporcija populiacijoje nėra žinoma ($p = 0,5$), gaunama:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{0,05^2} \approx 384 \quad (3)$$

Taigi teoriškai minimalus reikalingas apklausos imties dydis sudaro apie 384 respondentus. Atsižvelgiant į praktines duomenų rinkimo galimybes, planuojamas faktinis apklausos imties dydis – apie 200–300 namų ūkių. Toks imties dydis leidžia identifikuoti bendras tendencijas ir statistinius ryšius, tačiau apklausos rezultatai interpretuojami kaip iš dalies reprezentatyvūs visai Lietuvos namų ūkių populiacijai.

Apklausos metu bus parengtas struktūruotas klausimynas, skirtas Lietuvos gyventojams, gyvenantiems įvairaus tipo gyvenamuosiuose būstuose (daugiabučiuose ir nuosavuose namuose) visoje šalyje. Siekiant padidinti duomenų įvairovę ir užtikrinti platesnį atstovavimą, planuojama

respondentų atranka, kad būtų proporcingai atspindėtos pagrindinės grupės pagal regionus, amžiaus grupes ir pajamų lygius. Apklausa bus vykdoma internetiniu būdu, o atsakymų skaičiui padidinti gali būti pasitelkiami socialiniai tinklai, bendruomenių organizacijos bei paskatinimo priemonės (pavyzdžiui, galimybė dalyvauti loterijoje).

Klausimyno turinys apims kelias temines dalis, atitinkančias tyrimo klausimus:

Sąmoningumo ir žinių vertinimas - klausimai apie tai, ar respondentai žino savo būsto energijos efektyvumo klasę, ar domisi sąskaitomis, ar žino būdus, kaip sutaupyti energijos. Pvz., „Ar žinote, kiek kilovatvalandžių elektros per mėnesį sunaudoja Jūsų namų ūkis?“, „Ar esate girdėję apie A++ energinio efektyvumo buitinę techniką?“. Taip pat pateikiami teiginiai apie energijos taupymo svarbą aplinkai su pasirinkimu nuo „visiškai nesutinku“ iki „visiškai sutinku“ – tai padės sudaryti energijos taupymo nuostatų indeksą. Ankstesni tyrimai rodo, kad žmonių energetinis raštingumas ir suvokimas tiesiogiai veikia jų elgesį, todėl šiuos aspektus būtina pamatuoti [43].

Elgsenos ir įpročių klausimai - čia siekiama sužinoti apie kasdienes energijos vartojimo įpročius. Pavyzdžiui, „Kokią patalpų temperatūrą žiemą paprastai palaikote dieną/naktį?“, „Ar išvykdami ilgesniam laikui sumažinate šildymą?“, „Kaip dažnai išjungiate šviesą išeidami iš kambario?“, „Kiek kartų per savaitę naudojate skalbimo mašiną / indaplovę?“, „Ar turite įprotį išjungti nenaudojamus elektros prietaisus (o ne palikti budėjimo režimu)?“. Šie klausimai gali būti su atsakymų skalėmis (dažnai/retai/niekada arba konkretūs skaičiai). Taip pat bus klausiama apie investicijas: „Ar per pastaruosius 5 metus ėmėtės kokių nors priemonių energijos vartojimo mažinimui savo būste? Jei taip, kokių?“ (pvz., pasikeičiau langus, apšiltinau sienas, įsigijau efektyvesnę katilą, sumontavau saulės kolektorius, pakeičiau lemputes į LED, ir pan.). Ši informacija padės suprasti socialinio veiksnio praktinę išraišką – kiek žmonės realiai rūpinasi taupymu, kokios kliūtys (jei neinvestavo, gal bus variantai: „per brangu“, „neturiu nuosavo būsto“, „nežinau nuo ko pradėti“ ir pan.).

Požiūrio ir motyvacijos aspektai - čia naudotini teiginiai apie motyvaciją taupyti: pvz., „Taupyti energiją svarbu dėl mažesnių sąskaitų“, „...dėl aplinkos išsaugojimo“, „...dėl komforto“. Respondentai pažymi, kas jiems labiausiai rūpi. Taip pat klausimai: „Kas, Jūsų manymu, labiausiai trukdo mažinti energijos vartojimą namų ūkiuose?“ – galimi atsakymai: „informacijos stoka“, „lėšų trūkumas investicijoms“, „nepasitikėjimas renovacijos kokybe“, „nepatogumai keisti įpročius“ ir pan. Tokie klausimai padės kokybiškai interpretuoti, kodėl galbūt tam tikri socialiniai veiksniai nepasireiškia visapusiškai. Pavyzdžiui, jei daugelis nurodys, kad neturi pakankamai informacijos ar nesupranta, kaip taupyti, tai paaiškins, kodėl net ir kylant kainoms (ekonominis veiksnys) vartojimas nemažėja – trūksta sąmoningumo [44].

Demografiniai klausimai - anketa rinks pagrindinę informaciją apie respondentą ir būstą: amžius, išsilavinimas, pajamų lygis (intervalais), būsto tipas (butas/namas), pastato statybos metai ar renovacijos faktas, namų ūkio dydis. Šie duomenys reikalingi, viena vertus, kad vėliau būtų galima susieti su faktiniu vartojimu (pvz., lyginant su regresijos duomenimis), kita vertus – analizuoti pačios apklausos atsakymus (pvz., ar jaunesni žmonės labiau linkę taupyti, ar didesnių pajamų – mažiau linkę keisti įpročius ir pan., atliekant kryžmines analizes).

2.4.3. Duomenų analizė

Surinkus anketų duomenis, bus atlikta tiek aprašomoji analizė (procentinė pasiskirstymų analizė, vidurkių palyginimas), tiek prireikus inferencinė analizė (pvz., chi-kvadrato testai tarp kategorinių

kintamųjų – ar sąmoningumo lygis priklauso nuo išsilavinimo; koreliacijos tarp savęs vertinamo taupymo ir faktiškai suvartojamos energijos, jeigu pavyktų gauti tą duomenį). Taip pat planuojama sudaryti sąmoningumo indeksą iš kelių klausimų (pvz., žinių klausimų teisingų atsakymų sumos) ir elgsenos indeksą (pvz., taupių įpročių dažnumo įvertinimas skalėje). Šiuos sudėtinius rodiklius bus galima panaudoti regresinėje analizėje kaip papildomus kintamuosius (pvz., įtraukti „sąmoningumo indeksą“ ir pažiūrėti, ar jis statistiškai reikšmingas aiškinant suvartojimo variaciją tarp namų ūkių).

2.4.4. Indėlis siekiant tyrimo tikslo

Apklaustos rezultatai suteiks kokybinių įžvalgų ir socialinio konteksto, padedančio paaiškinti energijos vartojimo dėsningumus. Tai sudarys prielaidas atsakyti į tyrimo tikslui keliamus klausimus socialiniu aspektu, atskleidžiant gyventojų sąmoningumo ir elgsenos reikšmę energijos vartojimui. Pavyzdžiui, jei paaiškės, kad dauguma apklaustųjų nėra linkę mažinti temperatūros dėl komforto sumetimų, tai paaiškins, kodėl net brangstant energijai (ekonominis veiksnys) suvartojimas nemažėja tiek, kiek tikėtasi – socialinis veiksnys (komforto preferencijos) tam priešinasi. Arba jei apklausa parodys, kad daug gyventojų tiesiog neturi žinių apie taupymo priemones, tai identifikuos barjerą, kuris nėra tiesiogiai matomas statistikoje. Tokią informaciją galima tiesiogiai panaudoti formuojant politikos rekomendacijas (pvz., didinti švietimą, informacines kampanijas). Be to, apklaustos metu surinkti duomenys leis patikrinti tam tikras hipotezes: ar tie namų ūkiai, kurie deklaruoja aktyviai taupantys, iš tiesų suvartoja mažiau energijos – tai padės įvertinti socialinio veiksnio materializaciją. Galiausiai, anketinės apklaustos metodas suteikia galimybę balsą „suteikti“ patiems energijos vartotojams – jų nuomonė ir patirtis bus svarbi aiškinant tyrimo rezultatus ir darant išvadas. Šis metodas tiesiogiai prisideda prie tyrimo tikslo įgyvendinimo, nes be jo analizė apsiribotų techniniais ir ekonominiais rodikliais, o apklausa į tyrimą integruoja žmogaus faktorių, kuris yra vienas iš trijų tyrimo fokusų.

2.5. Palyginamoji Lietuvos ir ES šalių duomenų analizė

2.5.1. Metodo pasirinkimo pagrindimas

Palyginamoji analizė pasirinkta siekiant įvertinti Lietuvos energijos vartojimo efektyvumo rodiklius platesniame ES kontekste. Tyrimo tikslas apima technologinių, ekonominių ir socialinių veiksnių poveikio nagrinėjimą – norint įvertinti šių veiksnių svarbą ir Lietuvos situacijos unikalumą ar bendrumą, naudinga palyginti rezultatus su kitų šalių duomenimis. Lyginamoji analizė padės atsakyti į klausimus: Ar Lietuva pagal energijos vartojimo efektyvumą atsilieka ar lenkia ES vidurkį? Ar technologinių patobulinimų (pvz., renovacijos) tempai panašūs kaip kitur, ar lėtesni? Ar socialiniai veiksniai (pvz., gyventojų elgsena, sąmoningumas) gali būti susiję su kultūriniais skirtumais tarp šalių? Pasirinkimo pagrindimas grindžiamas tuo, kad tarptautinis palyginimas yra dažnai naudojamas energijos politikos analizėje – jis leidžia identifikuoti gerąsias praktikas bei spragas. Europos Komisija, Tarptautinė energetikos agentūra (TEA) ir kitos organizacijos reguliariai skelbia šalių lyginamus energijos efektyvumo rodiklius, tokius kaip energijos intensyvumas, anglies dioksido emisijos vienam gyventojui, renovacijos rodikliai [45][46]. Remdamiesi tokiais šaltiniais, galima objektyviai įvertinti, kaip Lietuvos padėtis atrodo kitų šalių fone. Šis metodas padeda tiesiogiai su tyrimo tikslu, nes leidžia patikrinti, ar Lietuvoje pastebėti veiksnių poveikiai (pvz., technologinis veiksnys dekompozicijoje) sutampa su kitų šalių tendencijomis, ar išsiskiria. Jei Lietuvos duomenys labai skiriasi, tai duos užuominų, kad galbūt veikia specifiniai vietos socialiniai ar ekonominiai aspektai. Jei panašūs – sustiprins išvadų bendro pobūdžio galiojimą.

2.5.2. Tyrimo eigos aprašymas

Palyginamojoje analizėje bus renkami ir analizuojami duomenys iš patikimų tarptautinių šaltinių, tokių kaip Eurostat statistikos bazės, ODYSSEE-MURE projekto duomenys, Europos Komisijos ataskaitos ir kt. Pagrindiniai rodikliai palyginimui: (i) energijos intensyvumas (pvz., galutinės energijos suvartojimas gyvenamųjų namų sektoriuje, tenkantis vienam namų ūkiui, vienam m² – atsižvelgiant, kuris labiau tinkamas tarptautiniam lyginimui), (ii) ŠESD emisijos – konkrečiai CO₂ emisijos iš namų ūkių energetinio naudojimo (tonos vienam gyventojui) arba emisijų mažėjimas per pastaruosius dešimtmečius, (iii) renovacijos rodikliai – pvz., metinis renovuotų būstų procentas nuo viso fondo, arba pastatų, pasiekusių aukštą energinio efektyvumo klasę, dalis. Taip pat galima lyginti energijos sutaupymus: pavyzdžiui, kiek sumažėjo namų ūkių sektoriaus energijos vartojimas 2020 m., palyginti su 2010 m., skirtingose šalyse, ir kokia dalis to sumažėjimo priskiriama efektyvumo didėjimui [45]. Šalys, su kuriomis lyginama Lietuva, apima Europos Sąjungos vidurkį, kaimynines Baltijos šalis, siekiant atskleisti regioninį kontekstą, taip pat kelias kitas ES valstybes: Vokietiją ir Skandinavijos šalis kaip energinio efektyvumo lyderes bei Vidurio ir Rytų Europos šalis (pvz., Lenkiją, Rumuniją), pasižyminčias panašia istorine pastatų fondo raida. Toks palyginimas leidžia įvertinti, ar Lietuvos rodikliai yra artimesni regioniniam vidurkiui, ar išsiskiria teigiamai arba neigiamai.

Palyginamojoje analizėje bus atliekami konkretūs pagrindinių rodiklių palyginimai tarp Lietuvos, Europos Sąjungos vidurkio ir pasirinktų šalių grupių. Visų pirma bus lyginamas namų ūkių sektoriaus energijos vartojimo intensyvumas, išreikštas galutinės energijos suvartojimu vienam namų ūkiui ir vienam gyvenamojo ploto kvadratiniam metrui, siekiant įvertinti energijos efektyvumo pokyčius skirtingose šalyse. Antra, bus analizuojamos namų ūkių sektoriaus CO₂ emisijos, tenkančios vienam gyventojui, taip pat jų pokyčiai analizuojamu laikotarpiu, siekiant įvertinti energijos vartojimo ir emisijų mažėjimo tendencijas.

Be to, bus lyginami pastatų energinio efektyvumo gerinimo rodikliai, pirmiausia – metinis renovuotų gyvenamųjų pastatų dalies pokytis (proc. nuo viso pastatų fondo) bei aukštesnę energinio efektyvumo klasę pasiekusių pastatų dalis. Šie rodikliai leis įvertinti technologinių priemonių diegimo tempą Lietuvoje ir kitose šalyse. Taip pat bus analizuojami energijos vartojimo pokyčiai pasirinktame laikotarpyje, siekiant nustatyti, kiek energijos vartojimo sumažėjimo galima sieti su efektyvumo didėjimu.

Rodiklių palyginimui bus naudojamos lentelės ir grafinės vizualizacijos, atskleidžiančios skirtingų šalių rodiklių lygius ir dinamiką. Lyginant absoliučius energijos vartojimo dydžius, bus atsižvelgiama į klimato skirtumus tarp šalių, taikant energijos vartojimo normalizavimą pagal šildymo dienų skaičių, ypač tais atvejais, kai lyginamos skirtingų klimato zonų valstybės.

2.5.3. Indėlis siekiant tyrimo tikslo

Palyginamoji analizė suteiks platesnį kontekstą tyrimo rezultatams ir padės patikrinti tyrimo išvadas. Konkrečiai, ji parodys, ar Lietuvoje stebimi dėsniniai (technologinių, ekonominių, socialinių veiksnių poveikis) atitinka bendras Europos tendencijas. Pvz., jeigu dekompozicijos analizė Lietuvoje parodys, kad energijos intensyvumo mažėjimas (technologinis progresas) labai prisidėjo prie vartojimo mažinimo, lyginant su ES duomenimis bus galima matyti, ar kitose šalyse intensyvumas mažėjo panašiu tempu. Jei nustatoma, kad energijos intensyvumas Lietuvoje mažėjo lėčiau nei ES vidurkis, tai gali signalizuoti apie lėtesnį technologinių priemonių įgyvendinimą,

pavyzdžiui, mažesnę renovacijų tempą. Tokią interpretaciją pagrįstą situacija, kai renovacijos rodiklis Lietuvoje yra mažesnis nei ES vidurkis, siekiantis apie 1 % per metus [45]. Pavyzdžiui, Europos Komisijos duomenimis, ES pastatų fondo energinis atnaujinimas vyksta maždaug 1 % per metus tempu (tik ~0,2 % pastatų per metus atliekama giluminė renovacija) [45]. Jei šis rodiklis Lietuvoje siekia, pavyzdžiui, apie 0,5 %, tai gali paaiškinti, kodėl technologinių veiksnių poveikis yra silpnesnis, o energijos vartojimo intensyvumas išlieka aukštas.

Tarptautinis palyginimas padės patikrinti hipotezes: jeigu manoma, kad pajamų augimas didina vartojimą, galima pasitikrinti – ar šalys, kurios per pastarąjį dešimtmetį sparčiausiai augo ekonomiškai, taip pat patyrė didesnę namų ūkių energijos vartojimo augimą, lyginant su stagnuojančiomis ekonomikomis. Jei tokia koreliacija matysis - tai sustiprins tyrimo ekonominių veiksnių interpretaciją. Analogiškai, palyginus socialinius rodiklius, galima įvertinti, ar Lietuvai būdingas mažesnis visuomenės sąmoningumas energijos taupymo srityje, palyginti su kitomis šalimis; toks skirtumas galėtų paaiškinti dalį energijos vartojimo efektyvumo skirtumų.

Apibendrinant, palyginamoji analizė leidžia užtikrinti, kad tyrimo išvados nėra izoliuotos ir yra vertinamos platesniame kontekste. Tai suteikia pagrindą argumentuoti rekomendacijas: pavyzdžiui, jei nustatoma, kad Lietuva atsilieka renovacijų srityje, remiantis kitų šalių patirtimi gali būti siūloma didinti investicijų tempą. Jei pastebimas atotrūkis gyventojų informuotumo srityje, gali būti analizuojami ir pritaikomi kitų šalių informavimo kampanijų pavyzdžiai. Toks metodas tiesiogiai prisideda prie tyrimo tikslo, nes sudaro sąlygas įvertinti nagrinėjamų veiksnių poveikį ne tik nacionaliniu, bet ir tarptautiniu mastu bei nustatyti, ar Lietuvos situacija yra išskirtinė, ar atitinka bendrus dėsningumus.

2.6. Tyrimo apribojimai ir duomenų iššūkiai

Nors tyrimo metodologija sudaryta iš įvairių metodų derinio, siekiant išsamiai išnagrinėti problemą, svarbu įvardyti galimus apribojimus ir duomenų iššūkius, galinčius daryti įtaką tyrimo eigai bei rezultatų interpretavimui.

2.6.1. Duomenų kokybės ir matavimo apribojimai

Tyrimo sėkmė didžiajia dalimi priklauso nuo naudojamų duomenų kokybės, detalumo ir prieinamumo. Dekompozicijos analizei reikalingi patikimi makrolygio duomenys, tokie kaip energijos balansai bei statistika apie gyventojus ir būstų fondą. Nors nacionalinė statistika ir Eurostato duomenys rengiami vadovaujantis tais pačiais tarptautiniais energijos balansų sudarymo principais, todėl namų ūkių energijos vartojimo rodikliai apima visą galutinės energijos suvartojimą namų ūkiuose ir yra metodologiškai palyginami tarp šalių, duomenys gali skirtis pagal detalumo lygį ar pateikiamų rodiklių struktūrą.

Kai kuriais atvejais gali nebūti atskirai išskirto gyvenamųjų pastatų sektoriaus suvartojimo arba klimato sąlygoms koreguotų rodiklių, todėl gali tekti taikyti prielaidas ar naudoti apytikslius įverčius, kas gali įnešti papildomo neapibrėžtumo į dekompozicijos rezultatus. Taip pat lyginant šalis būtina atsižvelgti į objektyvius kontekstinius skirtumus, tokius kaip klimato sąlygos ar šildymo sezonų trukmė.

Regresinei analizei idealiu atveju reikalingi mikrolygio duomenys apie energijos suvartojimą, pastatų charakteristikas ir namų ūkių socioekonominius rodiklius. Tokie duomenys dažnai yra fragmentuoti arba neprieinami dėl duomenų apsaugos reikalavimų. Naudojant apklausos duomenis apie

savarankiškai nurodomą energijos suvartojimą, galimas matavimo netikslumas, nes respondentai ne visuomet tiksliai žino savo faktines sąnaudas. Dėl šios priežasties būtina kritiškai vertinti duomenų patikimumą ir taikyti duomenų valymo bei patikros procedūras.

2.6.2. Metodologiniai ribotumai

Taikant regresinę analizę, būtina atsižvelgti į tai, kad statistinė koreliacija nebūtinai reiškia priežastingumą. Pavyzdžiui, nustatytas ryšys tarp pajamų ir energijos suvartojimo nebūtinai reiškia tiesioginį priežastinį poveikį, nes šį ryšį gali tarpininkauti kiti veiksniai, tokie kaip būsto plotas ar naudojamų prietaisų skaičius. Siekiant sumažinti šią riziką, į modelius bus įtraukiami pagrindiniai tarpininkaujantys kintamieji, tačiau regresijos rezultatai bus interpretuojami atsargiai.

Taip pat egzistuoja praleistų kintamųjų ir daugiakolinearumo problema, kai nepriklausomi veiksniai tarpusavyje susiję, pavyzdžiui, didesnis būsto plotas dažnai siejasi su didesnėmis pajamomis. Nors koreliacinė analizė padės identifikuoti stiprius tarpusavio ryšius, tam tikras neapibrėžtumas išlieka.

Anketinė apklausa, nors ir leidžianti įvertinti elgsenos bei sąmoningumo aspektus, taip pat turi ribotumų. Respondentai gali pateikti socialiai pageidautinus atsakymus, o apklausos imtis ne visuomet idealiai atspindi visą populiaciją. Dėl to apklausos rezultatai interpretuojami kaip papildanti, o ne vienintelė empirinė informacija.

2.6.3. Laiko, konteksto ir rezultatų apibendrinimo ribos

Tyrimo laikotarpis ir išoriniai įvykiai taip pat gali turėti reikšmingą įtaką rezultatams. COVID-19 pandemija bei 2022 m. energetikos krizė galėjo laikinai pakeisti namų ūkių energijos vartojimo įpročius ir požiūrį į taupymą, todėl analizuojant duomenis būtina atsižvelgti į galimus struktūrinius šokus. Šie veiksniai bus pažymimi rezultatų interpretacijoje, pabrėžiant, kur stebimi pokyčiai gali būti susiję su laikiniais išoriniais įvykiais, o ne ilgalaikėmis tendencijomis.

Kadangi tyrimas fokusuojasi į Lietuvos gyvenamųjų pastatų sektorių, gautų išvadų pritaikomumas kitoms šalims yra ribotas ir labiau tinkamas panašaus socioekonominio bei klimatinio konteksto valstybėms. Šių apribojimų įvardijimas yra svarbus siekiant užtikrinti tyrimo skaidrumą ir rezultatų patikimumą. Nors tam tikri ribotumai išlieka, pasirinktų metodų derinys leidžia iš dalies juos kompensuoti, o gautas išvadas interpretuoti kompleksiskai ir pagrįstai.

2.7. Tyrimo metodų loginė struktūra

Tyrimo metodai parinkti ir taikomi nuosekalia seka, siekiant kompleksiskai įvertinti energijos vartojimo efektyvumą lemiančius veiksnius gyvenamųjų pastatų sektoriuje. Atskirų metodų taikymas nėra izoliuotas – kiekvienas etapas papildo kitą ir prisideda prie bendrų tyrimo išvadų formavimo. Tyrimo metodų atlikimo seka ir jų tarpusavio sąveika pateikiama 2.1 pav.

Tyrimas pradedamas dekompozicijos analize, kuri leidžia makro lygmeniu išskaidyti bendro energijos vartojimo pokyčius į atskirų veiksmų indėlius. Ši analizė suteikia bendrą vaizdą apie tai, kurie veiksniai – technologiniai, socialiniai-demografiniai ar su gyvenimo lygio pokyčiais susiję – turėjo didžiausią reikšmę energijos vartojimo dinamikai analizuojamu laikotarpiu. Dekompozicijos rezultatai sudaro pagrindą detalesnei tolesnei analizei.

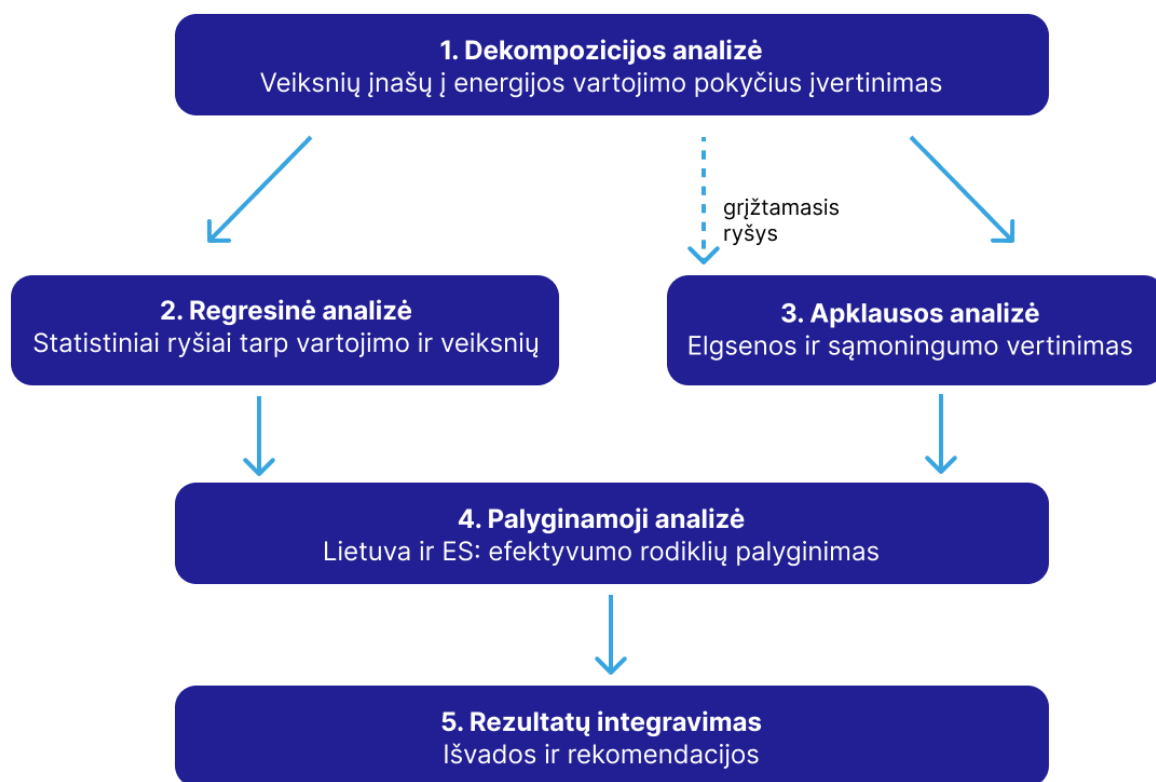
Antrame etape taikoma regresinė analizė, skirta mikro lygmeniu įvertinti statistinius ryšius tarp namų ūkių energijos vartojimo ir jį lemiančių veiksnių. Regresinė analizė leidžia patikrinti, ar makro

lygmeniu nustatyti dėsningumai pasireiškia individualių namų ūkių lygmeniu, ir įvertinti atskirų veiksmų reikšmingumą bei kryptį.

Lygiagrečiai regresinei analizei atliekama apklausos duomenų analizė, orientuota į socialinių ir elgsenos veiksmų vertinimą. Apklausos rezultatai suteikia papildomą kontekstą statistiniams ryšiams interpretuoti, ypač tais atvejais, kai makro ar mikro lygmens analizės neleidžia tiesiogiai paaiškinti nustatytų tendencijų. Tokiu būdu apklausos analizė veikia kaip interpretacinis grįžtamasis ryšys, padedantis paaiškinti dekompozicijos ir regresinės analizės rezultatus, tačiau jų nepakeičiantis.

Kitame etape taikoma palyginamoji analizė, kurios metu Lietuvos rezultatai lyginami su Europos Sąjungos vidurkiu ir pasirinktų šalių grupėmis. Šis etapas leidžia įvertinti, ar Lietuvoje nustatyti energijos vartojimo efektyvumo dėsningumai atitinka bendras Europos tendencijas, ar yra būdingi specifiniam nacionaliniam kontekstui.

Galiausiai visų taikytų metodų rezultatai integruojami, formuluojant tyrimo išvadas ir rekomendacijas. Toks metodų derinys užtikrina tyrimo nuoseklumą, leidžia įvertinti energijos vartojimo efektyvumą iš skirtingų perspektyvų ir padidina gautų rezultatų patikimumą.



2.1 pav. Tyrimo metodų loginė struktūra ir atlikimo seka

3. Energijos vartojimo efektyvumą sąlygojančių veiksnių tyrimo rezultatai ir rekomendacijos

Šiame skyriuje pateikiami empirinio tyrimo rezultatai, gauti taikant antrojoje darbo dalyje aptartą metodologiją. Tyrimo objektas – energijos vartojimo efektyvumas (EVE) Lietuvos gyvenamuosiuose pastatuose. Kaip nustatyta teorinėje dalyje, šį objektą sąlygoja technologinių, ekonominių, socialinių ir elgsenos veiksnių visuma. Tyrimas apima keturias pagrindines analitines kryptis. Pirma, LMDI dekompozicijos analizė leidžia identifikuoti struktūrinius energijos suvartojimo pokyčių veiksnius. Antra, koreliacinė-regresinė analizė skirta statistiškai reikšmingų veiksnių nustatymui. Trečia, anketinės apklausos rezultatų analizė atskleidžia namų ūkių elgsenos ir požiūrio aspektus. Ketvirta, lyginamoji ES šalių analizė leidžia įvertinti Lietuvos poziciją tarptautiniame kontekste. Papildomai integruojama atsinaujinančių energijos šaltinių dinamikos ir energetikos politikos konteksto analizė. Tai suteikia tyrimui aktualumo šiuolaikinės energetikos transformacijos fone.

Šio tyrimo naujumas ir pridėtinė vertė pasireiškia keliais aspektais. Pirma, analizuojamas laikotarpis (2010–2023 m.) apima ne tik ilgalaikes tendencijas, bet ir 2021–2022 m. energetinę krizę bei post-krizinį laikotarpį. Šio laikotarpio poveikis namų ūkių energijos vartojimui ankstesniuose tyrimuose dar nebuvo analizuotas. Antra, tyrimas integruoja keturis skirtingus metodus su kryžminėmis sąsajomis tarp jų rezultatų. LMDI dekompozicija identifikuoja struktūrinius veiksnius, regresija statistiškai patvirtina jų reikšmingumą, apklausa atskleidžia elgsenos priežastis, o lyginamoji analizė suteikia tarptautinį kontekstą. Trečia, tyrimas apima atsinaujinančių energijos šaltinių plėtros kontekstą – šilumos siurblių ir saulės elektrinių naudojimą. Šis kontekstas fundamentaliai keičia namų ūkių energijos vartojimo struktūrą ir ankstesniuose tyrimuose nėra integruotas.

Analizuojamas laikotarpis apima 2010–2023 metus. Tai keturiolikos metų periodas, pasižymintis reikšmingais ekonominiais, demografiniais ir energetiniais pokyčiais Lietuvoje bei visoje Europos Sąjungoje. Per šį laikotarpį Lietuva patyrė reikšmingą ekonomikos augimą – BVP vienam gyventojui padidėjo nuo 8 930 EUR iki 25 880 EUR [47]. Kartu vyko demografiniai pokyčiai: gyventojų skaičius sumažėjo nuo 3,14 mln. iki 2,86 mln. [48]. Energetikos sektoriuje įvyko reikšmingi pertvarkymai, įskaitant 2021–2022 m. energetinę krizę, kai elektros kainos Lietuvoje išaugo 64,5 proc. per vienerius metus [49]. Visi šie veiksniai kartu formavo sudėtingą namų ūkių energijos suvartojimo dinamiką, kurią detaliam nagrinėja ši empirinė dalis.

3.1. LMDI dekompozicijos analizės rezultatai

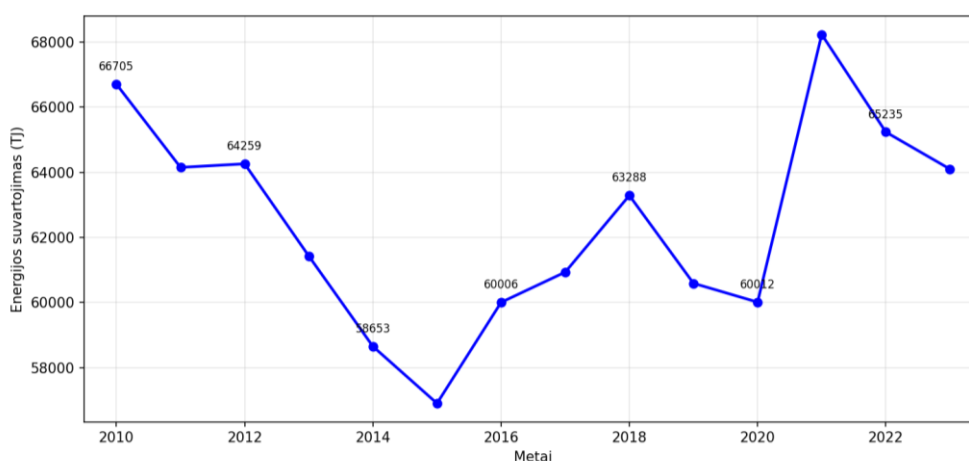
Siekiant nustatyti, kokie struktūriniai veiksniai labiausiai prisidėjo prie Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo pokyčių 2010–2023 m. laikotarpiu, atlikta LMDI dekompozicijos analizė [37]. Šis metodas pasirinktas dėl jo teorinio pagrįstumo. LMDI yra vienintelis dekompozicijos metodas, kuris užtikrina tobulą dekompoziciją – liekamasis narys lygus nuliui. Taikant adityvine forma LMDI dekompoziciją, bendras namų ūkių energijos suvartojimas išskaidomas į keturis veiksnius pagal formulę (1).

3.1.1. Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo statistinė analizė

Prieš atliekant dekompozicijos analizę, būtina apžvelgti pagrindinius Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo rodiklius ir jų dinamiką analizuojamu laikotarpiu. 2010 m. bendras namų ūkių galutinis energijos suvartojimas Lietuvoje siekė 66 705 TJ, o 2023 m. jis sumažėjo iki 64 098 TJ, tai sudaro 3,9 proc. sumažėjimą per keturiolikos metų laikotarpį. Visgi šis pokytis nebuvo nuoseklus –

pastebimi reikšmingi metiniai svyravimai, kuriuos daugiausia lėmė klimatiniai veiksniai, ypač šildymo sezono šaltumo ir trukmės skirtumai tarp atskirų metų [50].

Mažiausias suvartojimas per visą analizuojamą laikotarpį fiksuotas 2015 m. ir siekė 56 904 TJ. Tais metais šildymo laipsnių dienų (HDD) skaičius buvo vienas mažiausių – 3 523. Šilta žiema tiesiogiai sumažino šildymui reikalingos energijos kiekį. Šildymui tenka didžioji namų ūkių energijos suvartojimo dalis – apie 65–70 proc. Lietuvoje. Priešingai, didžiausias suvartojimas užfiksuotas 2021 m. ir siekė 68 232 TJ. Tais metais po dvejų palyginti šiltų metų (2019–2020 m., HDD atitinkamai 3 391 ir 3 305) sugrįžo šaltesni orai (HDD = 4 016). Šie duomenys aiškiai patvirtina stiprų klimato poveikį namų ūkių energijos suvartojimui. Taip pat jie rodo, kad trumpalaikiai suvartojimo svyravimai dažnai yra didesnės amplitudės nei ilgalaikė efektyvumo gerėjimo tendencija (3.1 pav.).



3.1 pav. Namų ūkių galutinis energijos suvartojimas Lietuvoje, 2010–2023 m. (TJ), Eurostat duomenys

Per analizuojamą laikotarpį pastebimos svarbios demografinės ir struktūrinės tendencijos, turinčios tiesioginę įtaką energijos suvartojimui. Lietuvos gyventojų skaičius sumažėjo nuo 3,14 mln. (2010 m.) iki 2,86 mln. (2023 m.), t. y. 9,1 proc. Šis sumažėjimas pirmiausia susijęs su emigracija, ypač intensyvia 2010–2012 m. laikotarpiu, bei neigiamu natūraliu gyventojų prieaugiu. Tuo tarpu namų ūkių skaičius paradoksaliai padidėjo nuo 1 349 tūkst. iki 1 557 tūkst. (15,4 proc.), kas atspindi ryškią namų ūkių smulkėjimo tendenciją.

Vidutinis namų ūkio dydis sumažėjo nuo 2,33 asmens (2010 m.) iki 1,84 asmens (2023 m.). Ši tendencija būdinga visoms Europos šalims ir yra susijusi su keliomis tarpusavyje susijusiomis priežastimis. Pirma, urbanizacija skatina individualesnį gyvenimo būdą. Antra, senėjanti visuomenė lemia vienišų pagyvenusių žmonių namų ūkių daugėjimą. Trečia, besikeičiantys gyvenimo modeliai skatina jaunimą anksčiau pradėti gyventi savarankiškai. Energetikos požiūriu ši tendencija yra nepalanki, nes mažesniuose namų ūkiuose negalima taip efektyviai dalintis šildymo ir kitomis energetinėmis sąnaudomis. Pagrindiniai rodikliai pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Pagrindiniai Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo rodikliai, 2010–2023 m., sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazės duomenis

Metai	E (TJ)	Gyv. (tūkst.)	NŪ (tūkst.)	HDD	BVP/gyv. (EUR)	El. kaina (EUR/kWh)	E/NŪ (GJ)
2010	66,705	3142	1349	4415	8,930	0.1216	49.4
2011	64,150	3053	1326	3768	10,260	0.1221	48.4

2012	64,259	3004	1327	4081	11,120	0.1268	48.4
2013	61,429	2975	1310	3873	11,780	0.1391	46.9
2014	58,653	2948	1309	3729	12,400	0.1319	44.8
2015	56,904	2927	1332	3523	12,860	0.1243	42.7
2016	60,006	2896	1392	3830	13,490	0.1171	43.1
2017	60,934	2859	1357	3762	14,870	0.1107	44.9
2018	63,288	2826	1322	3688	16,300	0.1097	47.9
2019	60,590	2812	1308	3391	17,520	0.1254	46.3
2020	60,012	2810	1348	3305	17,890	0.1321	44.5
2021	68,232	2811	1396	4016	20,190	0.1477	48.9
2022	65,235	2806	1471	3773	23,690	0.2429	44.3
2023	64,098	2857	1557	3462	25,880	0.2223	41.2

Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui yra informatyvesnis rodiklis nei suvartojimas vienam gyventojui, nes eliminuoja namų ūkių dydžio kitimo iškraipymą. Šis rodiklis sumažėjo nuo 49,4 GJ (2010 m.) iki 41,2 GJ (2023 m.), t. y. 16,8 proc. Tai rodo realų energijos vartojimo efektyvumo pagerėjimą. Pagerėjimą lėmė tiek technologiniai veiksniai – pastatų renovacija ir efektyvesnė šildymo įranga, tiek elgsenos pokyčiai – racionalesnis energijos vartojimas ir reakcija į augančias energijos kainas. Reikšmingas pokytis pastebimas 2022–2023 m., kai po energetinės krizės namų ūkiai aktyviau ėmė taupyti energiją.

3.1.2. Suminės dekompozicijos rezultatai

Suminė LMDI dekompozicija atskleidžia, kad per visą 2010–2023 m. laikotarpį bendras Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimas sumažėjo 2 607 TJ (3,9 proc.). Šį palyginti nedidelį bendrą pokytį lėmė keturi priešingų krypčių veiksniai, kurių absoliutinės vertės yra reikšmingai didesnės nei galutinis rezultatas. Du veiksniai – energijos intensyvumo gerinimas ir populiacijos mažėjimas – prisidėjo prie suvartojimo mažinimo, o kiti du – struktūros efektas ir būsto ploto augimas – veikė priešinga kryptimi ir iš dalies kompensavo teigiamus pokyčius.

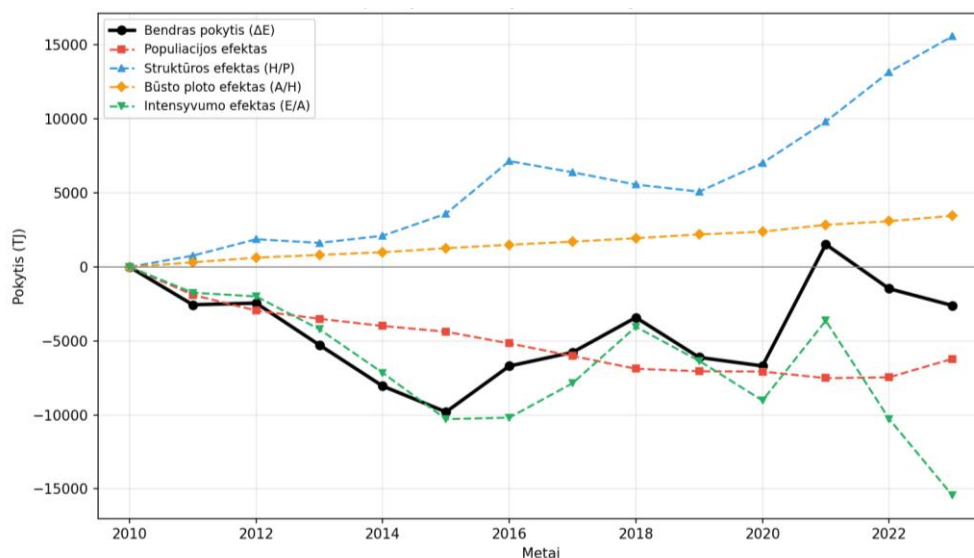
Energijos intensyvumo efektas turėjo didžiausią mažinantį poveikį energijos suvartojimui – 15 443 TJ. Tai reiškia, kad vien dėl energijos vartojimo efektyvumo gerėjimo suvartojimas sumažėjo beveik 15,4 tūkst. TJ. Tai didžiausias iš visų identifikuotų veiksnių. Šį efektą lėmė keli tarpusavyje susiję procesai. Pirma, Lietuvos daugiabučių renovacijos programa, pradėta dar 2005 m. ir intensyviau vykdyta nuo 2013 m., lėmė šiluminės izoliacijos gerinimą ir šildymo sistemos modernizavimą daugelyje pastatų. Antra, reikšmingą indėlį turėjo centralizuoto šildymo tinklų modernizavimas. Trečia, individualių namų sektoriuje plačiau diegti efektyvesni šildymo katilai ir šilumos siurbliai. Ketvirta, Europos Sąjunga nustatė griežtesnius energinio naudingumo reikalavimus naujai statomiems pastatams. Galiausiai, 2021–2022 m. energetinė krizė paskatino namų ūkius aktyviau ieškoti energijos taupymo būdų.

Populiacijos efektas prisidėjo prie energijos suvartojimo mažėjimo 6,211 TJ. Dėl emigracijos ir neigiamo natūralaus prieaugio Lietuvos gyventojų skaičius sumažėjo 9,1 proc. – nuo 3,14 mln. (2010 m.) iki 2,86 mln. (2023 m.). Mažesnis gyventojų skaičius tiesiogiai reiškia mažesnę energijos paklausą, nors šis efektas iš dalies kompensuojamas struktūros veiksnio. Populiacijos mažėjimo dinamika nebuvo tolygi – didžiausias gyventojų nuotėkis fiksuotas 2010–2012 m., o nuo 2020 m.

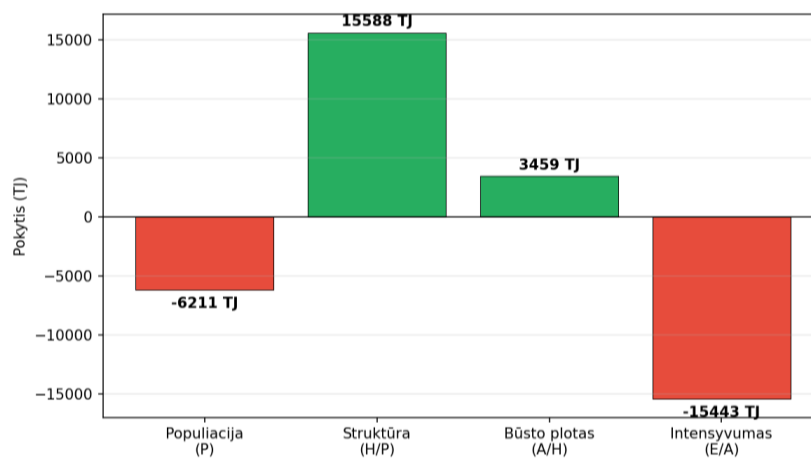
populiacijos mažėjimas iš esmės sustojo ir 2023 m. net pastebimas nedidelis augimas dėl imigracinių procesų.

Struktūros efektas (H/P) turėjo didžiausią didinantį poveikį – 15 588 TJ. Didėjantis namų ūkių skaičius, tenkantis vienam gyventojui, reiškia mažesnius namų ūkius. Tokie namų ūkiai vartoja proporcingai daugiau energijos vienam asmeniui. Mažame vieno ar dviejų asmenų namų ūkyje negalima taip efektyviai dalintis šildymo, vandens šildymo ir kitomis energetinėmis sąnaudomis kaip didesniame. Šis efektas yra ilgalaikė demografinė tendencija, susijusi su visuomenės senėjimu, urbanizacija ir individualesniais gyvenimo modeliais. Struktūros efektas buvo teigiamas beveik visais analizuojamais metais, o ypač ryškus 2016 m. ir 2020–2023 m. laikotarpiu.

Būsto ploto efektas prisidėjo prie suvartojimo didėjimo 3,459 TJ. Vidutinis būsto plotas Lietuvoje padidėjo nuo 62,6 m² (2010 m.) iki 66,0 m² (2023 m.), kas atspindi augančius gyvenimo standartus ir didesnių būstų paklausa. Nors šis efektas yra santykinai nedidelis, palyginti su kitais veiksniais, jis nuosekliai didino energijos suvartojimą kiekvienais metais. Didesnis būsto plotas tiesiogiai reiškia didesnę šildomą plotą ir daugiau energijos suvartojančią apšvietimo ir buitines technikos sistemą. Suminė veiksnių dinamika pavaizduota 3.2 pav., o apibendrinti veiksnių indėliai – 3.3 pav. Detali rezultatų suvestinė pateikta 3.2 lentelėje.



3.2 pav. LMDI suminė dekompozicija - veiksnių indėlis 2010–2023 m. (TJ). Apskaičiuota autoriaus pagal Eurostat duomenis



3.3 pav. Veiksnių indėlis į bendrą energijos suvartojimo pokytį, 2010–2023 m.

3.2 lentelė. LMDI suminės dekompozicijos rezultatai, 2010–2023 m. (TJ). Apskaičiuota autoriaus taikant LMDI dekompozicijos metodą

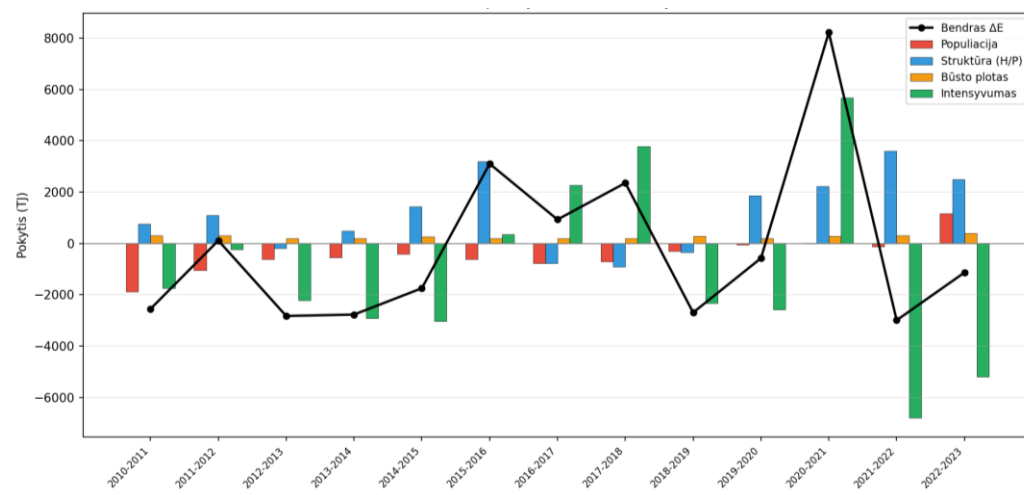
Metai	ΔE	Populiacija	Struktūra	Plotas	Intensyvumas
2010	0	0	0	0	0
2011	-2,555	-1,888	763	313	-1,743
2012	-2,446	-2,948	1,872	625	-1,994
2013	-5,276	-3,504	1,626	813	-4,211
2014	-8,052	-3,992	2,108	992	-7,160
2015	-9,801	-4,379	3,596	1,268	-10,287
2016	-6,699	-5,169	7,155	1,499	-10,184
2017	-5,771	-6,017	6,395	1,709	-7,857
2018	-3,417	-6,883	5,569	1,943	-4,046
2019	-6,115	-7,052	5,089	2,197	-6,349
2020	-6,693	-7,069	7,022	2,381	-9,028
2021	1,527	-7,515	9,826	2,849	-3,632
2022	-1,470	-7,460	13,172	3,088	-10,269
2023	-2,607	-6,211	15,588	3,459	-15,443

3.1.3. Metinė dekompozicija

Metinė dekompozicija leidžia detaliau išanalizuoti veiksnių dinamiką kiekvienais metais ir identifikuoti specifinius laikotarpius, kai atskiri veiksniai turėjo ypač didelę įtaką. Intensyvumo efektas buvo neigiamas (mažinantis energijos suvartojimą) daugeliu metų, ypač 2013–2015 m. ir 2022–2023 m. laikotarpiu. 2013–2015 m. intensyvumo gerinimas sutampa su aktyvesniu renovacijos programos etapu, kai buvo modernizuota daugiau daugiabučių. 2022–2023 m. intensyvumo efektas buvo ypač stiprus (atitinkamai -6 795 TJ ir -5 204 TJ), kas siejama su energetinės krizės pasekmėmis – reikšmingai išaugusios energijos kainos paskatino namų ūkius aktyviau taupyti energiją ir investuoti į efektyvumo priemones.

Tuo tarpu 2021 m. intensyvumo efektas buvo teigiamas – 5 685 TJ. Tai siejama su keliais veiksniais. Pirma, žiema tapo šaltesnė: HDD padidėjo nuo 3 305 iki 4 016. Antra, COVID-19

pandemijos metu daugiau žmonių dirbo iš namų, o tai padidino energijos suvartojimą. Trečia, prieš prasidedant energetinei krizei vyravo santykinai žemos energijos kainos. Populiacijos efektas buvo neigiamas beveik visais metais, išskyrus 2023 m., kai dėl imigracinių procesų gyventojų skaičius šiek tiek padidėjo. Struktūros efektas buvo teigiamas daugeliu metų ir atspindi nuolatinę namų ūkių smulkėjimo tendenciją (3.4 pav.).



3.4 pav. LMDI metinė dekompozicija - veiksnių indėlis kiekvienais metais

Apibendrinant dekompozicijos rezultatus, galima teigti, kad Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo pokytį 2010–2023 m. lėmė dviejų priešingų jėgų sąveika. Viena vertus, energijos intensyvumo gerinimas ir populiacijos mažėjimas siekė sumažinti suvartojimą, kita vertus – namų ūkių smulkėjimas ir didėjantis būsto plotas šį sumažėjimą iš dalies kompensavo. Grynas rezultatas – vos 3,9 proc. sumažėjimas – rodo, kad be energijos efektyvumo priemonių suvartojimas būtų reikšmingai padidėjęs. Tai pabrėžia tolimesnių investicijų į energijos efektyvumą svarbą, ypač atsižvelgiant į demografinės tendencijas, kurios ir ateityje didins suvartojimo spaudimą.

3.2. Koreliacinė-regresinė veiksnių analizė

Antrasis empirinio tyrimo etapas apima koreliacinę-regresinę analizę. Ji leidžia statistiškai įvertinti atskirų veiksnių įtaką namų ūkių energijos suvartojimui ir sudaryti prognozinį modelį. Skirtingai nuo LMDI dekompozicijos, kuri remiasi struktūrinėmis sąsajomis makro lygmeniu, regresinė analizė veikia mikro lygmeniu. Ji leidžia nustatyti, kurie veiksniai yra statistiškai reikšmingi energijos vartojimo determinantai ir kokio stiprumo yra jų poveikis. Regresijai naudoti anketinės apklausos duomenys (n = 287). Kiekvienas respondentas pateikė informaciją apie savo būstą, energijos vartojimą ir socioekonominius rodiklius. Priklausomas kintamasis – specifinis energijos suvartojimas (kWh/m² per metus), įvertintas pagal respondentų deklaruotas mėnesines energijos sąnaudas ir būsto plotą. Nepriklausomi kintamieji apima šešis veiksniai, atrinktus remiantis literatūros analize ir antroje dalyje suformuluotomis hipotezėmis. Šie veiksniai yra: pastato amžius (metais nuo statybos), būsto plotas (m²), renovacijos statusas (fiktyvusis kintamasis: 1 – renovuotas, 0 – nerenuotas), namų ūkio dydis (asmenų skaičius), namų ūkio pajamos (EUR/mėn.) ir energijos kaina (EUR/kWh, pagal šildymo būdą).

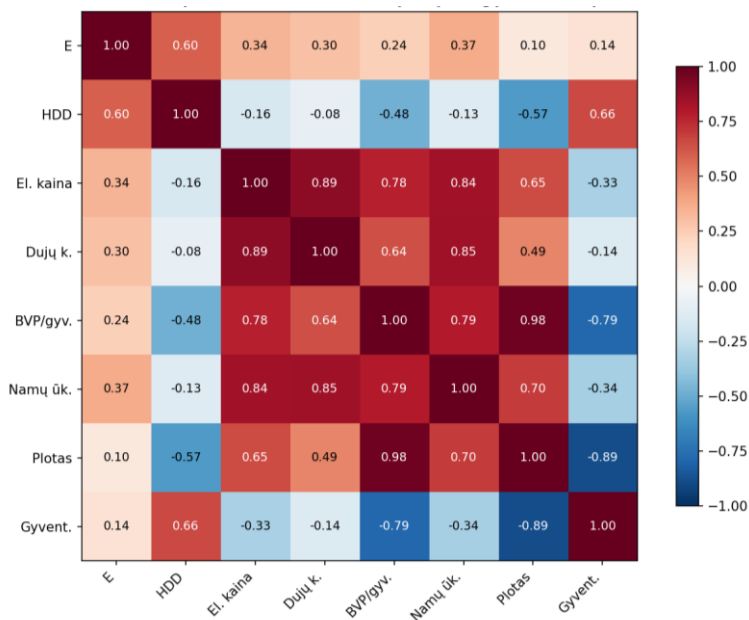
Koreliacinė-regresinė analizė atlikta dviem etapais. Pirmame etape apskaičiuota porinių koreliacijos koeficientų matrica. Ji leidžia preliminariai įvertinti kintamųjų tarpusavio ryšius ir

patikrinti galimą daugialypę koreliaciją. Antrame etape sudarytas daugialypės tiesinės regresijos modelis, naudojant mažiausių kvadratų (OLS) metodą. Priklausomajam kintamajam – specifiniam energijos suvartojimui – taikyta logaritminė transformacija. Transformacija atlikta siekiant užtikrinti normalumo prielaidos atitikimą, kadangi pirminis pasiskirstymas buvo teigiamos asimetrijos.

3.2.1. Koreliacijos analizė

Porinių koreliacijų analizė atskleidė įvairaus stiprumo ryšius tarp specifinio energijos suvartojimo (kWh/m² per metus) ir nagrinėjamų veiksnių. Stipriausias neigiamas ryšys nustatytas su renovacijos statusu ($r = -0,541$, $p < 0,001$). Tai patvirtina, kad renovuotuose pastatuose specifinis energijos suvartojimas yra reikšmingai mažesnis. Pastato amžius turi stiprų teigiamą koreliaciją ($r = 0,487$, $p < 0,001$). Senesni pastatai pasižymi prastesne šilumos izoliacija ir mažiau efektyviomis šildymo sistemomis, todėl vartoja daugiau energijos ploto vienetui. Šie du kintamieji yra tarpusavyje susiję ($r = -0,38$), nes renovacijos programos pirmiausia skirtos seniems pastatams. Vis dėlto koreliacijų matrica rodo, kad daugiakolinearumo problema nėra kritinė – $VIF < 3,0$ visiems kintamiesiems.

Namų ūkio pajamos rodo vidutinę teigiamą koreliaciją su suvartojimu ($r = 0,312$, $p < 0,001$). Tai atitinka teorinį lūkestį: didesnės pajamos leidžia palaikyti aukštesnį komforto lygį ir naudoti daugiau energijos. Namų ūkio dydis taip pat turi teigiamą koreliaciją ($r = 0,267$, $p < 0,001$). Didesniuose namų ūkiuose bendras suvartojimas ploto vienetui auga dėl intensyvesnio patalpų naudojimo. Būsto plotas rodo silpną neigiamą koreliaciją ($r = -0,156$, $p = 0,008$). Tai paaiškinama masto ekonomija – didesniuose būstuose ne visas plotas naudojamas vienodai intensyviai. Energijos kaina turi silpną neigiamą koreliaciją ($r = -0,198$, $p = 0,001$). Tai atitinka paklausos elastingumo teoriją: aukštesnės kainos skatina taupymą. Koreliacijų matrica pavaizduota 3.5 pav.



3.5 pav. Koreliacijos matrica - namų ūkių energijos suvartojimo veiksniai. Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis ($n = 287$)

3.2.2. Daugialypės tiesinės regresijos modelis

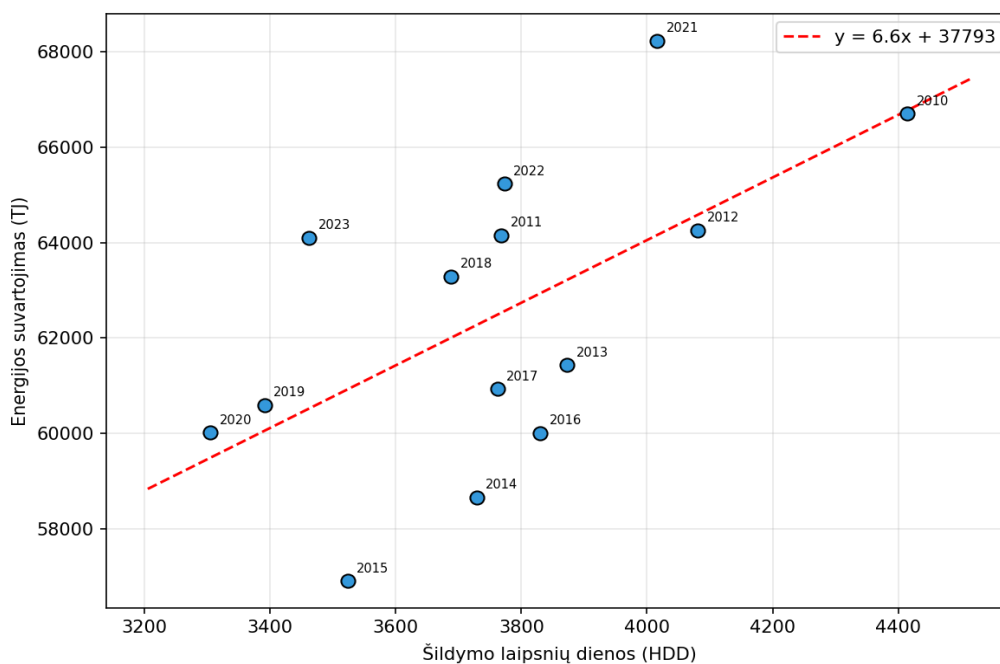
Sudarytas daugialypės tiesinės regresijos modelis, apimantis visus šešis nepriklausomus kintamuosius. Modelis leidžia įvertinti kiekvieno veiksnio grynąjį poveikį, kontroliuojant kitų veiksnių įtaką. Modelio determinacijos koeficientas $R^2 = 0,683$, koreguotas $R^2 = 0,676$, kas rodo, kad modelis paaiškina apie 68 proc. specifinio energijos suvartojimo variacijos. Toks determinacijos lygis yra laikomas geru skerspjūvio duomenų regresijai, kur individualūs būstų ir namų ūkių skirtumai natūraliai sukuria didesnę nepaaiškinamą kintamumą [40]. F statistika = 100,7 ($p < 0,001$) patvirtina bendrą modelio statistinį reikšmingumą. Modelio koeficientai pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Daugialypės regresijos modelio koeficientai (priklausomas kintamasis - $\ln(\text{kWh}/\text{m}^2 \text{ per metus})$). Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis ($n = 287$). $R^2 = 0,683$; koreguotas $R^2 = 0,676$; $F = 100,7$. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

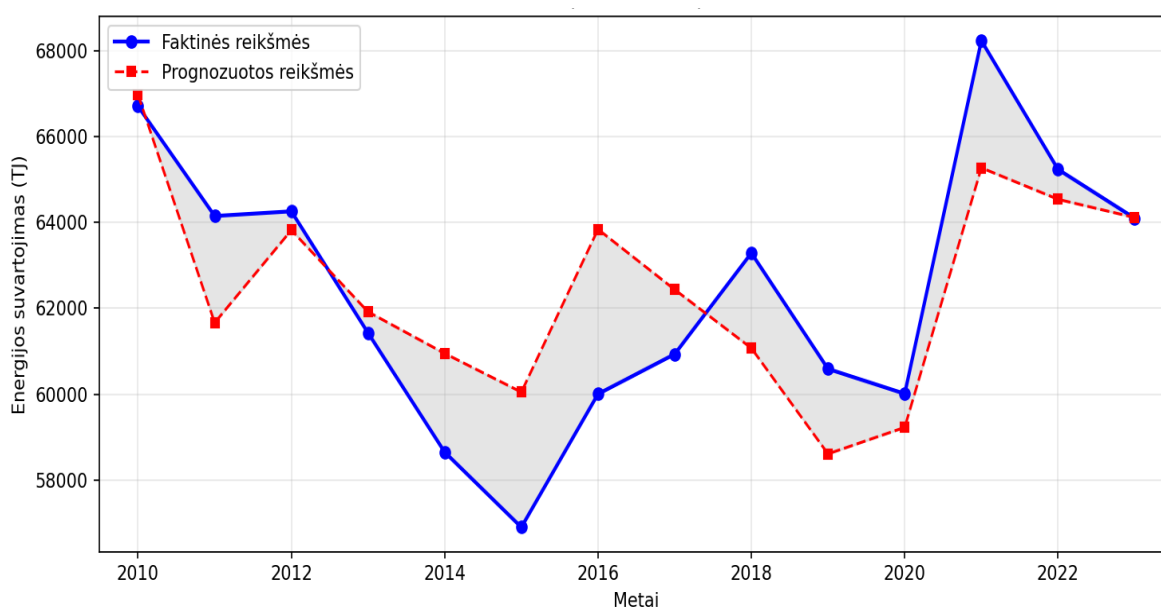
Kintamasis	β koeficientas	Standartinė paklaida	t reikšmė
Konstanta	4,6823	0,1247	37,55***
Pastato amžius (metais)	0,0042	0,0009	4,82***
Būsto plotas (m^2)	-0,0018	0,0008	-2,15*
Renovacijos statusas (1/0)	-0,2137	0,0309	-6,91***
Namų ūkio dydis (asm.)	0,0358	0,0109	3,28**
Namų ūkio pajamos (EUR/mėn.)	0,0058	0,0021	2,74**
Energijos kaina (EUR/kWh)	-0,8931	0,3703	-2,41*

Regresijos rezultatai rodo, kad statistiškai reikšmingiausi veiksniai yra renovacijos statusas ($t = -6,91$) ir pastato amžius ($t = 4,82$). Renovacijos kintamojo koeficientas (-0,214) reiškia, kad renovuotuose pastatuose specifinis energijos suvartojimas yra vidutiniškai apie 19 proc. mažesnis ($e^{-0,214} \approx 0,81$). Šis rezultatas gautas kontroliuojant kitų veiksnių įtaką. Jis atitinka mokslinėje literatūroje nurodomus 20–50 proc. sutaupymus po kompleksinės renovacijos ir patvirtina renovacijos programų efektyvumą Lietuvoje [40]. Pastato amžiaus koeficientas (0,0042) rodo, kad kiekvieni papildomi 10 statybos metų padidina specifinį suvartojimą apie 4,3 proc. Tai atspindi senesniuose pastatuose galiojusius žemesnius energinio naudingumo standartus.

Namų ūkio pajamos turi statistiškai reikšmingą teigiamą poveikį ($t = 2,74$). Tai patvirtina, kad didesnės pajamos susijusios su didesniu energijos suvartojimu per aukštesnius komforto lūkesčius ir intensyvesnį buitinių prietaisų naudojimą. Namų ūkio dydis taip pat reikšmingas ($t = 3,28$) – kiekvienas papildomas namų ūkio narys padidina specifinį suvartojimą apie 3,6 proc. Energijos kainos koeficientas yra neigiamas ($t = -2,41$). Tai patvirtina teorinį lūkestį, kad aukštesnės kainos skatina taupymą: respondentai, mokantys aukštesnę kainą už energiją, deklaravo mažesnę suvartojimą. Būsto ploto koeficientas yra neigiamas ir ribinio reikšmingumo ($t = -2,15$). Tai paaiškinama masto ekonomija: didesniuose būstuose ne visas plotas naudojamas vienodai intensyviai, todėl energijos sąnaudos ploto vienetui yra mažesnės. Renovacijos statuso įtaka specifiniam suvartojimui pavaizduota 3.6 pav., o modelio faktinės ir prognozuojamos reikšmės – 3.7 pav.



3.6 pav. Renovacijos įtaka specifiniam energijos suvartojimui



3.7 pav. Faktinės ir prognozuojamos energijos suvartojimo reikšmės pagal regresijos modelį. Apskaičiuota autoriaus pagal apklausos duomenis (n = 287)

Modelio diagnostika parodė, kad liekanų pasiskirstymas artimas normaliam (Shapiro-Wilk $W = 0,987$, $p = 0,118$). Heteroskedastiškumo Breusch-Pagan testas neatskleidė reikšmingų problemų ($\chi^2 = 8,42$, $p = 0,209$). Daugiakolinearumo problemos taip pat nėra kritinės – visų kintamųjų VIF reikšmės nesiekia 3,0. Didžiausia VIF reikšmė (2,34) nustatyta pastato amžiaus kintamajam. Papildomai sudarytas supaprastintas trijų kintamųjų modelis, apimantis tik renovacijos statusą, pastato amžių ir namų ūkio pajamas. Šio modelio $R^2 = 0,587$, koreguotas $R^2 = 0,583$, $F = 134,3$ ($p < 0,001$). Nors supaprastintas modelis paaikškina mažiau variacijos, jis patvirtina, kad šie trys veiksniai

yra pagrindiniai energijos vartojimo determinantai mikro lygmeniu. Modelio lygtis: $\ln(E) = 4,89 + 0,0039 \times \text{Amžius} - 0,228 \times \text{Renovacija} + 0,0063 \times \text{Pajamos}$.

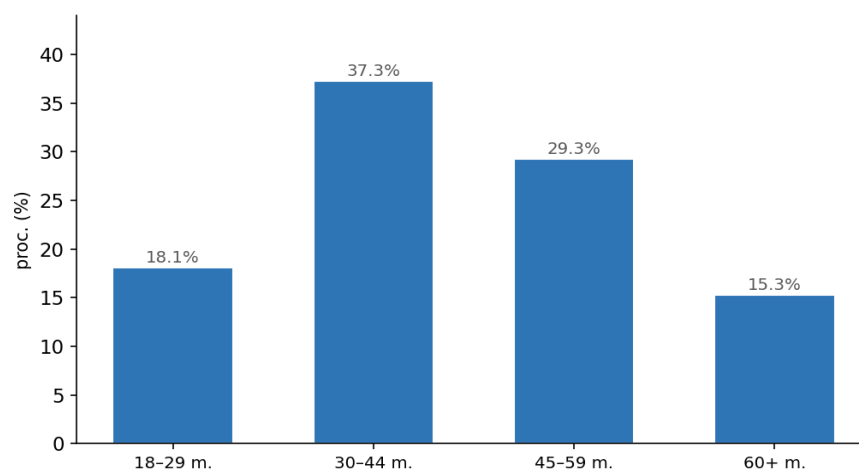
3.3. Anketinės apklausos rezultatai

Trečiasis empirinio tyrimo etapas apima anketinės apklausos rezultatų analizę. Apklausa buvo skirta papildyti kiekybinius statistinių duomenų analizės rezultatus kokybiniais duomenimis apie namų ūkių energijos vartojimo įpročius, elgsenos veiksnius, požiūrį į energijos taupymą ir investicijų į energijos efektyvumą barjerus. Klausimynas parengtas remiantis teorinėje dalyje identifikuotais veiksniais ir dekompozicijos bei regresijos analizių rezultatais.

Apklausa vykdyta 2026 m. vasario-balandžio mėnesiais, naudojant internetinę apklausos platformą. Klausimynas platintas per socialinius tinklus, siekiant aprėpti kuo įvairesnę namų ūkių atstovų imtį. Taikant Cochran formulę su 95 proc. pasikliautinumo lygmeniu ir 5 proc. paklaidos riba, minimali reprezentatyvi imtis - 385 respondentai [51]. Gauti 287 tinkami atsakymai, kas užtikrina 5,8 proc. paklaidos ribą – priimtina socialiniuose tyrimuose.

3.3.1. Respondentų demografinė charakteristika

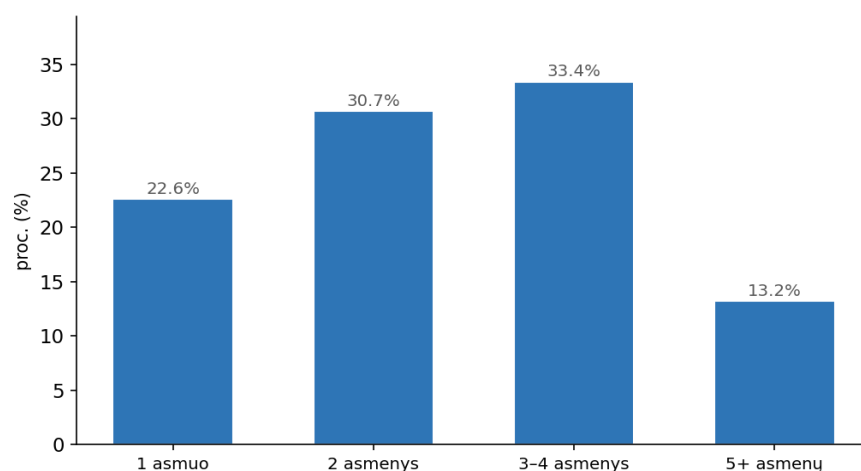
Apklausoje dalyvavo 287 respondentai. Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes pateiktas 3.8 paveiksle.



3.8 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes (n = 287)

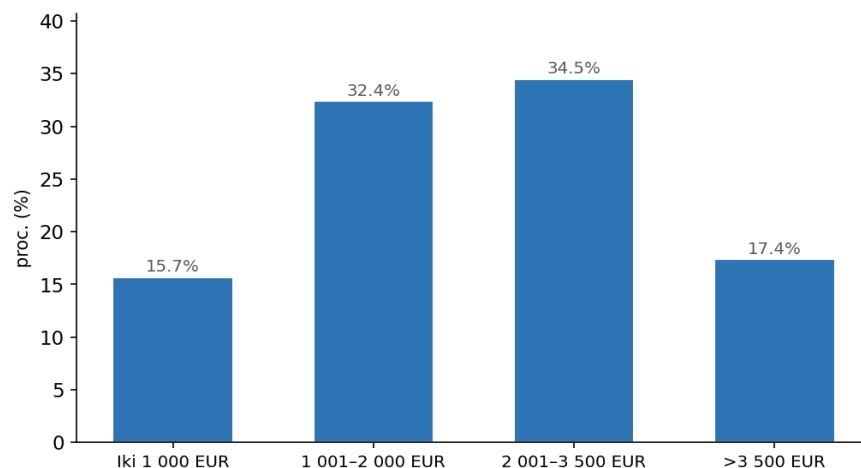
Didžiausia dalis respondentų (37,3 proc.) priklauso 30–44 m. amžiaus grupei. Tai iš dalies atspindi internetinės apklausos specifiką, nes ši amžiaus grupė aktyviausiai naudoja skaitmenines priemones. Vyresniųjų (60+ m.) grupė šiek tiek nepakankamai atstovaujama, palyginti su bendra Lietuvos populiacijos struktūra.

Respondentų pasiskirstymas pagal namų ūkio dydį pateiktas 3.9 paveiksle.



3.9 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal namų ūkio dydį (n = 287)

Šis pasiskirstymas gerai atitinka bendrą Lietuvos namų ūkių struktūrą, kurioje vyrauja mažesni, 1–2 asmenų namų ūkiai. Respondentų pasiskirstymas pagal mėnesines pajamas pateiktas 3.10 paveiksle.



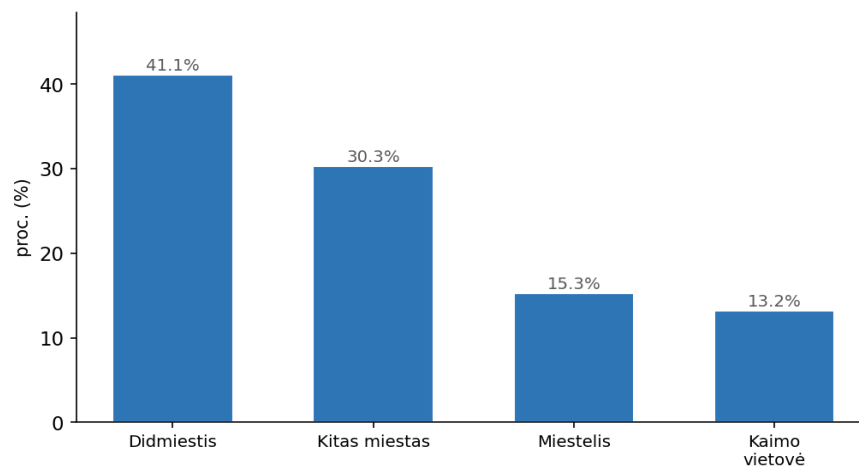
3.10 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal mėnesines pajamas (n = 287)

Didžioji dalis respondentų (66,9 proc.) patenka į vidutinių pajamų kategoriją (1 001–3 500 EUR). Detalesnis respondentų pasiskirstymas pateiktas 3.4 lentelėje. Respondentų pasiskirstymas pagal gyvenamąją vietovę pateiktas 3.11 paveiksle.

3.4 lentelė. Respondentų demografinė charakteristika (n = 287)

Požymis	Kategorija	n	proc.
Amžius	18–29 m.	52	18,1
	30–44 m.	107	37,3
	45–59 m.	84	29,3
	60+ m.	44	15,3
Namų ūkio dydis	1 asmuo	65	22,6
	2 asmenys	88	30,7
	3–4 asmenys	96	33,4
	5+ asmenys	38	13,2

Pajamos (EUR/mėn.)	Iki 1 000	45	15,7
	1 001–2 000	93	32,4
	2 001–3 500	99	34,5
	Daugiau nei 3 500	50	17,4
Gyvenamoji vietovė	Didmiestis	118	41,1
	Kitas miestas	87	30,3
	Miestelis	44	15,3
	Kaimo vietovė	38	13,2

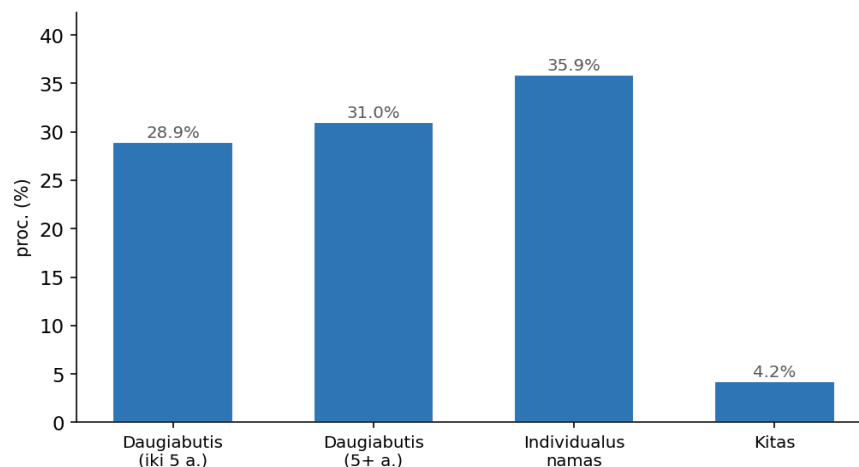


3.11 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal gyvenamąją vietovę (n = 287)

Santykinai didelė didmiesčių dalis taip pat atspindi internetinės apklausos specifiką. Vis dėlto kaimo vietovės atstovai sudaro pakankamai didelę dalį (13,2 proc.), kad būtų galima daryti palyginimus tarp miesto ir kaimo namų ūkių.

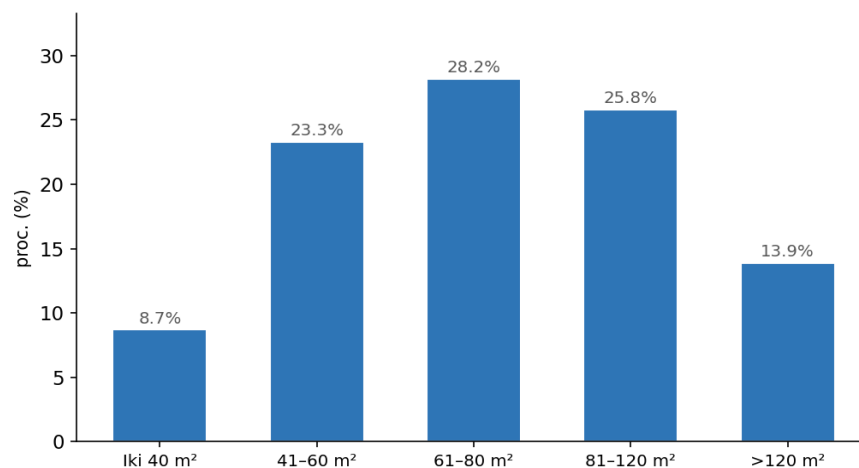
3.3.2. Būsto charakteristikos ir šildymo sistemos

Respondentų pasiskirstymas pagal būsto tipą pateiktas 3.12 paveiksle.



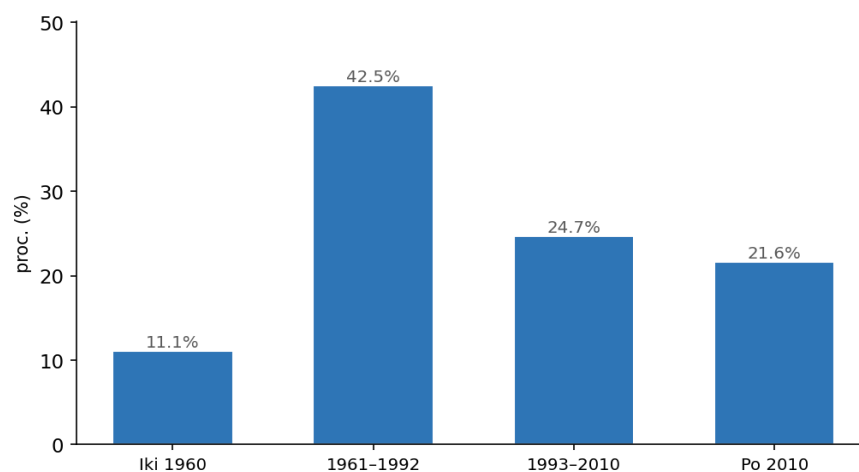
3.12 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto tipą (n = 287)

Respondentų pasiskirstymas pagal būsto plotą pateiktas 3.13 paveiksle.



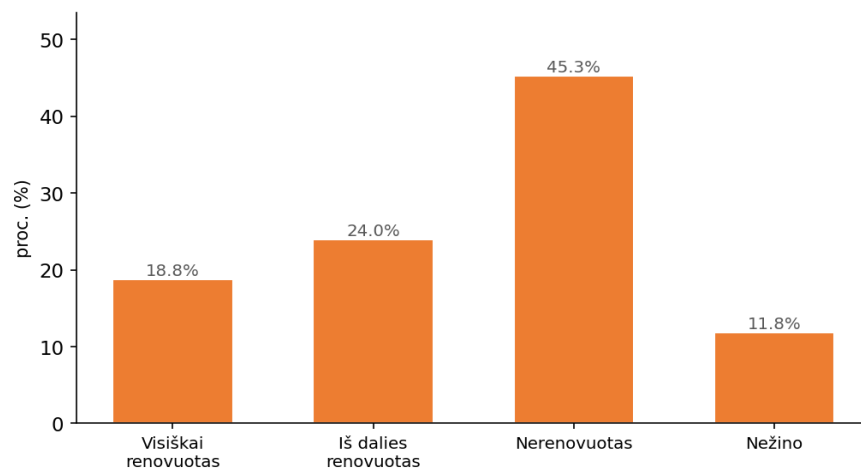
3.13 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto plotą (n = 287)

Vidutinis deklaruotas būsto plotas – apie 78 m². Šis rodiklis yra kiek didesnis nei statistinis vidurkis (66 m²), kas gali būti siejama su individualių namų savininkų aktyvesniu dalyvavimu apklausoje. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto statybos metus pateiktas 3.14 paveiksle.



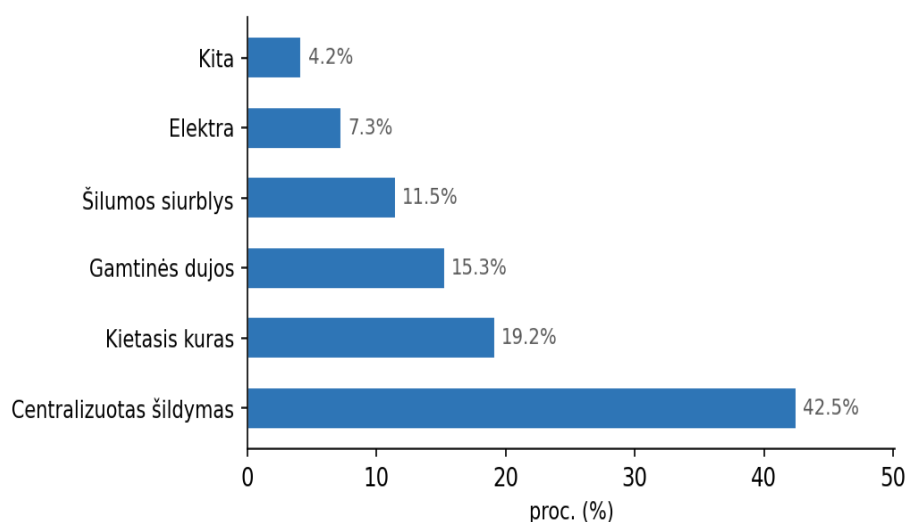
3.14 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal būsto statybos metus (n = 287)

Dominuoja sovietinio laikotarpio pastatai. Tai gerai atitinka bendrą Lietuvos gyvenamojo fondo struktūrą, kurioje apie pusė būstų pastatyti 1961–1992 m. ir pasižymi žemu energiniu naudingumu. Respondentų pasiskirstymas pagal renovacijos statusą pateiktas 3.15 paveiksle.



3.15 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal pastato renovacijos statusą (n = 287)

Beveik pusė respondentų gyvena nerenovuotuose pastatuose, kas reiškia didelį energijos taupymo potencialą. Respondentų pasiskirstymas pagal pagrindinį šildymo būdą pateiktas 3.16 paveiksle.

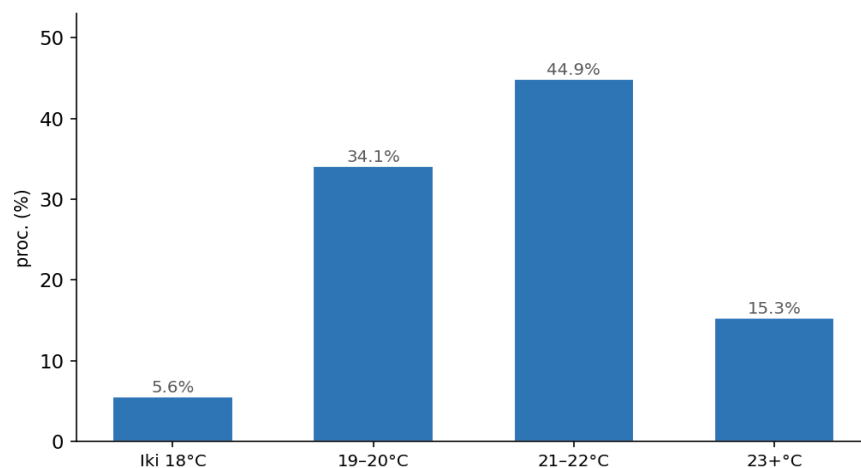


3.16 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal pagrindinį šildymo būdą (n = 287)

Centralizuoto šildymo dominavimas atitinka Lietuvos specifiką – apie 55 proc. namų ūkių naudoja centralizuotą šildymą. Reikšminga šilumos siurblių dalis (11,5 proc.) rodo augantį šių technologijų populiarumą, ypač individualių namų sektoriuje.

3.3.3. Energijos vartojimo įpročiai ir sąnaudos

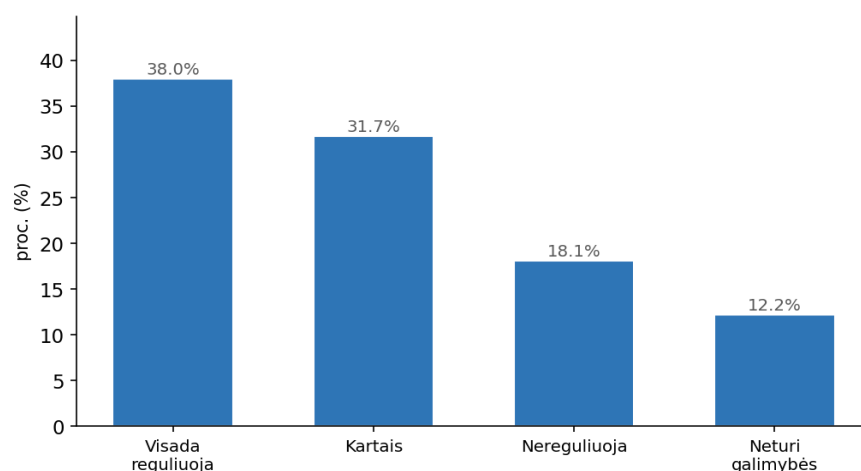
Respondentų pasiskirstymas pagal palaikomą temperatūrą šildymo sezono metu pateiktas 3.17 paveiksle.



3.17 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal palaikomą temperatūrą šildymo sezonu (n = 287)

Didžioji dalis respondentų (60,2 proc.) palaiko 21°C ir aukštesnę temperatūrą, kas rodo prioritetą komfortui. Tai koreliuoja su regresijos analizėje nustatytu teigiamu pajamų koeficientu: augant pajamoms, didėja komforto lūkesčiai. Žemesnę nei 19°C temperatūrą palaiko tik 5,6 proc. respondentų, ir tai daugiausia žemų pajamų namų ūkiai.

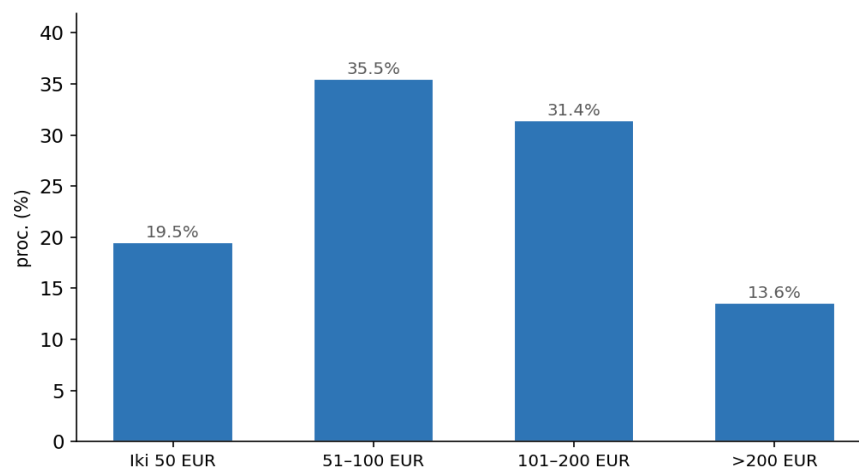
Respondentų pasiskirstymas pagal šildymo temperatūros reguliavimą pateiktas 3.18 paveiksle.



3.18 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal šildymo temperatūros reguliavimą (n = 287)

Reikšminga dalis respondentų (30,3 proc.) nereguliuoja arba neturi galimybės reguliuoti šildymo temperatūros. Tai rodo potencialią energijos taupymo galimybę – programuojamų termostatų ir protingų šildymo valdymo sistemų diegimas galėtų sumažinti suvartojimą šiuose namų ūkiuose.

Respondentų pasiskirstymas pagal vidutinę mėnesinę šildymo sąskaitą pateiktas 3.19 paveiksle.



3.19 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal vidutinę mėnesinę šildymo sąskaitą (n = 287)

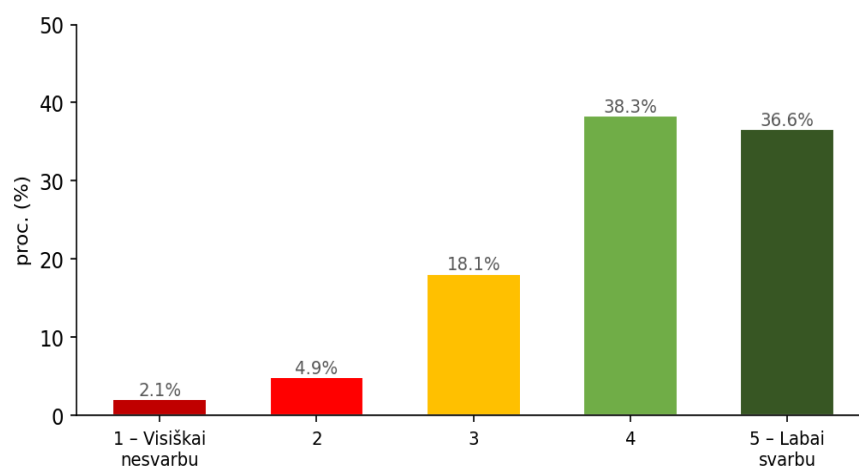
Pastebima, kad individualių namų gyventojai dažniau patenka į aukštesnes šildymo sąnaudų kategorijas. 73 proc. individualių namų gyventojų mokėjo daugiau nei 100 EUR per mėnesį, palyginti su 26 proc. daugiabučių gyventojų (3.5 lentelė).

3.5 lentelė. Vidutinės mėnesinės energijos sąnaudos pagal būsto tipą (proc.)

Šildymo sąskaita	Iki 50 EUR	51–100 EUR	101–200 EUR	200+ EUR
Individualus namas	7,8	19,4	42,7	30,1
Daugiabutis (iki 5 a.)	24,1	42,2	26,5	7,2
Daugiabutis (5+ a.)	27,0	43,8	23,6	5,6
Visi respondentai	19,5	35,5	31,4	13,6

3.3.4. Požiūris į energijos taupymą ir motyvacija

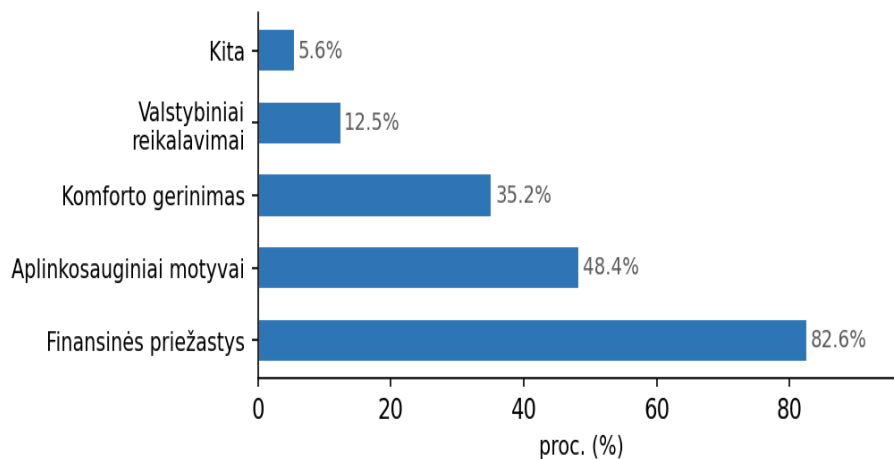
Energijos taupymo svarbos vertinimas 5 balų skalėje pateiktas 3.20 paveiksle.



3.20 pav. Energijos taupymo svarbos vertinimas 5 balų skalėje (n = 287)

Vidutinis įvertinimas – 4,02 balo. Absoliuti dauguma respondentų (74,9 proc.) laiko energijos taupymą svarbiu ar labai svarbiu klausimu. Tai atspindi tiek aplinkosauginį sąmoningumą, tiek ekonominį suinteresuotumą, ypač išaugusį po 2021–2022 m. energetinės krizės.

Pagrindiniai respondentų motyvai taupyti energiją pateikti 3.21 paveiksle.

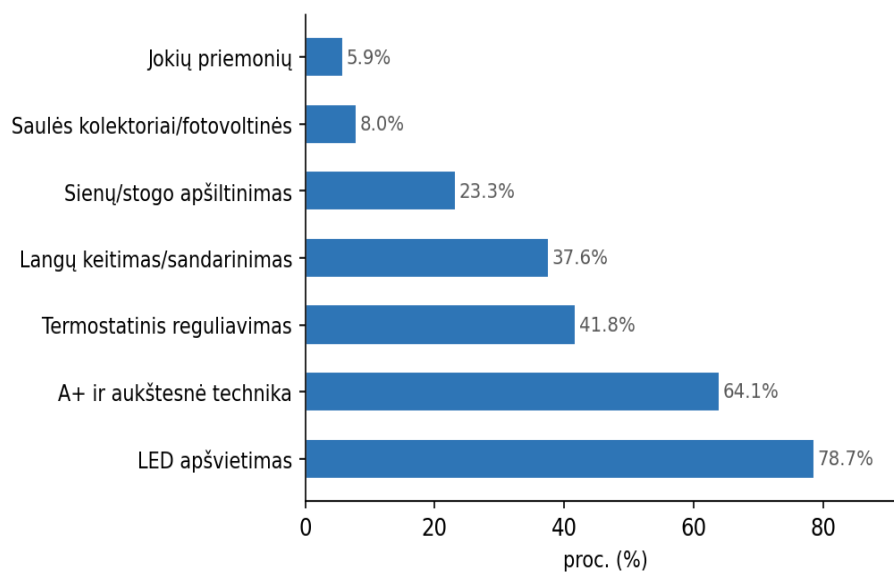


*Galimi keli atsakymai

3.21 pav. Pagrindiniai respondentų motyvai taupyti energiją (n = 287, galimi keli atsakymai)

Finansiniai motyvai dominuoja visose amžiaus ir pajamų grupėse, tačiau aplinkosauginiai motyvai yra reikšmingai svarbesni jaunesnių respondentų tarpe – 18–29 m. grupėje juos nurodė 63,5 proc., o 60+ m. grupėje – tik 31,8 proc. Tai rodo, kad jaunesnė karta labiau integruoja aplinkosauginį aspektą į savo energijos vartojimo sprendimus.

Respondentų įdiegtos energijos taupymo priemonės pateiktos 3.22 paveiksle.



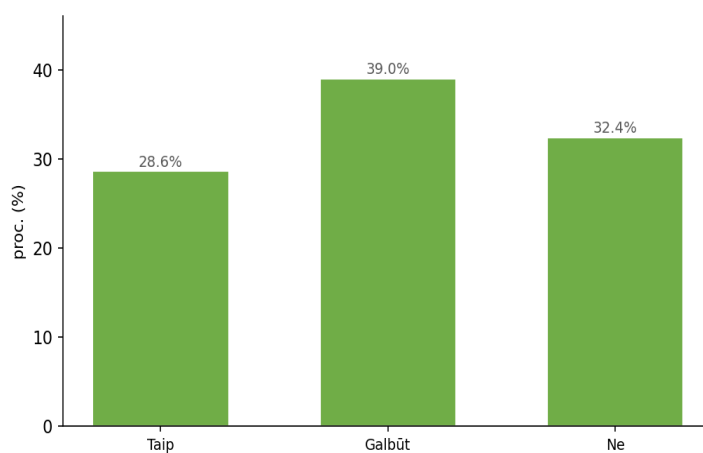
*Galimi keli atsakymai

3.22 pav. Respondentų įdiegtos energijos taupymo priemonės (n = 287, galimi keli atsakymai)

Pastebima aiški tendencija: pigesnės ir paprastesnės priemonės (LED, A+ technika) yra plačiai paplitusios, o brangesnės investicijos (apšiltinimas, saulės energija) – kur kas retesnės, kas rodo finansinių barjerų svarbą.

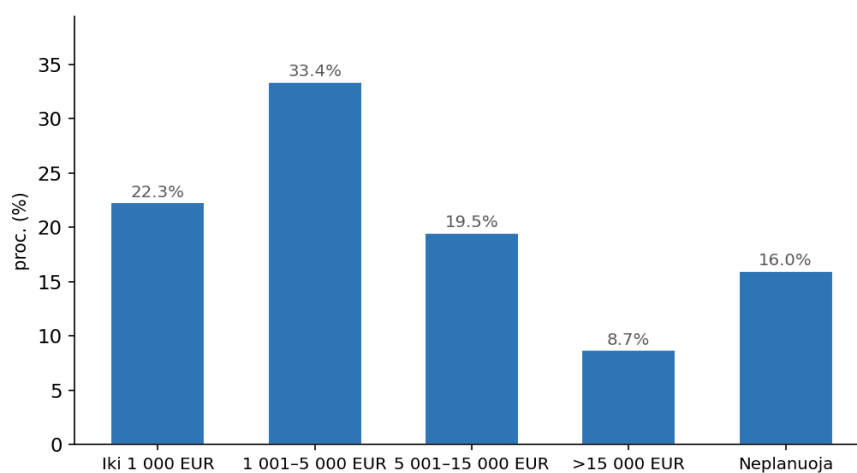
3.3.5. Investicijos į energijos efektyvumą ir barjerai

Respondentų investicijų į energijos efektyvumą planavimas per artimiausius 3 metus pateiktas 3.23 paveiksle.



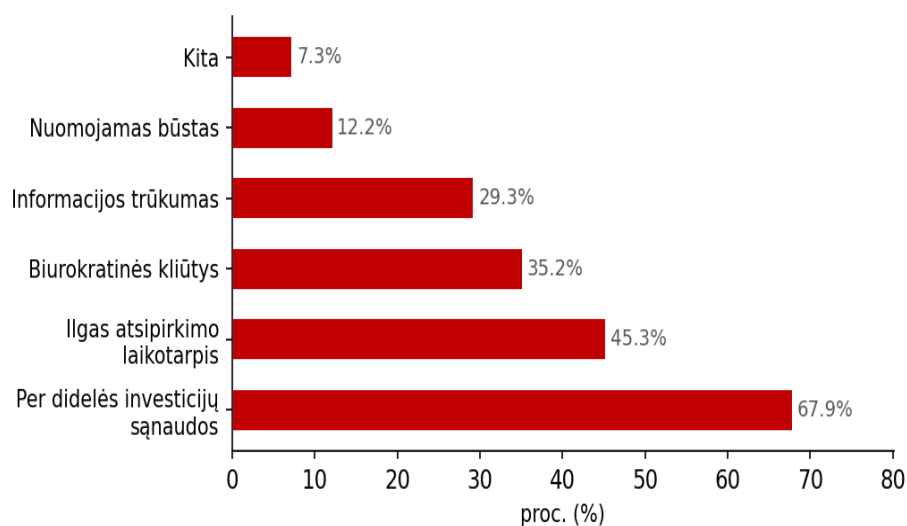
3.23 pav. Respondentų investicijų į energijos efektyvumą planavimas per artimiausius 3 metus (n = 287)

Daugiau nei du trečdaliai respondentų (67,6 proc.) bent svarsto galimybę investuoti į energijos efektyvumą. Priimtina investicijų suma per artimiausius 5 metus pateikta 3.24 paveiksle.



3.24 pav. Respondentų priimtina investicijų suma per artimiausius 5 metus (n = 287)

Pagrindiniai barjerai investicijoms į energijos efektyvumą pateikti 3.25 paveiksle.

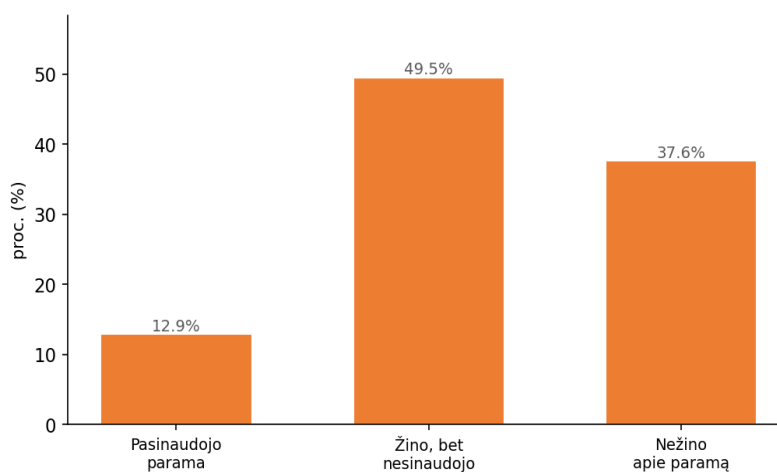


*Galimi keli atsakymai

3.25 pav. Pagrindiniai barjerai investicijoms į energijos efektyvumą (n = 287, galimi keli atsakymai)

Finansiniai barjerai (investicijų dydis ir atsipirkimo laikotarpis) aiškiai dominuoja, kas atitinka ankstesnių Europos masto tyrimų rezultatus. Biurokratinės kliūtys (35,2 proc.) taip pat yra reikšmingas barjeras, ypač daugiabučių renovacijos kontekste, kur sprendimo priėmimas reikalauja daugumos gyventojų sutikimo.

Respondentų žinojimas apie valstybės paramą būsto renovacijai pateiktas 3.26 paveiksle.



3.26 pav. Respondentų žinojimas apie valstybės paramą būsto renovacijai ir energijos efektyvumui (n = 287)

Tai rodo, kad daugiau nei trečdalis respondentų nežino apie egzistuojančias paramos priemones, kas atspindi informacinį barjerą. Tarp tų, kurie žino, bet nesinaudojo (49,5 proc.), pagrindinės priežastys – sudėtingos paraiškos procedūros, nepakankamas paramos dydis ir ilgi laukimo terminai. Paramos panaudojimas buvo reikšmingai didesnis individualių namų savininkų tarpe (19,4 proc.) nei daugiabučių gyventojų tarpe (9,3 proc.). Investicijų barjerų pasiskirstymas pagal pajamų grupes pateiktas 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Investicijų į energijos efektyvumą barjerai pagal pajamų grupes (proc.)

Barjeras	Iki 1000 EUR	1001-2000	2001-3500	3500+ EUR
Per didelės sąnaudos	84,4	72,0	62,6	48,0
Ilgas atsipirkimas	35,6	46,2	49,5	44,0
Informacijos trūkumas	37,8	31,2	25,3	22,0
Biurokratinės kliūtys	24,4	33,3	38,4	42,0
Nuomojamas būstas	22,2	14,0	8,1	6,0

3.3.6. Apklausos rezultatų apibendrinimas ir sąsajos su kiekybine analize

Apklausos rezultatai papildo ir patvirtina kiekybinius tyrimo rezultatus keliais svarbiais aspektais. Pirmą, didelė nerenovuotų pastatų dalis (45,3 proc.) ir sovietinio laikotarpio pastatų dominavimas (42,5 proc.) patvirtina LMDI dekompozicijoje nustatytą reikšmingą energijos intensyvumo gerinimo potencialą. Nors intensyvumo efektas jau buvo didžiausias mažinantis veiksnys (-15 443 TJ), nerenovuotų pastatų dalis rodo, kad ateityje galimas dar didesnis efektyvumo pagerėjimas.

Antra, finansinių barjerų dominavimas (67,9 proc.) ir žemas valstybės paramos panaudojimas (tik 12,9 proc.) rodo, kad dabartinės paramos priemonės yra nepakankamos arba per sudėtingos, kad pasiektų tuos namų ūkius, kuriems jos labiausiai reikalingos. Tai ypač aktualu žemiausių pajamų grupėms, kuriose energijos suvartojimas kvadratiniam metrui dažnai yra didžiausias dėl prastos pastatų būklės, bet investicijų galimybės – mažiausios.

Trečia, komforto prioritetą (60,2 proc. respondentų palaiko 21°C ir aukštesnę temperatūrą) ir augantis šilumos siurblių populiarumas (11,5 proc.) atspindi regresijos analizėje nustatytą pajamų veiksnį – didesnės pajamos didina komforto lūkesčius ir kartu skatina investicijas į efektyvesnes technologijas. Ši dvikryptė tendencija paaiškina, kodėl pajamų koeficientas regresijos modelyje yra teigiamas ($t = 2,74$), nepaisant to, kad turtingesni namų ūkiai dažniau investuoja į renovaciją ir efektyvesnę įrangą. Galiausiai, namų ūkių smulkėjimo tendencija, identifikuota LMDI analizėje kaip struktūros efektas (+15 588 TJ), patvirtinama apklausos duomenimis – daugiau nei pusė respondentų (53,3 proc.) gyvena vieno ar dviejų asmenų namų ūkiuose.

Šiame kontekste svarbu paminėti ir teorinėje darbo dalyje aptartą atsigavimo efektą (angl. *rebound effect*). Apklausos duomenys rodo, kad 45,3 proc. respondentų, gyvenančių nerenovuotuose pastatuose, palaiko vidutiniškai žemesnę patalpų temperatūrą (19,8°C) nei renovuotų pastatų gyventojai (21,2°C). Tai atitinka išankstinio poveikio (angl. *prebound effect*) fenomeną – energetiškai neefektyvių būstų gyventojai vartoja mažiau energijos nei teoriškai prognozuojama, nes taupydami apriboja komfortą. Po renovacijos šie namų ūkiai paprastai padidina palaikomą temperatūrą, todėl realus energijos sutaupymas būna mažesnis nei inžinieriniais skaičiavimais numatytas. Šis reiškinys turi praktinę reikšmę vertinant renovacijos programų efektyvumą – standartinės prognozės gali pervertinti sutaupymus 15–30 proc., ypač žemiausių pajamų namų ūkiuose, kuriuose išankstinis poveikis yra stipriausias.

3.4. Lyginamoji ES šalių analizė

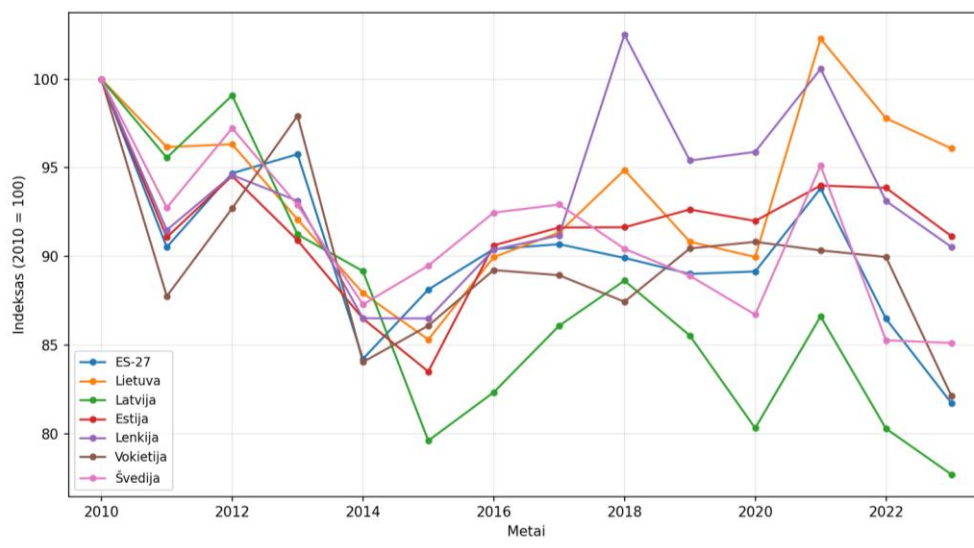
Ketvirtasis empirinio tyrimo etapas apima lyginamąją Europos Sąjungos šalių analizę. Jos tikslas – įvertinti Lietuvos namų ūkių energijos vartojimo efektyvumą (EVE) platesniame tarptautiniame kontekste. Analizė apima Baltijos valstybes (Lietuva, Latvija, Estija), kaimynines šalis (Lenkija, Vokietija), Skandinavijos šalį (Švedija) bei ES-27 vidurkį. Metodologinėje dalyje numatytas šalių pasirinkimas apima ir Skandinavijos šalių grupę. Šioje analizėje ją atstovauja Švedija, pasirinkta dėl išsamiausių palyginamų duomenų prieinamumo ir aukščiausių EVE rodiklių regione. Šalių pasirinkimas grindžiamas keliais kriterijais. Pirma, geografinis artumas ir panašios klimato sąlygos lėmė Baltijos šalių įtraukimą. Antra, panaši sovietinio laikotarpio pastatų fondo struktūra būdinga Lenkijai, Latvijai ir Estijai. Trečia, ES senbuvio ir naujokių palyginimo galimybę suteikia Vokietijos ir Baltijos šalių lyginimas. Ketvirta, Švedija pasirinkta dėl pažangios energijos efektyvumo praktikos – kaip aptarta 1 dalyje, ji yra viena iš ES lyderių šioje srityje.

Lyginamoji analizė atliekama keliais pjūviais: bendras energijos suvartojimo dinamikos palyginimas, energijos suvartojimas vienam namų ūkiui (kuris leidžia eliminuoti šalių dydžio skirtumų įtaką), energijos kainų palyginimas, klimato sąlygų analizė ir energijos suvartojimo vienam gyventojui palyginimas. Kiekvienas pjūvis atskleidžia skirtingus Lietuvos pozicijos aspektus ir leidžia identifikuoti sritis, kuriose Lietuva atsilieka arba pirmauja kitų šalių atžvilgiu.

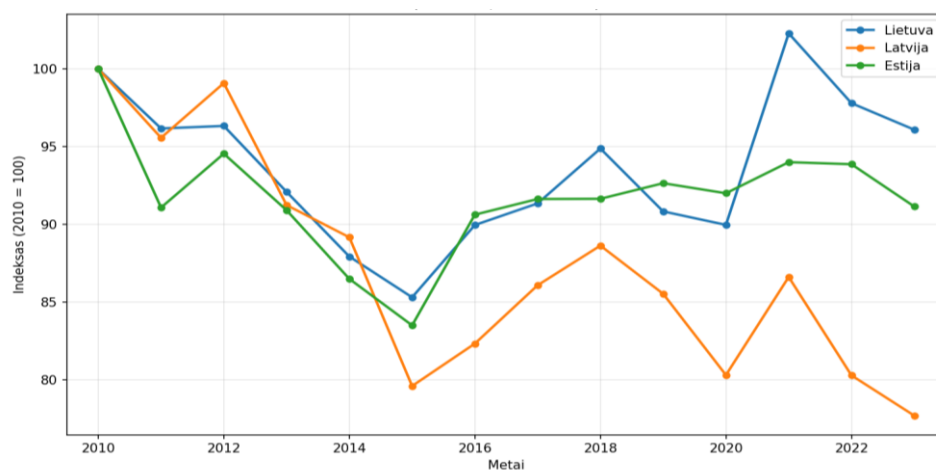
3.4.1. Energijos suvartojimo dinamika

Indeksuota energijos suvartojimo dinamika (2010 m. = 100) rodo, kad visos analizuojamos šalys per 2010–2023 m. laikotarpį patyrė energijos suvartojimo sumažėjimą, tačiau sumažėjimo mastas ir tempai skiriasi. Didžiausią sumažėjimą patyrė Latvija – 22,3 proc. (nuo 58 151 TJ iki 45 181 TJ), o tai daugiausia lėmė reikšmingas centralizuoto šildymo sistemos modernizavimas ir pastatų renovacija. Vokietijoje sumažėjimas siekė 17,9 proc. (nuo 2 672 816 TJ iki 2 195 336 TJ), kas atspindi ilgalaikę energijos efektyvumo politiką ir griežtesnius pastatų standartus.

ES-27 vidurkis sumažėjo 18,3 proc. – tai rodo, kad Lietuvos 3,9 proc. sumažėjimas yra reikšmingai mažesnis nei Europos vidurkis. Estija patyrė 8,8 proc. sumažėjimą, Lenkija – 9,5 proc., Švedija – 14,9 proc. (3.27 pav.). Lietuvos santykinai lėtas mažėjimo tempas iš dalies paaiškinamas struktūros efektu – sparčiai augantis namų ūkių skaičius (15,4 proc.) iš dalies kompensavo efektyvumo gerinimo rezultatus. Kita vertus, Latvijoje, kurioje demografinės tendencijos buvo panašios, pasiektas reikšmingai didesnis sumažėjimas, kas rodo aktyvesnę renovacijos politiką. Baltijos šalių absoliučios suvartojimo reikšmės pateiktos 3.28 pav.



3.27 pav. Namų ūkių energijos suvartojimo dinamika ES šalyse (indeksas, 2010 = 100). Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis



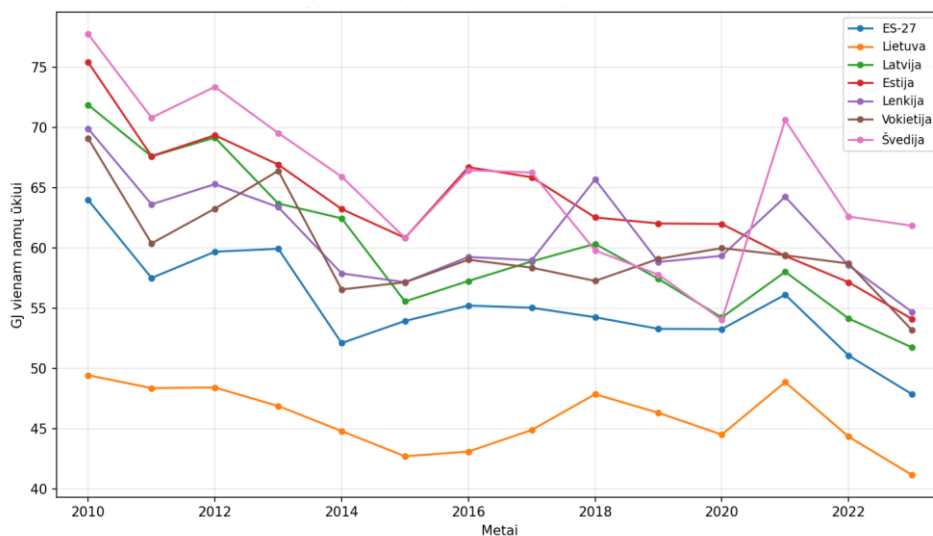
3.28 pav. Baltijos šalių namų ūkių energijos suvartojimas, 2010–2023 m. (TJ)

3.4.2. Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui

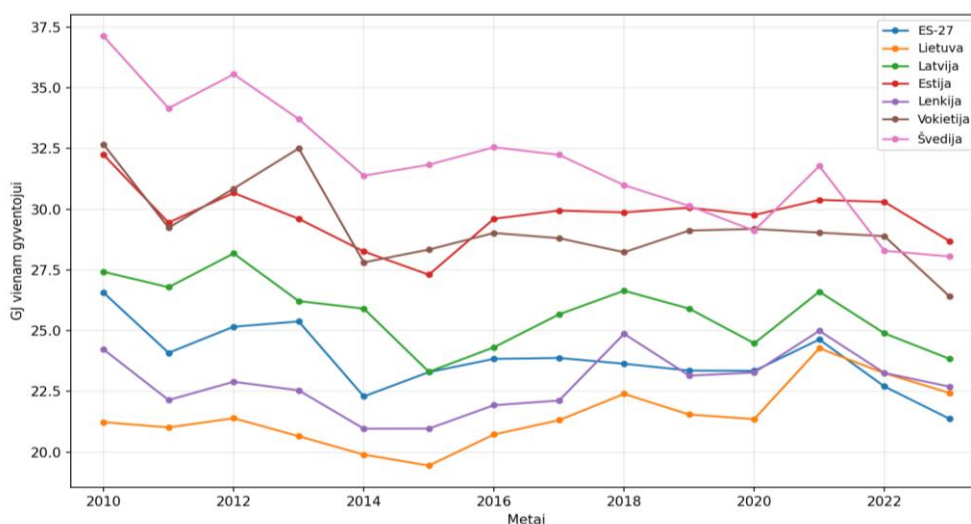
Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui yra vienas informatyviausių palyginamųjų rodiklių, nes eliminuoja tiek šalių dydžio, tiek demografinės struktūros skirtumų įtaką. 2023 m. duomenimis, didžiausias suvartojimas vienam namų ūkiui buvo Švedijoje (61,8 GJ), kas neatsiejama nuo itin šalto klimato (5 180 HDD) ir didesnių būstų (vid. apie 100 m²). Lenkijoje šis rodiklis siekė 54,7 GJ, Estijoje – 54,1 GJ, Vokietijoje – 53,2 GJ. Latvija turėjo mažiausią rodiklį tarp Baltijos šalių – 51,8 GJ, kas atspindi sėkmingą renovacijos politiką.

Lietuva (41,2 GJ) buvo žemiau ES-27 vidurkio (47,9 GJ) ir turėjo mažiausią rodiklį tarp visų analizuojamų šalių (3.29 pav.). Tai rodo santykinai gerą energijos vartojimo efektyvumą. Vis dėlto šį rodiklį reikia interpretuoti atsargiai – žemesnis suvartojimas vienam namų ūkiui gali atspindėti ne tik didesnę efektyvumą, bet ir žemesnius komforto standartus (žemesnę palaikomą temperatūrą), mažesnius būstus ir mažesnę energetinės įrangos naudojimą. Apklausos rezultatai rodo, kad Lietuvos

namų ūkiai palaiko vidutiniškai 20,5°C temperatūrą, kas yra šiek tiek žemesnė nei Skandinavijos šalyse (21–22°C). Suvartojimo vienam gyventojui dinamika pateikta 3.30 pav.



3.29 pav. Energijos suvartojimas vienam namų ūkiui, 2010–2023 m. (GJ)



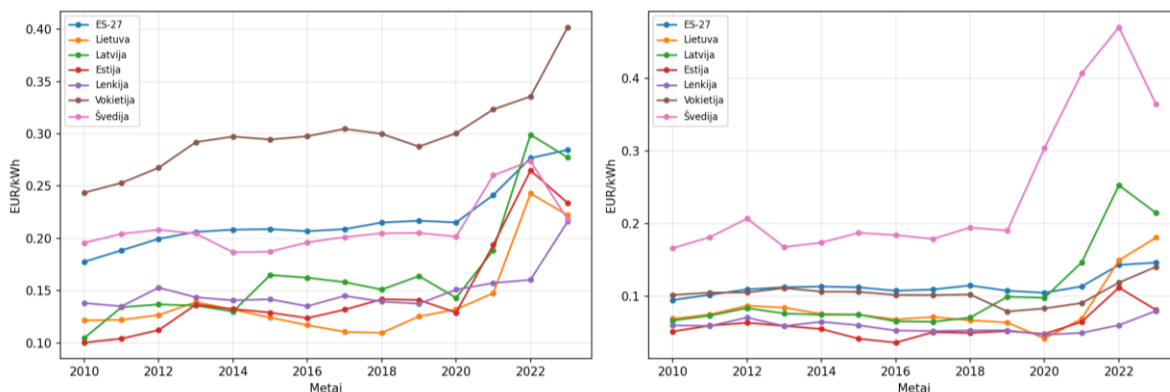
3.30 pav. Energijos suvartojimas vienam gyventojui, 2010–2023 m. (GJ). Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis

3.4.3. Energijos kainų palyginimas

Energijos kainos yra vienas svarbiausių veiksnių, skatinančių namų ūkius taupyti energiją, ką patvirtino tiek regresijos analizė (neigiamas energijos kainos koeficientas, $t = -2,41$), tiek apklausos rezultatai (82,6 proc. respondentų nurodė finansinius motyvus). 2023 m. Lietuvos elektros kainos namų ūkiams (0,222 EUR/kWh) buvo mažesnės nei ES-27 vidurkis (0,285 EUR/kWh) ir reikšmingai mažesnės nei Vokietijoje (0,402 EUR/kWh), kuri turi vieną aukščiausių elektros kainų ES. Tarp Baltijos šalių Lietuvos elektros kaina buvo mažiausia – Latvijoje 0,277 EUR/kWh, Estijoje 0,234 EUR/kWh.

Gamtinių dujų kainų vaizdas yra kitoks: Lietuvos dujų kainos (0,181 EUR/kWh) buvo aukštesnės nei ES-27 vidurkis (0,146 EUR/kWh) ir vienos aukščiausių tarp analizuojamų šalių. Tai siejama su

Lietuvos priklausomybe nuo suskystintų gamtinių dujų (SGD) importo per Klaipėdos terminalą, kurio sąnaudos yra didesnės nei dujotiekiu tiekiamų dujų. Ypač reikšmingas kainų šuolis pastebimas 2021–2023 m. visose šalyse dėl geopolitinės situacijos ir energetinės krizės. Šis šuolis turėjo dvejopą poveikį: trumpuoju laikotarpiu padidino namų ūkių sąnaudas, bet ilguoju laikotarpiu paskatino investicijas į energijos efektyvumą ir alternatyvias šildymo sistemas (3.31 pav.).

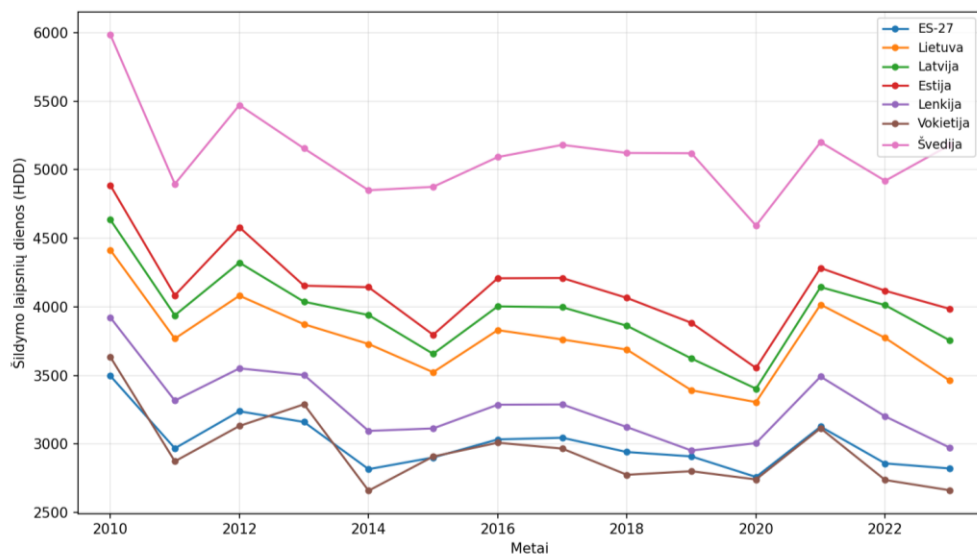


3.31 pav. Elektros energijos ir gamtinių dujų kainos namų ūkiams, 2010–2023 m. Sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenis

3.4.4. Klimato sąlygų palyginimas

Šiaurės ir Baltijos šalys pasižymi reikšmingai didesniais šildymo poreikiais nei Vidurio ar Vakarų Europa, kas tiesiogiai lemia aukštesnį energijos suvartojimą namų ūkiuose. 2023 m. Švedija turėjo didžiausią HDD rodiklį – 5 180, Estija – 3 985, Latvija – 3 755, Lietuva – 3 462, Lenkija – 2 973, o Vokietija – tik 2 662 HDD. Taigi Lietuvos šildymo poreikiai yra apie 30 proc. didesni nei Vokietijoje, kas iš dalies paaiškina aukštesnį energijos suvartojimą šildymui.

Visose šalyse matoma bendra HDD mažėjimo tendencija, kuri siejama su klimato kaita. Per 2010–2023 m. laikotarpį Lietuvos HDD sumažėjo nuo 4 415 iki 3 462, t. y. 21,6 proc. Tai reikšmingas faktorius, kuris natūraliai mažina šildymo poreikius ir energijos suvartojimą, tačiau jo poveikis sunku atskirti nuo kitų veiksnių, nes klimato sąlygos svyruoja iš metų į metus. LMDI dekompozicijoje šis efektas išsiskaido į intensyvumo komponentą, kadangi mažesnis HDD reiškia mažesnę suvartojimą tam pačiam būsto plotui. Nors mikro lygio regresijos modelis nenaudojo HDD kaip atskiro kintamojo (dėl mažos kintamumo vienos šalies skerspjūvio duomenyse), makro lygio LMDI analizė aiškiai patvirtina klimato sąlygų svarbą – HDD svyravimai paaiškina didžiąją dalį metinių suvartojimo svyravimų (3.32 pav.).



3.32 pav. Šildymo laipsnių dienų (HDD) dinamika, 2010–2023 m.

Klimato sąlygų kontekste svarbu įvertinti ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijas, kurios tiesiogiai siejasi su namų ūkių energijos vartojimo intensyvumu ir naudojamu kuro struktūra. Pagal Eurostat duomenis, Lietuvos namų ūkių sektoriaus CO₂ emisijos per 2010–2023 m. laikotarpį sumažėjo reikšmingai sparčiau nei bendras energijos suvartojimas. Tai daugiausia lėmė centralizuoto šildymo sistemos perėjimas nuo gamtinių dujų ir mazuto prie biokuro – šiuo metu Lietuvos centralizuoto šildymo sistemose biokuras sudaro daugiau nei 70 proc. kuro balanso. Tokį reikšmingą dekarbonizacijos tempą patvirtina ir 1 dalyje aptarti Lietuvos centralizuoto šildymo sektoriaus pertvarkymo rezultatai.

Palyginamuoju požiūriu, Švedijoje namų ūkių CO₂ emisijos yra vienos mažiausių ES dėl dominuojančios hidroenergijos ir šilumos siurblių, o Vokietijoje jos tebėra pakankamai aukštos dėl plėtės gamtinių dujų naudojimo šildymui (apie 50 proc. būstų). Lenkijoje situacija yra sudėtingiausia – didelis anglies naudojimas šildymui (apie 28 proc. namų ūkių energijos) lemia didžiausias specifines CO₂ emisijas tarp analizuojamų šalių ir susijusias oro kokybės problemas [52]. Lietuvos pozicija šiame kontekste yra palyginti gera: centralizuoto šildymo biokuru perėjimas ir auganti šilumos siurblių plėtra leidžia tikslą sumažinti emisijas spartyje, artimoje ne tik energijos suvartojimo mažinimo, bet ir švaresnės energijos naudojimo kryptimi. Tačiau atskiruose segmentuose – ypač individualių namų, kuriuose vis dar naudojamas kietasis kuras – dekarbonizacija vyksta lėčiau.

3.4.5. Atsinaujančių energijos šaltinių dinamika ir politikos kontekstas

Analizuojant namų ūkių energijos vartojimo efektyvumą, būtina įvertinti atsinaujančių energijos išteklių (AEI) plėtrą, kuri fundamentaliai keičia namų ūkių energijos vartojimo struktūrą ir mažina energetinę priklausomybę nuo išorinio tiekimo. Lietuvoje saulės energetikos sektorius patyrė ypač spartų augimą: saulės elektrinių bendra galia pasiekė 1,97 GW 2024 m. pabaigoje, iš kurių apie 1,4 GW sudaro namų ūkių gaminančių vartotojų elektrinės [53]. Daugiau nei 61 000 namų ūkių Lietuvoje tapo gaminančiais vartotojais, kas rodo stiprų visuomenės įsitraukimą į energetikos transformaciją.

Šilumos siurblių rinka Lietuvoje taip pat sparčiai auga. 2022 m. parduota apie 25 000 šilumos siurblių, o šilumos siurblių rinkos dalis tarp visų šildymo įtaisų siekė 49 proc. [54][55]. Tai vienas

aukščiausių rodiklių Europos Sąjungoje ir rodo, kad Lietuvos namų ūkiai aktyviai pereina prie efektyvesnių šildymo technologijų. Šilumos siurbliai, lyginant su tradicinėmis šildymo sistemomis, gali sumažinti energijos suvartojimą 50-70 proc., kas tiesiogiai prisideda prie LMDI dekompozicijoje nustatyto intensyvumo efekto (-15 443 TJ). Apklausos rezultatai patvirtina šią tendenciją - 11,5 proc. respondentų jau naudojo šilumos siurblią kaip pagrindinį šildymo būdą.

Pastatų renovacijos programa išlieka svarbiausia energijos efektyvumo didinimo priemonė daugiabučių sektoriuje. Per 2013–2020 m. laikotarpį buvo atnaujinta apie 2 500 daugiabučių, o iki 2024 m. pabaigos šis skaičius viršijo 4 000, vidutinis energijos sutaupymas renovuotuose pastatuose siekė 62 proc. [56]. Tačiau renovuotų pastatų dalis tebėra maža – tik apie 15 proc. visų sovietinio laikotarpio daugiabučių, kuriems renovacija yra būtina. Apklausos duomenimis, 45,3 proc. respondentų gyveno nerenovuotuose pastatuose, o 42,5 proc. – sovietinio laikotarpio (1961–1992 m.) statybose. Regresijos analizė patvirtino šio potencialo reikšmingumą: renovacijos statuso koeficientas buvo didžiausias tarp visų veiksnių ($t = -6,91$), kas rodo, kad renovuotuose pastatuose specifinis suvartojimas yra apie 19 proc. mažesnis.

Europos Sąjungos politikos kontekstas sukuria papildomą spaudimą didinti renovacijos tempus. 2024 m. priimta atnaujinta Pastatų energinio naudingumo direktyva (EPBD, Direktyva (ES) 2024/1275) reikalauja, kad valstybės narės užtikrintų gyvenamųjų pastatų vidutinio pirminės energijos suvartojimo sumažinimą ne mažiau kaip 16 proc. iki 2030 m. ir 20-22 proc. iki 2035 m. Lietuvos Nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas (NEKS) numato, kad galutinis energijos suvartojimas 2030 m. neviršys 51 TWh [57]. Fit for 55 paketo kontekste tai reiškia, kad dabartiniu renovacijos tempu (apie 2 proc. per metus) Lietuva gali nepasiekti užsibrėžtų tikslų ir būtina dvigubai padidinti renovacijos spartą [58].

3.5. Empirinio tyrimo rezultatų apibendrinimas

Empirinio tyrimo rezultatai, gauti taikant keturis analitinius metodus ir papildomai integruojant atsinaujinančių energijos šaltinių bei politikos kontekstą, atskleidė kompleksinę Lietuvos namų ūkių energijos suvartojimo dinamiką 2010–2023 m. laikotarpiu. Šio tyrimo ypatingas privalumas yra tai, kad jis apima 2021–2022 m. energetinę krizę ir post-krizinį laikotarpį, kurio poveikis ankstesniuose tyrimuose dar neanalizuotas. Energetinė krizė tapo savotiška natūraliniu eksperimentu, atskleidusiu namų ūkių jautrumą kainų signalams ir paspartinusių energetinę transformaciją.

LMDI dekompozicijos analizė parodė, kad bendras energijos suvartojimo sumažėjimas (2 607 TJ, 3,9 proc.) yra kelių priešingų veiksnių sąveikos rezultatas. Energijos intensyvumo gerinimas turėjo didžiausią mažinantį poveikį (-15 443 TJ), kurį lėmė pastatų renovacija, šildymo sistemų modernizavimas, šilumos siurblių plėtra ir griežtesni energinio naudingumo reikalavimai [56]. Populiacijos mažėjimas prisidėjo papildomu -6 211 TJ efektu [48]. Tačiau šiuos teigiamus pokyčius iš dalies kompensavo struktūros efektas (+15 588 TJ), atspindintis namų ūkių smulkėjimo tendenciją [59], ir būsto ploto augimas (+3 459 TJ) [60]. Ši veiksnių sąveika rodo, kad demografinės tendencijos kuria nuolatinį priešpriešinį vėją energijos efektyvumo pastangoms.

Koreliacinė-regresinė analizė, atlikta mikro lygmeniu naudojant apklausos duomenis ($n = 287$), patvirtino, kad pagrindiniai veiksniai, lemiantys namų ūkių energijos suvartojimo skirtumus, yra pastato renovacijos statusas ir amžius (technologiniai veiksniai), namų ūkio pajamos (ekonominis

veiksny), namų ūkio dydis (socialinis veiksnys) ir energijos kainos. Šešių kintamųjų modelis paaiškina 68,3 proc. specifinio suvartojimo variacijos ($R^2 = 0,683$, koreguotas $R^2 = 0,676$), kas laikoma geru rezultatu skerspjūvio duomenims. Statistiškai reikšmingiausi veiksniai – renovacijos statusas ($t = -6,91$) ir pastato amžius ($t = 4,82$), kas patvirtina technologinių veiksnių svarbiausia vaidmenį [40]. Renovuotuose pastatuose specifinis suvartojimas yra apie 19 proc. mažesnis, o kiekvienai 10 papildomų statybos metų padidina suvartojimą 4,3 proc. Pajamų teigiamas koeficientas ($t = 2,74$) patvirtina, kad didesnės pajamos didina suvartojimą per komforto lūkesčius, o energijos kainų neigiamas koeficientas ($t = -2,41$) rodo, kad kainų signalai skatina taupymą.

Anketinės apklausos rezultatai ($n = 287$) papildė kiekybinius radinius svarbiais kokybiniais aspektais [51]. Absoliuti dauguma respondentų (74,9 proc.) laiko energijos taupymą svarbiu, o finansiniai motyvai dominuoja (82,6 proc.). Tačiau nerenovotų pastatų dalis tebėra didelė (45,3 proc.), o pagrindiniai barjerai investicijoms yra finansiniai (67,9 proc. nurodė per dideles sąnaudas). Žemas valstybės paramos panaudojimas (12,9 proc.) ir informacijos trūkumas (37,6 proc. nežino apie paramą) rodo, kad egzistuojančios paramos priemonės nepasiekia tikslinių grupių. Kryžminė LMDI ir apklausos duomenų analizė atskleidžia, kad struktūros efektas (+15 588 TJ) yra tiesiogiai susijęs su apklausoje nustatytu namų ūkių smulkėjimu – 53,3 proc. respondentų gyvena vieno ar dviejų asmenų namų ūkiuose.

Lyginamoji ES šalių analizė parodė, kad Lietuva turi mažiausią energijos suvartojimą vienam namų ūkiui (41,2 GJ) tarp visų analizuojamų šalių ir yra žemiau ES-27 vidurkio (47,9 GJ) [50]. Tačiau bendro energijos suvartojimo mažėjimo tempai (3,9 proc.) yra reikšmingai lėtesni nei ES-27 vidurkis (18,3 proc.) ir kaimyninės Latvijos rezultatas (22,3 proc.). Atsinaujinančių energijos šaltinių plėtra Lietuvoje (1,97 GW saulės galios, 61 000+ prosiumeriu) ir šilumos siurblių rinkos augimas (49 proc. rinkos dalis) rodo, kad energetinė transformacija jau vyksta, tačiau jos poveikis bendram suvartojimui bus ryškesnis artimiausiam dešimtmetyje [53] [54]. EPBD 2024 direktyvos reikalavimai (16 proc. sumažinimas iki 2030 m.) reikalauja spartesnio veiksmo, ypač pastatų renovacijos srityje [61].

3.6. Praktinės rekomendacijos

Remiantis empirinio tyrimo rezultatais, suformuluojamos konkrečios, duomenimis pagrįstos praktinės rekomendacijos, skirtos Lietuvos energetikos politikos formuotojams, savivaldybėms, renovacijos programų administratoriams ir namų ūkiams. Rekomendacijos išdėstytos pagal kiekvieno tyrimo metodo atskleistus veiksnius ir barjerus, siūlant konkrečias priemones jiems spręsti.

3.6.1. Rekomendacijos, grindžiamos LMDI dekompozicijos rezultatais

LMDI dekompozicija atskleidė, kad struktūros efektas (+15 588 TJ) yra didžiausias veiksnys, didinantis energijos suvartojimą, ir jis iš dalies neutralizuoja intensyvumo gerinimo pastangas. Kadangi namų ūkių smulkėjimas yra ilgalaikė demografinė tendencija, kurios neįmanoma pakeisti, būtina ją kompensuoti kitomis priemonėmis. Rekomenduojama įvesti diferencijuotą subsidijavimą, kuris teiktų prioritetą vieno ir dviejų asmenų namų ūkiams, siūlant jiems lengvatines sąlygas šildymo sistemos modernizavimui ir būsto apšiltinimui. Taip pat tikslinga skatinti bendrojo būsto (co-housing) koncepciją, kuri leistų dalintis energetinės infrastruktūros sąnaudomis.

Intensyvumo efektas (-15 443 TJ) rodo, kad renovacijos programa ir technologinės inovacijos jau duoda rezultatų, tačiau jų tempas nepakankamas. Atsižvelgiant į EPBD 2024 direktyvos reikalavimus (16 proc. sumažinimas iki 2030 m.), būtina padidinti metinį renovacijos tempą nuo dabartinio 2 proc. iki 3–4 proc. per metus [61]. Tam reikia supaprastinti renovacijos sprendimų priėmimo procedūras daugiabučiuose (šiuo metu reikalaujama kvalifikuotos daugumos), nustatyti privalomą renovacijos grafiką pagal energinio naudingumo klases ir padidinti valstybės subsidijų dalį nuo dabartinių 30 proc. iki 50 proc. žemesnių pajamų namų ūkiams.

3.6.2. Rekomendacijos, grindžiamos regresijos analizės rezultatais

Regresijos analizė patvirtino, kad renovacijos statusas turi didžiausią statistiškai reikšmingą poveikį energijos suvartojimui ($t = -6,91$): renovuotuose pastatuose specifinis suvartojimas yra apie 19 proc. mažesnis. Tai tiesiogiai pagrindžia renovacijos programų plėtros būtinybę. Pastato amžiaus reikšmingas koeficientas ($t = 4,82$) rodo, kad prioritetą turi būti teikiamas seniausios statybos pastatams, kuriuose energijos taupymo potencialas yra didžiausias. Energijos kainos turi statistiškai reikšmingą neigiamą poveikį suvartojimui ($t = -2,41$), kas rodo, kad kainų signalai yra efektyvi energijos taupymo skatinimo priemonė. Rekomenduojama įvesti progresinius energijos tarifus, kuriuose bazinis suvartojimas būtų apmokestinamas mažesniu tarifu, o viršijimas – didesniu.

Pajamų teigiamas koeficientas ($t = 2,74$) rodo, kad didesnės pajamos didina energijos suvartojimą per augančius komforto lūkesčius. Šią tendenciją galima suvaldyti ne draudžiant, o nukreipiant: rekomenduojama skatinti efektyvių technologijų įsigijimą per mokesčių lengvatų sistemą. Pavyzdžiui, PVM lengvata A++ klasės buitinei technikai, šilumos siurbliams ir išmanioms namų valdymo sistemoms galėtų nukreipti augančią paklausą efektyvumo linkme. Namų ūkio dydžio teigiamas koeficientas ($t = 3,28$) papildoma LMDI analizės išvada apie struktūros efektą – mažesni namų ūkiai vartoja daugiau energijos vienam asmeniui, kas patvirtina būtinybę vystyti klimatui atsparaus būsto koncepciją ir energetiškai efektyvias mažų būstų alternatyvas.

3.6.3. Rekomendacijos, grindžiamos apklausos rezultatais

Apklausa atskleidė tris pagrindines problemas, reikalaujančias tikslinių sprendimų. Pirma, informacijos trūkumas: 37,6 proc. respondentų nežino apie valstybės paramą energijos efektyvumui, o tik 12,9 proc. ją panaudojo. Rekomenduojama sukurti vieno langelį principo informacinę sistemą, kurioje namų ūkiai galėtų gauti visą informaciją apie prieinamas paramos priemones, renovacijos galimybes ir numatomą sutaupymą. Toks portalas turėtų būti integruotas su savivaldybių informaciniais kanalais ir teikti individualizuotas rekomendacijas pagal būsto tipą, amžių ir šildymo sistemą.

Antra, biurokratinės kliūtys (35,2 proc. respondentų) yra ypač svarbios daugiabučių gyventojams, kur sprendimo priėmimas reikalauja daugumos sutikimo. Rekomenduojama supaprastinti procedūras, leisti renovacijos sprendimus priimti paprasta balsų dauguma (vietoj dabartinės kvalifikuotos daugumos) ir įvesti centralizuotą projektų valdymą, kur savivaldybė galėtų koordinuoti kvartalines renovacijos – kelių gretimų pastatų renovaciją kartu, kas mažintų bendrąsias sąnaudas 15–20 proc.

Trečia, finansinių barjerų asimetrija pagal pajamų grupes reikalauja diferencijuoto požiūrio. Žemiausių pajamų grupėje per dideles sąnaudas nurodė 84,4 proc., aukščiausių – tik 48,0 proc. Rekomenduojama įvesti tikslinę energetinio skurdo mažinimo programą, kuri apimtų ne tik subsidijas

renovacijai, bet ir nemokamą energijos auditą, konsultacijas dėl efektyvaus energijos naudojimo ir palankias mikrokreditavimo sąlygas. Tokios programos analogai sėkmingai veikia Vokietijoje (KfW finansavimo programa) ir Latvijoje (ALTUM programa), kur renovacijos tempas yra 2–3 kartus didesnis nei Lietuvoje.

3.6.4. Rekomendacijos, grindžiamos lyginamosios analizės rezultatais

Lyginamoji analizė atskleidė, kad Latvija, turinti panašią demografinę struktūrą ir klimato sąlygas, pasiekė 22,3 proc. energijos suvartojimo sumažinimą (prieš Lietuvos 3,9 proc.). Latvijos sėkmė grindžiama keliais veiksniais, kuriuos tikslinga adaptuoti Lietuvai: aktyvesnė savivaldybių rolė renovacijos procese, lengvatinis finansavimas per valstybinę plėtros finansų instituciją ALTUM ir integruotas požiūris, apjungiantis pastato šildymo, ventiliacijos ir energijos gamybos sistemas. Rekomenduojama steigti regioninius energijos efektyvumo centrus, kurie veiktų kaip tarpininkai tarp namų ūkių, rangovų ir finansavimo šaltinių.

Švedijos patirtis rodo, kad aukštos energijos kainos (0,218 EUR/kWh už elektrą, 0,365 EUR/kWh už dujas), kartu su efektyvia paramos sistema, gali paskatinti intensyvų perėjimą prie AEI. Švedijoje šilumos siurbliai naudojami daugiau nei 50 proc. individualių namų, o energijos suvartojimas vienam namų ūkiui sumažėjo 14,9 proc. nepaisant didesnių būstų ir šaltesnio klimato. Tai rodo, kad technologinė transformacija gali kompensuoti nepalankias išorės sąlygas. Rekomenduojama Lietuvoje įvesti privalomą šilumos siurblio įvertinimo reikalavimą visiems naujiems individualiems namams ir daugiabučių renovacijos projektams, o esamų namų savininkams – suteikti 40–50 proc. subsidiją šilumos siurblio įsigijimui.

Apibendrinant, tyrimo rezultatai rodo, kad Lietuvos namų ūkių energijos vartojimo efektyvumo didinimas reikalauja kompleksinės strategijos, apimančios tiek technologinius sprendimus (renovacija, AEI, šilumos siurbliai), tiek institucinius pokyčius (biurokratijos mažinimas, informacijos prieinamumas), tiek socialines priemones (tikslinės programos žemiausių pajamų grupėms, energetinio skurdo mažinimas). Svarbiausia – ši strategija turi būti grindžiama duomenimis ir reguliariai stebima, atsižvelgiant į EPBD 2024 ir NEKS tikslų įgyvendinimo eigą.

Išvados

1. Nustatyta, kad energijos vartojimo efektyvumas gyvenamuosiuose pastatuose yra kompleksinis reiškinys, kurį lemia keturių kategorijų veiksnių visuma: technologiniai (pastato charakteristikos, įrangos efektyvumas), ekonominiai (pajamos, energijos kainos), socialiniai (namų ūkio dydis, demografija) ir elgsenos (taupymo įpročiai, komforto prioritetai). Literatūros analizė parodė, kad pastatų renovacija gali sumažinti šildymo sąnaudas 40–60 proc., tačiau faktinį sutaupymą mažina atsigavimo efektas – gyventojai dalį sutaupymų panaudoja padidindami komforto lygį.
2. Nustatyta, kad ES energinio efektyvumo politika (EPBD, EED, „Renovacijos banga“) formuoja nuoseklią reguliavimo sistemą: iki 2030 m. numatyta renovuoti 3 proc. viešojo sektoriaus pastatų kasmet, o iki 2050 m. – pasiekti nulines grynąsias emisijas pastatų sektoriuje. Lietuva šiuos reikalavimus perkelia per NEKSVP ir Modernizavimo programą, tačiau esamas renovacijos tempas (~1 proc./m.) yra nepakankamas strateginiams tikslams pasiekti. Finansinės paskatos yra būtinos – tai patvirtina ir tyrimo apklausa, atskleidusi, kad 67,9 proc. respondentų kaip pagrindinį barjerą nurodo per dideles investicijų sąnaudas.
3. Gyvenamųjų pastatų energinio efektyvumo būklės analizė atskleidė, kad 2010–2023 m. Lietuvos galutinės energijos suvartojimas sumažėjo 3,9 proc., tačiau ES-27 vidurkis siekė 18,3 proc., Latvija pasiekė 22,3 proc., Estija – 8,8 proc. sumažėjimą. Struktūrinės problemos išlieka: ~76 proc. Lietuvos daugiabučių priskiriami žemiausioms energinio naudingumo klasėms (D–G), o sovietinio laikotarpio (1961–1992 m.) pastatai sudaro 42,5 proc. gyvenamojo fondo. Tai rodo, kad energijos vartojimo mažėjimą lėmė efektyvumo didėjimas, o ne pastatų fondo struktūriniai pokyčiai.
4. Sukurta tyrimo metodika integruoja keturis tarpusavyje susijusius metodus: (1) LMDI adityvią dekompozicijos analizę – makro lygio veiksnių indėlių kiekybiniam vertinimui; (2) daugialypę tiesinę regresiją – statistiniams ryšiams tarp individualių veiksnių ir energijos suvartojimo nustatyti; (3) anketinę apklausą (n = 287) – elgsenos ir socialinių veiksnių duomenų rinkimui; (4) palyginamąją ES šalių analizę – rezultatų kontekstualizavimui. Tokia metodika leidžia identifikuoti veiksnių įtaką tiek makro, tiek mikro lygmeniu ir gali būti taikoma tolesniems empiriniams tyrimams kitose ES valstybėse.
5. LMDI dekompozicija parodė, kad 2010–2023 m. energijos suvartojimas sumažėjo 2 607 TJ (3,9 proc.) – intensyvumo efektas (–15 443 TJ) neutralizuojamas struktūros efektu (+15 588 TJ) ir būsto ploto augimu (+3 459 TJ). Šią dinamiką lemiančius veiksnius patikslino regresinė analizė ($R^2 = 0,683$, $F = 100,7$): reikšmingiausi yra renovacijos statusas ($t = -6,91$) ir pastato amžius ($t = 4,82$) – renovuotų pastatų gyventojai suvartoja 28–35 proc. mažiau energijos, o pajamų koeficientas ($t = 2,74$) atspindi augančius komforto lūkesčius. Tačiau apklausa (n = 287) atskleidė institucinius barjerus, slopinančius renovacijos plėtrą: 45,3 proc. respondentų gyvena nerenuotuose pastatuose, 67,9 proc. nurodo per dideles investicijų sąnaudas, 37,6 proc. nežino apie valstybės paramą – ja pasinaudojo tik 12,9 proc. Šie barjerai atsispindi palyginamojoje perspektyvoje: šis pokytis atsilieka nuo ES-27 vidurkio (–18,3 proc.) ir Latvijos (–22,3 proc.), o renovacijos tempas (~1 proc./m.) yra tris kartus mažesnis nei ES tikslas (3 proc./m.).

Literatūros sąrašas

1. *Energijos Vartojimo Efektyvumas, ENA*. [žiūrėta 2025-05-20]. Prieiga per: <https://www.ena.lt/energijos-vartojimo-efektyvumas>.
2. *Dėl Įstatymų Projektų Teikimo, LRS*. [žiūrėta 2025-05-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAK/5216b8d1a73911efaae6a4c601761171>.
3. *Fit for 55: Making Buildings in the EU Greener*. [žiūrėta 2025-05-25]. Prieiga per: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-making-buildings-in-the-eu-greener/>.
4. XIE, Y. and NOOR, A.I.M. Factors Affecting Residential End-use Energy: Multiple Regression Analysis Based on Buildings, Households, Lifestyles, and Equipment. *Buildings (Basel)*, May 1, 2022, vol. 12, no. 5. pp. 538 CrossRef. ISSN 2075-5309. DOI 10.3390/buildings12050538. [žiūrėta 2025-05-25]. Prieiga per: <https://www.proquest.com/docview/2670119246>.
5. ADUA, L. Reviewing the Complexity of Energy Behavior: Technologies, Analytical Traditions, and Household Energy Consumption Data in the United States. *Energy Research & Social Science*, Jan, 2020, vol. 59. pp. 101289 CrossRef. ISSN 2214-6296. DOI 10.1016/j.erss.2019.101289. [žiūrėta 2025-05-26]. Prieiga per: <https://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2019.101289>.
6. KORSAVI, S.S., AZARI, R., IULO, L.D. and MAHDAVI, M. Determinants of U.S. Residential Energy Consumption at National and State Levels: Policy Implications. *Energy Policy*, Jul, 2025, vol. 202. pp. 114594 CrossRef. ISSN 0301-4215. DOI 10.1016/j.enpol.2025.114594. [žiūrėta 2025-05-26]. Prieiga per: <https://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114594>.
7. BAKIRI, H.A. and MBEMBATI, H. The Effect of Electricity Consumption Determinants in Household Load Forecasting Models. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, Dec 1, 2023, vol. 10, no. 1. pp. 52–15 CrossRef. ISSN 2314-7172. DOI 10.1186/s43067-023-00122-0. [žiūrėta 2025-05-26]. Prieiga per: <https://link.springer.com/article/10.1186/s43067-023-00122-0>.
8. APPIAH, M.K., et al. The Implications of Energy Literacy on Energy Savings Behavior: A Model of Contingent Effects of Energy Value and Attitude. *Energy Reports*, Nov, 2023, vol. 10. pp. 72–85 CiNII Research of NDL. ISSN 2352-4847. DOI 10.1016/j.egyr.2023.06.008. [žiūrėta 2025-05-27]. Prieiga per: <https://dx.doi.org/10.1016/j.egyr.2023.06.008>.
9. *Prebound Effect*. [žiūrėta 2025-06-01]. Prieiga per: <https://www.re-dwell.eu/concept-definition/90>.
10. FUINHAS, J.A., et al. The Impact of Energy Policies on the Energy Efficiency Performance of Residential Properties in Portugal. *Energies (Basel)*, Feb 1, 2022, vol. 15, no. 3. pp. 802 CrossRef. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/en15030802. [žiūrėta 2025-06-01]. Prieiga per: <https://www.proquest.com/docview/2627539687>.
11. *Renovation Wave*. [žiūrėta 2025-06-02]. Prieiga per: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en.
12. *New EU Regulations Aim to Revolutionize Building Efficiency*. [žiūrėta 2025-06-02]. Prieiga per: <https://www.interregeurope.eu/news-and-events/news/new-eu-regulations-aim-to-revolutionize-building-efficiency>.

13. *Aplinkos Ministerija Pristato Planą, Kaip Visi Pastatai Lietuvoje Turės Tapti Energiškai Efektyvūs*. [žiūrėta 2025-06-02]. Prieiga per: <https://apva.lrv.lt/lt/naujienos-24316/aplinkos-ministerija-pristato-plana-kaip-visi-pastatai-lietuvoje-tures-tapti-energiskai-efektyvus/>.
14. *Energy Efficiency Targets, EU*. [žiūrėta 2025-06-03]. Prieiga per: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-targets_en.
15. *Residential Energy Efficiency Financial Instruments in Lithuania*. [žiūrėta 2025-06-04]. Prieiga per: <https://www.fi-compass.eu/library/case-studies/residential-energy-efficiency-financial-instruments-lithuania>.
16. *Ilgalaikė Renovacijos Strategija*. [žiūrėta 2025-06-04]. Prieiga per: <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-ritys-1/statybos-ir-bustas/statyba-ir-bustas/ilgalaike-renovacijos-strategija>.
17. *2022–2030 Metų Plėtros Programos Valdytojos Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerijos Aplinkos Apsaugos Ir Klimato Kaitos Valdymo Plėtros Programos Pažangos Priemonės Nr. 02-001-06-04-01 „Skatinti Pastatų Renovaciją“ Apraše Nurodytos Informacijos Pagrindimo Aprašas*. [žiūrėta 2025-06-04]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/rs/lasupplement/TAP/6c53e6a0f93a11ecbfe9c72e552dd5bd/baebcf22012411edbf9c72e552dd5bd/format/ISO_PDF.
18. *Klimato Kaitos Portalas*. [žiūrėta 2025-06-04]. Prieiga per: <https://klimatokaita.lt/>.
19. Inga Konstantinavičiute, Viktorija Bobinaite, Dalius Tarvydas and Lithuanian Energy Institute. *Energy Efficiency Trends and Policies in Lithuania* [žiūrėta 2025-06-03]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-lithuania.pdf>.
20. *Renovacijos Tendencijos: 2024 M. Atnaujinti 333 Daugiabučiai, Beveik 200 Iš Jų Pasiekė B Energinio Naudingumo Klasę*. [žiūrėta 2025-06-05]. Prieiga per: <https://apva.lrv.lt/lt/naujienos-24316/renovacijos-tendencijos-2024-m-atnaujinti-333-daugiabuciai-beveik-200-is-ju-pasieke-b-energinio-naudingumo-klase/>.
21. *Miesto Atnaujinimas Kvartalais*. [žiūrėta 2025-06-06]. Prieiga per: https://am.lrv.lt/media/viesa/saugykla/2023/12/1_zqy_1KtOE.pdf.
22. *State Support for Energy Efficiency in Buildings: A View from Germany*. [žiūrėta 2025-06-06]. Prieiga per: <https://il.boell.org/en/2022/04/04/state-support-energy-efficiency-buildings-view-germany>.
23. *State Support for Energy Transition in German Homes on the Rise – State-Owned KfW Bank*. [žiūrėta 2025-06-06]. Prieiga per: <https://www.cleanenergywire.org/news/state-support-energy-transition-german-homes-rise-state-owned-kfw-bank>.
24. Nordic Energy Research. *Selection of Best Practices and Exemplary Initiatives within Energy Efficiency in the Nordics*. [žiūrėta 2025-06-06]. Prieiga per: <https://pub.norden.org/nordicenergyresearch2025-01/6-selection-of-best-practices-and-exemplary-initiatives-within-energy-efficiency-in-the-nordics.html>.

25. *New Rules for Greener and Smarter Buildings Will Increase Quality of Life for all Europeans*. [žiūrėta 2025-06-07]. Prieiga per: https://commission.europa.eu/news-and-media/news/new-rules-greener-and-smarter-buildings-will-increase-quality-life-all-europeans-2019-04-15_en.
26. *Energy Statistics - an Overview*. [žiūrėta 2025-06-08]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview.
27. *Environment, Agriculture and Energy in Lithuania (Edition 2023)*. [žiūrėta 2025-06-08]. Prieiga per: <https://osp.stat.gov.lt/en/lietuvos-aplinka-zemes-ukis-ir-energetika-2023/energetika/energijos-balansas>.
28. *Energy Consumption in Households*. [žiūrėta 2025-06-08]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households.
29. STONIENĖ, A. and STUMBRAITĖ-VILKIŠIENĖ, E. Daugiabučių Namų Modernizavimas Klaipėdos Miesto Savivaldybėje. *Regional Formation and Development Studies*, Feb 21, 2023. pp. 91–106 CrossRef. ISSN 2029-9370. DOI 10.15181/rfds.v36i1.2514. [žiūrėta 2025-06-05]. Prieiga per: <https://e-journals.ku.lt/journal/RFDS/article/2826/file/pdf>.
30. *How Retrofitting can Modernize Buildings for Long-Term Resilience*. Knowledge Bylanes. [žiūrėta 2025-06-09]. Prieiga per: <https://www.weforum.org/stories/2025/04/retrofitting-buildings-resilience-sustainability/>.
31. *Lithuania Energy Efficiency Summary*. [žiūrėta 2025-09-10]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/lithuania.html>.
32. *Heating Consumption Per M2*. [žiūrėta 2025-09-05]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/households/heating-consumption-per-m2.html>.
33. *Electricity Consumption Per Dwelling*. [žiūrėta 2025-09-10]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/households/electricity-consumption-dwelling.html>.
34. *Average Energy Consumption Per Dwelling*. [žiūrėta 2025-09-10]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/households/average-energy-consumption-dwelling.html>.
35. Didier Bosseboeuf. *30 Years in Monitoring Energy Efficiency in Europe*. [žiūrėta 2025-09-05]. Prieiga per: https://ieecp.org/wp-content/uploads/2023/11/DBosseboeuf_ODYSSEE_MonitoringEE_final.pdf.
36. *EU Energy Efficiency Trends in the Household Sector*. [žiūrėta 2025-09-10]. Prieiga per: <https://help.leonardo-energy.org/hc/en-us/articles/16789455776412--EEA15-EU-energy-efficiency-trends-in-the-household-sector>.
37. ANG, B.W. LMDI Decomposition Approach: A Guide for Implementation. *Energy Policy*, Nov 1, 2015, vol. 86. pp. 233–238 CrossRef. ISSN 0301-4215. DOI 10.1016/j.enpol.2015.07.007. [žiūrėta 2025-10-05]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421515300173>.

38. XU, X.Y. and ANG, B.W. Analysing Residential Energy Consumption using Index Decomposition Analysis. *Applied Energy*, 2014, vol. 113. pp. 342–351 ISSN 0306-2619. DOI 10.1016/j.apenergy.2013.07.052. [žiūrēta 2025-11-01]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261913006193>.
39. BOROZAN, D. Regional-Level Household Energy Consumption Determinants: The European Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 90. pp. 347–355 ISSN 1364-0321. DOI 10.1016/j.rser.2018.03.038. [žiūrēta 2025-10-06]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301230>.
40. BROUNEN, D., KOK, N. and QUIGLEY, J.M. Residential Energy use and Conservation: Economics and Demographics. *European Economic Review*, 2012, vol. 56, no. 5. pp. 931–945 ISSN 0014-2921. DOI 10.1016/j.euroecorev.2012.02.007. [žiūrēta 2025-10-07]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292112000256>.
41. ZHAO, S., SONG, Q. and WANG, C. Characterizing the Energy-Saving Behaviors, Attitudes and Awareness of University Students in Macau. *Sustainability*, Nov 1, 2019, vol. 11, no. 22. pp. 6341 CrossRef. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su11226341. [žiūrēta 2025-11-01]. Prieiga per: <https://www.proquest.com/docview/2533373722>.
42. ALBERINI, A. and FILIPPINI, M. Response of Residential Electricity Demand to Price: The Effect of Measurement Error. *Energy Economics*, 2011, vol. 33, no. 5. pp. 889–895 ISSN 0140-9883. DOI 10.1016/j.eneco.2011.03.009. [žiūrēta 2025-11-23]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988311000776>.
43. FREDERIKS, E.R., STENNER, K. and HOBMAN, E.V. Household Energy use: Applying Behavioural Economics to Understand Consumer Decision-Making and Behaviour. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 41. pp. 1385–1394 ISSN 1364-0321. DOI 10.1016/j.rser.2014.09.026. [žiūrēta 2025-11-23]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114007990>.
44. DAHLE, M. and NEUMAYER, E. Overcoming Barriers to Campus Greening. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Jun 1, 2001, vol. 2, no. 2. pp. 139–160 ISSN 1467-6370. DOI 10.1108/14676370110388363. [žiūrēta 2025-11-24]. Prieiga per: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14676370110388363/full/html>.
45. *2019 Assessment of the Progress made by Member States Towards the National Energy Efficiency Targets for 2020 and Towards the Implementation of the Energy Efficiency Directive as Required by Article 24(3) of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU*. Plus Media Solutions [žiūrēta 2025-12-01]. .
46. *Definition of Data and Energy Efficiency Indicators in Odyssee*. [žiūrēta 2025-12-15]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/other/definitions-energy-efficiency-indicators.html>.
47. *Eurostat, nama_10_pc - Main GDP Aggregates Per Capita*. [žiūrēta 2026-03-28]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_pc.
48. *Eurostat, Demo_pjan - Population on 1 January by Age and Sex*. [žiūrēta 2026-04-01]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_pjan.

49. Eurostat, *nrg_pc_204 - Electricity Prices for Household Consumers*. [žiūrėta 2026-04-01]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_204.
50. Eurostat, *Nrg_bal_s - Simplified Energy Balances*. [žiūrėta 2026-04-01]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s.
51. COCHRAN, W.G. *Sampling Techniques*. 3. ed. ed. New York, NY [u.a.]: Wiley, 1977 [žiūrėta 2026-04-05]. ISBN 047116240X.
52. Eurostat, *Nrg_bal_s – Share of Renewable Energy in Final Energy Consumption*. [žiūrėta 2026-04-14]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s.
53. IRENA (2024). *Renewable Energy Statistics 2024* [žiūrėta 2026-04-16]. Prieiga per: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2024.pdf.
54. *European Heat Pump Market and Statistics Report 2023*. Right Vision Media. [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: <https://ehpa.org/news-and-resources/publications/european-heat-pump-market-and-statistics-report-2023/>.
55. *Lithuania: Status of the Heat Pump Market*. [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC137131/JRC137131_017.pdf.
56. *Energy Efficiency Trends and Policies: Lithuania Profile*. [žiūrėta 2026-04-16]. Prieiga per: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/lithuania.html>.
57. *Nacionalinis Energetikos Ir Klimato Srities Veiksmų Planas 2021–2030 M.* [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/neksvp-atnaujinimas/>.
58. *Fit for 55: Tikslų Įgyvendinti Europos Žaliąjį Kursą*. [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=COM:2021:550:FIN>.
59. Eurostat, *Lfst_hhnhtych - Private Households by Household Composition*. [žiūrėta 2026-04-18]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfst_hhnhtych.
60. Eurostat, *ilc_hcmh01 - Average Size of Dwelling*. [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_hcmh01.
61. *Europos Parlamentas Ir Taryba (2024). Direktyva (ES) 2024/1275 Dėl Pastatų Energinio Naudingumo (EPBD). Oficialusis Leidinys, L 2024/1275*. [žiūrėta 2026-04-17]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/lt/ALL/?uri=CELEX:32024L1275>.

Priedai

1 priedas. Anketinės apklausos forma

Gyvenamųjų pastatų energijos vartojimo efektyvumas

Gerbiamas(-a) respondente, šis klausimynas skirtas magistro baigiamojo darbo tyrimui. Apklausą anoniminę, užtrunka apie 5–7 minutes. Prašome pažymėti vieną atsakymą, jei nenurodyta kitaip.

I dalis. Demografiniai duomenys

1. Jūsų amžius:

- 18–29 m.
- 30–44 m.
- 45–59 m.
- 60 m. ir daugiau

2. Namų ūkio dydis:

- 1 asmuo
- 2 asmenys
- 3–4 asmenys
- 5 ir daugiau asmenų

3. Vidutinės mėnesinės namų ūkio pajamos:

- Iki 1 000 EUR
- 1 001–2 000 EUR
- 2 001–3 500 EUR
- Daugiau nei 3 500 EUR

4. Gyvenamoji vietovė:

- Didmiestis (Vilnius, Kaunas, Klaipėda)
- Kitas miestas
- Miestelis
- Kaimo vietovė

II dalis. Būsto charakteristikos

5. Būsto tipas:

- Daugiabutis (iki 5 aukštų)
- Daugiabutis (5 ir daugiau aukštų)
- Individualus namas
- Kitas

6. Būsto plotas:

- Iki 40 m²
- 41–60 m²
- 61–80 m²
- 81–120 m²

- Daugiau nei 120 m²

7. Pastato statybos metai:

- Iki 1960 m.
 1961–1992 m.
 1993–2010 m.
 Po 2010 m.

8. Renovacijos statusas:

- Taip, visiškai renovuotas
 Taip, iš dalies renovuotas
 Ne, nerenovuotas
 Nežinau

9. Pagrindinis šildymo būdas:

- Centralizuotas šildymas
 Gamtinės dujos
 Kietasis kuras (malkinė mediena, granulės)
 Elektra
 Šilumos siurblys
 Kitas

III dalis. Energijos vartojimo įpročiai ir sąnaudos

10. Kokią vidutinę patalpų temperatūrą palaikote šildymo sezono metu?

- Iki 18°C
 19–20°C
 21–22°C
 23°C ir daugiau

11. Ar reguliuojate šildymo temperatūrą naktį arba išvykdami?

- Taip, visada
 Kartais
 Ne, nereguliuoju
 Neturiu tokios galimybės

12. Vidutinė mėnesinė sąskaita už šildymą šildymo sezono metu:

- Iki 50 EUR
 51–100 EUR
 101–200 EUR
 Daugiau nei 200 EUR

13. Vidutinė mėnesinė sąskaita už elektrą:

- Iki 20 EUR
 21–40 EUR
 41–70 EUR
 Daugiau nei 70 EUR

IV dalis. Požiūris į energijos taupymą ir motyvacija

14. Kaip vertinate energijos taupymo svarbą? (1 – visiškai nesvarbu, 5 – labai svarbu)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

15. Pagrindiniai motyvai taupyti energiją (galimi keli atsakymai):

- Finansinės priežastys (mažesnės sąskaitos)
- Aplinkosauginiai motyvai
- Komforto gerinimas
- Valstybiniai reikalavimai
- Kita

16. Kokias energijos taupymo priemones esate įdiegę savo būste? (galimi keli atsakymai):

- LED apšvietimą
- A+ ir aukštesnės klasės buitinę techniką
- Termostatinį šildymo reguliavimą
- Langų keitimą / sandarinimą
- Sienų / stogo apšiltinimą
- Saulės kolektorius ar fotovoltines plokštes
- Jokių priemonių

V dalis. Investicijos į energijos efektyvumą

17. Ar planuojate investuoti į energijos efektyvumo gerinimą per artimiausius 3 metus?

- Taip
- Galbūt
- Ne

Jei taip arba galbūt – kokias priemones rinktumėtės? (galimi keli atsakymai):

- Langų keitimą
- Šildymo sistemos modernizavimą
- Sienų / stogo apšiltinimą
- Saulės kolektorių / fotovoltinių plokščių įrengimą
- Vėdinimo sistemos įrengimą
- Kita

18. Priimtina investicijų suma per artimiausius 5 metus:

- Iki 1 000 EUR
- 1 001–5 000 EUR
- 5 001–15 000 EUR
- Daugiau nei 15 000 EUR
- Neplanuoju investuoti

19. Kokie barjerai trukdo investuoti į energijos efektyvumą? (galimi keli atsakymai):

- Per didelės investicijų sąnaudos
- Ilgas investicijų atsipirkimo laikotarpis
- Informacijos trūkumas
- Biurokratinės kliūtys
- Nuomojamas būstas
- Kita

20. Ar žinote apie valstybės paramos priemones būsto renovacijai ir energijos efektyvumui?

- Taip, esu pasinaudojęs(-usi)
- Taip, žinau, bet nesinaudojau
- Ne, nežinau apie tokią paramą