



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Energijos efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos energijos poreikiui namų ūkiuose tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Tomas Straigys

Projekto autorius

Doc. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Energijos efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos energijos poreikiui namų ūkiuose tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Tomas Straigys

Projekto autorius

Doc. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Lekt. Eimantas Neniškis

Recenzentas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Tomas Straigys

Energijos efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos energijos poreikiui namų ūkiuose 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.

Tomas Straigys

Patvirtinta elektroniniu būdu

Straigys, Tomas. Energijos efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos energijos poreikiui namų ūkiuose tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Inga Konstantinavičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

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

Kaunas, 2023. 66 p.

Santrauka

Siekiant mažinti klimato kaitą energijos vartojimo efektyvumo didinimas ir vartotojų elgsenos pokyčiai vadina vis svarbesnį vaidmenį. Magistro baigiamajame darbe yra analizuojama individualaus namų ūkio elektros energijos vartojimo ir išlaidų priklausomybė nuo efektyvumo didinimo, elgsenos pokyčių bei saulės elektrinės įdiegimo. Naudojant mokslinę literatūrą darbe nagrinėjama energetinio skurdo tema, pagrindinės problemos, priežastys, analizuojama energetinio efektyvumo ir elgsenos pokyčių nauda, siekiant sumažinti elektros energijos suvartojimą ir išlaidas. Darbe taikant galutinio energijos vartojimo modelį ir palyginamosios išlaidų analizės metodiką, pasinaudojant tiriamo objekto elektros energijos suvartojimo duomenimis atlikta elektros energijos suvartojimą ir išlaidas įtakančių efektyvumo ir elgsenos pokyčių analizė. Taip pat darbe atlikta saulės elektrinės kaštų ir naudos analizė, atsižvelgiant į vartotojų elgsenos pokyčius bei energijos vartojimo efektyvumo didinimą.

Straigys, Tomas. Investigating of Energy Efficiency Improvements and Behavioural Changes Impact on Household Energy Demand. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Inga Konstantinavičiūtė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): power engineering, engineering science.

Keywords: energy poverty, energy efficiency, consumer behavior, cost-benefit analysis, renewable energy

Kaunas, 2023. 66 p.

Summary

Increasing energy efficiency and changes in consumer behavior play an increasingly important role in order to reduce climate change. The Master's final thesis analyzes the dependence of individual household electricity consumption and costs on increasing efficiency, behavioral changes and the installation of a solar power plant. Using scientific literature, the paper examines the topic of energy poverty, its main problems, causes, and analyzes the benefits of energy efficiency and behavioral changes to reduce electricity consumption and costs. In the work, applying the final energy consumption model and the methodology of comparative cost analysis - benchmarking, using the electricity consumption data of the researched object, an analysis of efficiency and behavioral changes affecting electricity consumption and costs was carried out. Also, the analysis of the cost and benefits of the solar power plant was studied, while taking into consideration changes in consumer behavior and energy consumption efficiency increase

Turinys

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
Įvadas	9
1. Energetikos iššūkiai ir problemos	11
1.1 Energetikos sektoriaus aplinkosauginės problemos	11
1.2 Energetinio skurdo iššūkiai	12
1.2.1 Neišsivysčiusių šalių pagrindinės skurdo priežastys	14
1.2.2 Energetinį skurdą sąlygojantys veiksniai rytų ir centrinėje Europoje	14
1.2.3 Energetinio skurdo keliamo žala	15
1.3 Energijos vartojimo efektyvumo didinimas	17
1.3.1 Energijos vartojimo efektyvumas didinimas ES šalyse	17
1.3.2 Grįžtamasis efektas bei jo sąsajos su energijos efektyvumu	20
1.4 Lietuvos ir ES šalių energetikos rodiklių palyginamoji analizė	21
2. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo naudos ir skatinimo priemonės	27
2.1 Elektros energijos efektyvumo naudos pagal poveikio zonas	27
2.2 Energijos efektyvumo didinimo skatinimo priemonės	29
3. Tyrimo metodika	32
3.1 Žmonių elgsenos analizė	32
3.2 Galutinio energijos vartojimo modelis	34
3.3 Palyginamosios energijos išlaidų analizės metodas	36
3.4 Ekonominio efektyvumo vertinimo metodika	37
3.4.1 Grynoji dabartinė vertė	38
3.4.2 Vidinė gražos norma	39
3.4.3 Diskontuotas atsipirkimo laikotarpis	39
3.4.4 Pajamų ir išlaidų santykis	40
3.4.5 Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai	41
4. Namų ūkio energijos poreikio ir išlaidų priklausomybės nuo energijos efektyvumo ir vartotojų elgsenos pokyčių tyrimas	42
4.1 Nagrinėjamo objekto charakteristika	42
4.2 Esamo elektros energijos suvartojimo analizė	42
4.3 Elektros energijos prietaisų efektyvumo didinimo įtakos vertinimas	49
4.4 Vartotojų elgsenos pokyčių įtakos vertinimas	51
4.6 Įtaka CO ₂ emisijoms	57
4.5 Saulės elektrinės naudos vertinimas atsižvelgiant į efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčius	58
Išvados	62
Literatūros sąrašas	63

Lentelių sąrašas

1 lentelė Skirtingų šiltnamio efektą sukeliančių dujų charakteristikos [1]	11
2 lentelė ES energijos taupymo galimybės skirtinguose sektoriuose [19]	18
3 lentelė Pirminės energijos suvartojimas iki 2020 m. [21]	20
4 lentelė Galutinės energijos suvartojimas iki 2020 m. [21]	20
5 lentelė Vidutinė aplinkos temperatūra Lietuvoje 1991-2020 m. [25]	21
6 lentelė Mąstysenos būdų sukeltos problemos	33
7 lentelė NPV Gautų verčių paaiškinimas	38
8 lentelė IRR gautų verčių paaiškinimas	39
9 lentelė B/C Gautų verčių paaiškinimas	40
10 lentelė Namų ūkio mėnesinis elektros energijos suvartojimas: bazinis scenarijus	43
11 lentelė Namų ūkyje esantys elektros prietaisai ir jų galia	43
12 lentelė Namų ūkyje esančių elektros prietaisų grupės	44
13 lentelė Namų ūkio elektros energijos suvartojimas pagal grupes	44
14 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: bazinis scenarijus	45
15 lentelė Elektros energijos suvartojimo išlaidų pasiskirstymas: bazinis scenarijus	49
16 lentelė Atnaujinamų elektros prietaisų galių pokyčio palyginimas	50
17 lentelė Atnaujinamų elektros prietaisų prognozuojamo suvartojimo palyginimas	50
18 lentelė Metinių elektros energijos išlaidų pasiskirstymas: efektyvumo didinimo scenarijus	51
19 lentelė Naujų prietaisų investicijos ir atsipirkimo laikas	51
20 lentelė Vartotojų elgsenos pokyčių paveiktų prietaisų energijos suvartojimo palyginimas	52
21 lentelė Naujų prietaisų investicijos ir atsipirkimo laikas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	52
22 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	52
23 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	54
24 lentelė Elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal dieninį ir naktinį tarifus	55
25 lentelė Naujų elektros prietaisų atsipirkimo laikas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	55
26 lentelė CO ₂ emisijų sumažinimo vertinimas	58
27 lentelė Saulės elektrinės parametrai	58
28 lentelė Saulės elektrinės generuojama elektros energija per metus	59
29 lentelė Saulės elektrinės ekonominio įvertinimo rodikliai	60

Paveikslų sąrašas

1 pav. Pasaulyje išmetamų CO ₂ emisijų augimo kreivė [3].....	11
2 pav. Gyventojų skaičius gyvenantis žemiau energetinio skurdo ribos [9].....	13
3 pav. Žalų sudedamasis ciklas.....	16
4 pav. ES pirminės energijos suvartojimas [21]	19
5 pav. ES galutinės energijos suvartojimas [21].....	19
6 pav. ES šalių gyventojų skaičius nepajėgus pakankamai šildyti būstus (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [26]).....	21
7 pav. ES šalių elektros energijos kainos 2022m [27]	22
8 pav. ES šalių priklausomybė nuo energijos importo (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [28])	23
9 pav. ES šalių CO ₂ emisijų kiekio tenkančio vienam suvartotam energijos vienetui indeksas (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [29]).....	24
10 pav. ES šalių energetinis produktyvumas (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [30]) 24	
11 pav. ES gyventojų vidutinės metinės pajamos (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [31])	25
12 pav. ES šalių namų ūkių energijos išlaidų dalis bendruose išlaiduose (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [32]).....	25
13 pav. ES namų ūkių sutaupytų išlaidų energijai dalis nuo bendrų namų ūkio išlaidų (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [32]).....	26
14 pav. Energijos efektyvumo poveikis CO ₂ emisijoms [36].....	28
15 pav. Prognozuojamas energijos efektyvumo poveikis CO ₂ emisijoms[36].....	28
16 pav. ŠESD emisijų išmetimo mažinimo priemonių kaštai [37].....	30
17 pav. Namų ūkio metinis elektros energijos suvartojimas: bazinis scenarijus.....	42
18 pav. Elektros energijos suvartojimas per metus pagal grupes: bazinis scenarijus.....	45
19 pav. Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: bazinis scenarijus	46
20 pav. Neįprasto vasaros mėnesio palyginimas su standartiniu mėnesiu.....	47
21 pav. Elektros energijos žiemos ir vasaros mėnesių suvartojimo palyginimas.....	48
22 pav. Elektros energijos neįprasto vasaros mėnesio palyginimas su didžiausio suvartojimo žiemos mėnesiu	48
23 pav. Elektros energijos suvartojimas per metus: efektyvumo didinimo scenarijus.....	50
24 pav. Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus.....	53
25 pav. Metinis elektros energijos suvartojimas pagal grupes : efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	54
26 pav. Metinis elektros energijos suvartojimas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus	55
27 pav. Efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos elektros energijos suvartojimui palyginimas	56
28 pav. Efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtaka elektros energijos išlaidoms	57
29 pav. Saulės elektrinės atsipirkimo laikotarpio vertinimas.....	60

Ivadas

Šiuo laikotarpiu, kuomet vyksta karas, virusinė pandemija, energetinė krizė yra itin svarbu nepasiklysti tarp šių problemų bei nepamiršti keletą dešimtmečių pasaulyje diskutuojamos problemos – globalinio atšilimo. Bendrai kalbant pasaulyje, tarp žmonių, ypač per pastaruosius keletą metų klimato kaitos tema yra itin aktuali, žmonės nuolatos ieško būdų kovoti su ja, stengdamiesi sumažinti išmetamų teršalų – šiltnamio dujų kiekį kiek įmanoma labiau.

Kas yra svarbu, jog dabartinė visuomenė vis labiau supranta, jog didžiausias teršėjas bei problemų sukėlėjas šiuo metu yra būtent energetikos sektorius, kuris yra ne tik atsakingas už gamtos taršą, tačiau ir už tokias problemas kaip kylantis energetinis skurdas, ko pasekoje yra paveikiama bendroji šalies ekonomika ir viskas perauga į bendrą šalių skurdą. Būtent ši paminėta problema yra taip pat itin aktuali šiuometiniame pasaulyje, kuomet gyvenant labiau ekonomiškai bei energetiškai išsivysčiusiose regionuose vis dažniau pasigirstą kalbos, apie besivystančių šalių vieną iš rimčiausių problemų – ribotą elektros energijos pasiekiamumą. Šios problemos mastas yra itin didelis ir apima beveik visus šalies vystymosi bei augimo sektorius ir netgi turi didelę įtaką žmonių gyvenimo kokybei, kuri yra itin žema ir dažnu atveju netgi kelia pavojų žmogaus gyvybei. Laikui bėgant jei energetinis skurdas ir toliau išsilaikys, gali būti, jog bus paveiktas ne tik šių skurdžių šalių gyvenimas, tačiau laikui bėgant šis skurdas gali persikelti į kitas šalis, kadangi energetinio skurdo padariniai gali lemti žmonių persikėlimą, judėjimą į kitus regionus. Taigi žmonės žinodami pagrindinį kaltininką ir visų problemų šaltinį – energetikos sektorių, per pastaruosius keletą m. atrado būdą kurio pagalba, būtų galima kovoti tiek su išmetamų teršalų kiekiu, tiek su energetinio skurdo problemomis, kartu darant asmeninę finansinę ir energetinę naudą, visas šis sprendimas apima vieną sąvoką – energetinį efektyvumą. Šios sąvokos esminė savybė bei tikslas yra atitinkamų metodų pagalba panaudojus mažesnį energijos kiekį gauti tą pačią paslaugą/rezultatą, tokiu būdu yra paveikiamas elektros energijos suvartojimas, dėl kurio mažėjimo krenta ir globalinio užterštumo lygiai, kas kartu taip pat lemia ir bendrą ekonomikos augimą bei galutiniame rezultate daro įtaką energetinio skurdo problemų sprendimo srityje.

Darbo tikslas – išanalizuoti vartotojų elgsenos pokyčių ir energijos vartojimo efektyvumo didinimo įtaką energijos išlaidų mažinimui bei saulės elektrinės panaudojimo namų ūkiuose ekonominiam efektyvumui.

Uždaviniai :

1. atlikti energetinį skurdą sąlygojančių veiksnių ir rodiklių tendencijų analizę pasaulyje ir Europoje;
2. išanalizuoti energetinio vartojimo efektyvumo didinimo svarbą ir atlikti Lietuvos pagrindinių energetinių rodiklių palyginamąją analizę su kitomis ES šalimis;
3. parengti metodiką, kuri leistų įvertinti energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir vartojimo elgsenos pokyčių įtaką elektros energijos suvartojimui bei išlaidoms;
4. atlikti elektros energijos vartotojų analizę, atsižvelgiant į jų kasdieninius elektros energijos vartojimo įpročius bei galimybę didinti elektros energijos suvartojimo efektyvumą;

5. įvertinti analizuotų priemonių įtaką CO₂ emisijų mažinimui;
6. atlikti saulės elektrinės kaštų ir naudos analizę, atsižvelgiant į vartotojų elgsenos pokyčius bei energijos vartojimo efektyvumo didinimą.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, žmonių elgsenos analizė, galutinio energijos vartojimo modelis, palyginamosios išlaidų analizės metodas, ekonominio efektyvumo vertinimo metodika, PVSyst modeliavimas.

Magistro darbo struktūra: Darbo apimtis – 66 puslapiai, darbe pateikiama 29 lentelių, 29 paveiksliukų, 48 literatūros šaltinių.

1. Energetikos iššūkiai ir problemos

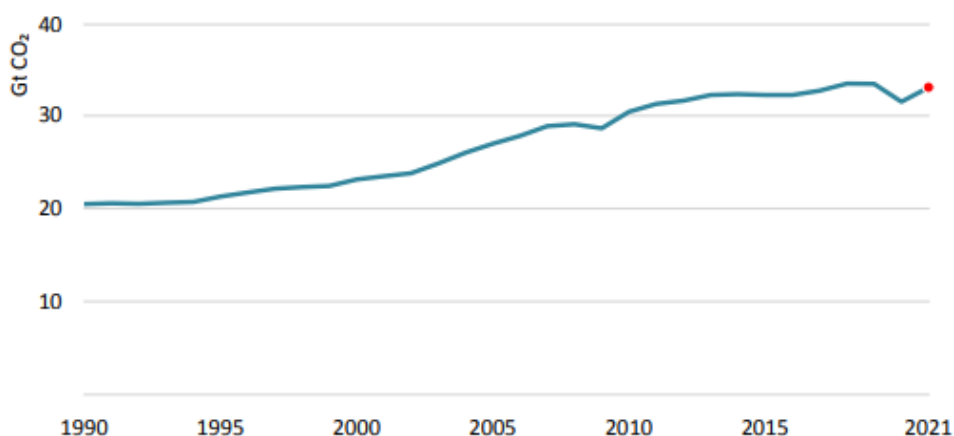
1.1 Energetikos sektoriaus aplinkosauginės problemos

Žemės užterštumo problemos ir spartėjantis globalinis atšilimas sąlygoja tai, kad pasaulis pradėjo skirti didelį dėmesį energetikos sektoriaus transformacijai, nes tai yra vienas iš pagrindinių taršos šaltinių. Didžiausią žalą kelia būtent šiame sektoriuje deginamas iškastinis kuras elektros energijai ir šilumai gaminti. Nustatyta, jog deginant iškastinį kurą į atmosferą išleidžiama labai daug CO₂ dujų, kurios atmosferoje išsilaiko nuo 50 metų iki 200 metų bei sukelia vadinamąjį šiltnamio efektą bei globalinį atšilimą. Iš 1 lentelėje pateiktos informacijos matyti, kad šiuo metu būtent didžiausią indelį šiltnamio efektui ir turi CO₂ dujos, kurios sudaro net 63 % [1, 2].

1 lentelė Skirtingų šiltnamio efektą sukeliančių dujų charakteristikos [1]

	Šiltnamio efektą sukeliančios dujos			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFCs
Koncentracija (ppm)	413	1,7	0,32	0,0009
Gyvavimo laikas (metai)	50–200	12	120	45–1700
Įtaka šiltnamio efektui (%)	63	18	6	13
Globalinio atšilimo potencialas	1	25	120	6310–14400

Galima teigti, kad pasaulyje CO₂ emisijos nuolatos stabiliai didėja jau nuo 1990 m., nes žmonių populiacija auga, technologijos tobulėja, daugiau suvartojama elektros. Augant elektros paklausai didėja išgaunamos elektros energijos iš iškastinio kuro kiekis. Paminėtina tai, jog CO₂ emisijos dar 2020 m. buvo labai stipriai nukritusios, net 5,8 % lyginant su 2019 m. dėl pandemijos, sustojusios ekonomikos visose šalyse. Tačiau jau 2021 m. atsigaunant ekonomikai pasaulyje, išmetamųjų CO₂ dujų kiekis išaugo iki 4,8 % [3].



1 pav. Pasaulyje išmetamų CO₂ emisijų augimo kreivė [3]

Kaip buvo minėta, elektros energijos suvartojimą stipriai veikia ekonomikos svyravimai. Kaip pavyzdį galima paminėti 2020 m., kuomet prasidėjo COVID-19 izoliacinis laikotarpis – ekonominis sąstingis. Šiuo laikotarpiu elektros energijos suvartojimas gerokai sumažėjo, net per 4 %. Tai yra vienas didžiausių kritimų nuo 1945 m. Paminėtina, kad tai truko neilgai ir jau 2021 m. energijos

poreikiai išaugo net iki 4,6 % [3]. Viena pagrindinių problemų yra tai jog, didžiąją dalį elektros energijos pasaulis vis dar išgauna deginant iškastinį kurą t. y., net 31,2 % pagaminama naudojant naftos produktus, 27,2 % akmens anglį, 24,7 % – gamtines dujas, 12,6 % – atsinaujinančių energijos išteklius (AEI) ir 4,3 % - branduolinę energiją [4]. Norint sumažinti žalą keliančių iškastinių energijos išteklių naudojimą bei pasiekti „Paryžiaus susitarimo“ užsibrėžtą tikslą, kuris yra pristabdyti šiltnamio efektą, mažinant šilumos kilimą iki mažiau nei 2 °C, geriausiu atveju šį kilimą išlaikyti ties 1,5 °C iki 2050 m., yra būtina atsinaujinančios energetikos plėtra [5]. Tačiau atsižvelgiant į dabartinį progresą ir dabartines tendencijas, šis tikslas atrodo neįgyvendinamas ir pareikalautų didelių permainų energetikos sektoriuje. Pagal dabar turimą statistiką bei IEA atliktą tyrimą norint, kad pasaulis iki galo pasiektų „Paryžiaus susitarimo“ metu paskelbtą tikslą, reiktų jog elektros energijos gamyba iš AEI išaugtų iki 70 %, bet žvelgiant į dabartinį energetikos sektorių tai neatrodo realu [6]. Viena pagrindinių problemų darant perėjimą prie atsinaujinančios energetikos yra tai, kad šiuo metu gaminamos technologijos yra vis dar sąlyginai per brangios ir nepakankamai efektyvios, kad galėtų pakankamai efektyviai tiekti elektros energiją. Nepaisant šios problemos, bet koku atveju perėjimas prie AEI turi prasidėti nuo didesnio AEI išnaudojimo – elektrinių galios plėtos, o tobulėjant technologijoms įvyktų galutinis lūžis, dėl augančių elektrinių efektyvumo. Tiriamajame moksliniame straipsnyje, taip pat yra pabrėžta, tai jog šiais laikais yra netgi specialus būdas sekti tam tikrus energijos technologijų proveržius pasinaudojus „IRENA“ AEI technologijų patentų duomenų baze, kurių pagalba galima stebėti, į kokias technologijas pastaruoju metu žmonės skiria daugiausiai dėmesio [7]. Prie viso to reiktų pridėti ir tai, jog pasaulis siekdamas užtikrinti pasaulinį tvarumą akcentuoja perėjimo iš paprastu kuru varomų transporto priemonių prie elektrinių automobilių svarbą. Pagal naujai, 2017 m. priimtą švarios energijos ministerijos sprendimą - EV30@30 susitikimą, buvo nuspręsta jog elektromobilių pardavimai turėtų išaugti net iki 30 % iki 2030 m., kas yra realu dėl ir taip pastaruoju metu besiplečiančios elektrinių automobilių rinkos bei valstybės skiriamų finansų, skiriamų skatinamųjų paskatų elektromobilių vairuotojams kaip pvz.: Lietuvoje skiriamos nemokamos automobilių statymo vietos didmiesčių centruose bei kitose mokomose aikštelėse [6].

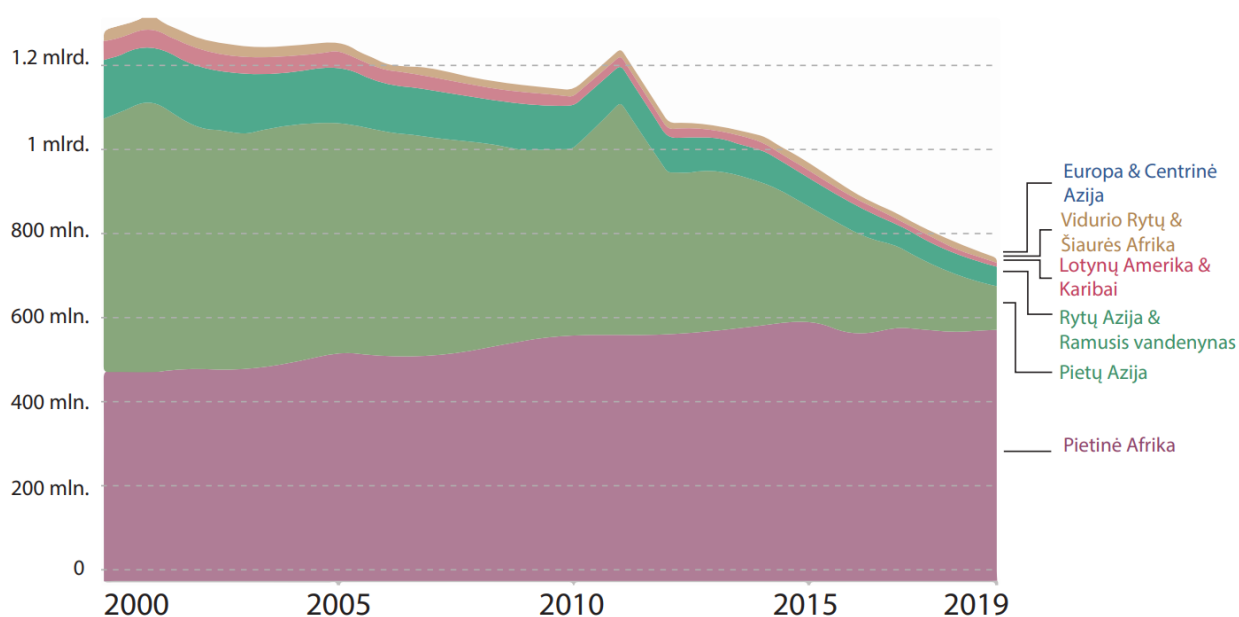
1.2 Energetinio skurdo iššūkiai

Globalinis atšilimas bei teršalų emisijos energetikos sektoriuje yra tik viena iš daugelio problemų su kuriomis susiduria pasaulis šiuo metu. Dar viena aktuali tematika, kuri yra susijusi su energetikos sektoriumi – energetinis skurdas (angl. *energy poverty*). Energetinį skurdą galima apibrėžti kaip elektros energijos pasiekiamumo trūkumą dėl tam tikrų priežasčių. Šis reiškinys dažniau pastebimas besivystančiose šalyse, tačiau yra ir išsivysčiusiose šalyse. Energetiškai skurdūs žmonės didžiąją dalį savo lėšų išleidžia elektros energijos sąnaudoms, todėl gerokai mažiau lėšų lieka kitoms pragyvenimo reikmėms. Pagrindinės priežastys lemiančios energetinį skurdą yra šios:

- maži žmonių atlyginimai;
- blogos gyvenimo sąlygos;
- didelės energijos kainos;
- netinkamas požiūris į elektros energetikos efektyvumą;
- neefektyvūs pastatai.

Tačiau be minėtų pagrindinių priežasčių energetinį skurdą taip pat lemia ir tokie bendri dalykai kaip ekonomikos, infrastruktūros augimas, taip pat būtų galima paminėti ir geografinės padėties bei aplinkosaugos problemas. Todėl vertinant energetinį skurdą yra itin svarbu įvertinti skirtingus

veiksnius ir pasirinkti tinkamus dydžius, kuriais remiantis būtų galima palyginti skirtingomis sąlygomis gyvenančias visuomenes. Dėl minėtų priežasčių energetinio skurdo vertinimas iki šiol yra itin didelė problema, kurią bandoma išspręsti jau dešimtis metų. 2005 m. buvo bandoma panaudoti energijos pasiekiamumo ir įperkamumo kriterijus, tačiau panaudojus šiuos rodiklius galima tik iš dalies įvertinti energetinio skurdo lygį, taigi galima teigti, kad tai yra sąlyginai netikslus matavimas. Tokio tipo matavimas tinkamesnis lyginant skirtingas šalis. Jis netikslus, nes nevertina atskirų ir specifinių situacijų, nekreipia dėmesio į smulkmenas. Šiuo metu analizuojant energetinį skurdą tarp šalių naudojami trys pagrindiniai vertinimo kriterijai: atskirų gyventojų energijos suvartojimas, galutinis bendras suvartojimas ir energijos pasiekiamumas. Tačiau, kaip minėta anksčiau, tai vis dar yra labai apytikslis vertinimas. Norint tiksliai įvertinti energetinio skurdo problemą reikėtų analizuoti kiekvieną atvejį atskirai. Remiantis autoriaus S., Pačauri nuomone, tai yra daug laiko ir pastangų reikalaujantis būdas. Renkant informaciją ir tiriant atskirus išskirtinius atvejus, būtų galima tiksliau suprasti pagrindinius energetinio skurdo veiksniai ir pradėti spręsti bei ieškoti būdų mažinti šį skurdą [8]. Paminėtina tai, kad šie visi atvejai taip pat kartu turės ir labai skirtingus veiksniai priklausomai nuo pasirinkto regiono, šalies. Besivystančiuose regionuose energetinis skurdas bus vertinamas būtent pagal to regiono kriterijus ir standartus, o išsivysčiusiose šalyse šis vertinimas bus kitoks.



2 pav. Gyventojų skaičius gyvenantis žemiau energetinio skurdo ribos [9]

Antrame paveiksle pavaizduota kiek žmonių pasaulyje neturi prieigos prie komercinės elektros energijos (žr. 2 pav.). Pagrindinis rodiklis vertinantis žmonių prieigą prie komercinės elektros energijos yra elektros pakankamumas apšvietimui ir telefono ar radijo stoties pakrovimui 4 valandoms per parą. Didžiausią dalį energetinio skurdo srityje užima besivystantys regionai – šiuo atveju pirmoje vietoje yra Afrika, toliau eina pietų ir rytų Azijos regionai, pietų Amerika, Šiaurės ir Vidurio rytų Amerika, mažiausiai su skurdu susiduria Europa ir centrinė Azija [9]. Nors pats vertinimo būdas, kaip ir minėta, labai apytikslis ir atskleidžia energetinį skurdą tik besivystančiuose žemynuose. Išsivysčiusiuose regionuose energetinio skurdo vertinimas yra šiek tiek kitoks, nes čia energetinis skurdas dažniausiai yra vertinamas pagal išlaidas energetikai, taip pat yra naudojami ir kiti labiau specifiniai kriterijai. Kaip pavyzdį, galima paminėti Angliją, kurioje pragyvenimo lygis yra daug aukštesnis lyginant su Afrikos šalimis. Anglijoje vertinant energetinį skurdą dažnai

naudojamas patalpų šildymo kriterijus: ar gyvenamasis namas gali išlaikyti gyvenamųjų kambarių temperatūra iki 21°C, o kitų kambarių bent iki 18°C, taip pat vertinamas ir pats namo energetinio efektyvumo būvis [10].

1.2.1 Neišsivysčiusių šalių pagrindinės skurdo priežastys

Žvelgiant iš tolimesnės perspektyvos, reikia išsiaiškinti kas lemia tokį didelį energetinio skurdo skirtumą tarp išsivysčiusių šalių ir besivystančių šalių. Pirmas ir pats svarbiausias dalykas ekonomikos išsivystymas, žmonės gyvenantys labiau išsivysčiusiose šalyse pasižymi aukštesnėmis pajamomis, kas reiškia, kad vartotojas gali įsigyti elektros energijos neišleisdamas didžiosios dalies savo uždirbamų pinigų, kuriuos gali investuoti į kitas kasdienes reikmes. Bendras ekonominis išsivystymas kartu lemia ir aukštesnio lygio elektros energetikos sektoriaus plėtrą, kas reiškia, jog šalyje turimi elektros energijos šaltiniai yra geriau išnaudojami ir pats visas energijos tiekimas yra sąlyginai pigesnis. Mažiau energetiškai skurdžios šalys turi ir naudoja labai mažai skirtingų energijos šaltinių elektros energijai išgauti, dažniausiai pastebima, jog tokiose šalyse naudojamas medžio arba anglies kuras. Situacija apsunkina ir tai, kad šios skurdžios šalys neturi tinkamų technologijų, kad išgautų elektros energiją, o jei ir turi šios technologijos yra pasenusios arba netinkamos būtent tam kontinentui, to pasėkoje energijos išgavimo efektyvumas yra mažas [11, 12]. Ir paskutinis svarbus dalykas yra tai, jog mažiau išsivysčiusiose šalyse, dar vis stipriai trūksta švietimo apie patį elektros energijos efektyvumą, kuris taip pat stipriai prisideda prie energetinio skurdo mažinimo. Apibendrinant šiuos visus veiksnius galima teigt, jog didžiąją dalį problemų išspręstų tiesiog ekonominė šių šalių plėtra, nes augant šalies ekonomikai, stiprėtų energetikos sektorius, didėtų švietimas dėl energetikos efektyvumo, būtų tobulinamos bei pritaikomos technologijos atitinkančios skurdžių regionų poreikius.

1.2.2 Energetinį skurdą sąlygojantys veiksniai rytų ir centrinėje Europoje

Žinant pagrindines priežastis, lemiančias skurdą tarptautiniu mastu, svarbu išsiaiškinti ir pagrindinius veiksnius, kurie lemia energetinį skurdą pačioje Europoje. Nors Europa lyginant su kitais regionais yra sąlyginai išsivysčiusi, tačiau net ir čia energetinis skurdas yra neišvengiamas, o pagrindinės to priežastys yra tokios [13]:

- Mažos vidutinės metinės pajamos. Ši problema yra itin aktuali centrinėje ir rytų Europoje, kadangi tai yra vieni iš prasčiausiai ekonomiškai išsivysčiusių regionų, lyginant su kitomis Europos Sąjungos šalimis. Dėl pajamų trūkumo šiuose regionuose namų ūkiai dažniausiai prioritetizuoja pagrindines reikmes, tokias kaip maistas, elektra ir kiti dalykai, į kuriuos investuoja didžiąją dalį savo pajamų, todėl negali skirti pakankamos lėšų daliai namų šildyti. Tokia elgsena sudaro papildomų problemų, nes esant mažiems energijos suvartojimas tampa sudėtinga nustatyti kada namų ūkis yra energetiškai skurdus.
- Pastatų žemas efektyvumo lygis yra taip viena didelė problema dažnai siejama su rytiniais ir centriniais Europos regionais, nes būtent šiuose regionuose vis dar egzistuoja didelė dalis pastatų, kurie yra pastatyti prieš 50 metų ar dar seniau, kai energetinis efektyvumas nebuvo svarbiausias tikslas, o ir naudojamos technologijos, medžiagos ir statybos principai dar nebuvo tokie geri kaip dabar. Svarbu paminėti ir laiko faktorių, nes pastatų bendra energetinė kokybė per laiką stipriai nukenčia dėl medžiagų nusidėvėjimo.
- Aukštos energijos kainos yra itin aktuali tema, ypač rytų Europoje, nes šiame regione esančios šalys turi minimalius savo energetikos išteklius. Dėl šios priežasties energijos kainos yra aukštos, didžioji dalis šio regionų šalių yra priklausomos nuo kaimyninių šalių importo.

Blogiausia yra tai, jog rytų Europoje nemaža dalis šalių priklausomos būtent nuo Rusijos energijos importo, kas šiuo metu, kuomet vyksta karas bei pilnai yra nutraukiamas bet koks bendradarbiavimas tarp Rusijos ir Europos, energetinių resursų importas iš minėtos šalies yra sustabdytas, o esant energijos trūkumui vyksta energetinė krizė, o elektros kainos tik dar labiau auga.

Atlikta Eurostat energetinio skurdo rodiklių ir veiksnių analizė rodo, kad pagrindinė energetinio skurdo priežastis yra bendras šalies ekonomikos išsivystymo lygis (žr. 6 pav.), pastebima, kad šalys kurios pirmauja pagal energetinį skurdumą, turi sąlyginai mažą BVP.

1.2.3 Energetinio skurdo keliama žala

Neskaitant to jog energetinis skurdas stipriai paveikia žmonių asmeninį gyvenimą sumažindamas jų kasdienybės komfortą, energetinis skurdas taip pat prisideda ir prie kitų svarbių problemų, tokių kaip:

- aplinkosauginė žala;
- žmonių sveikatai išskylanti žala;
- ekonomikos vystymosi žala.

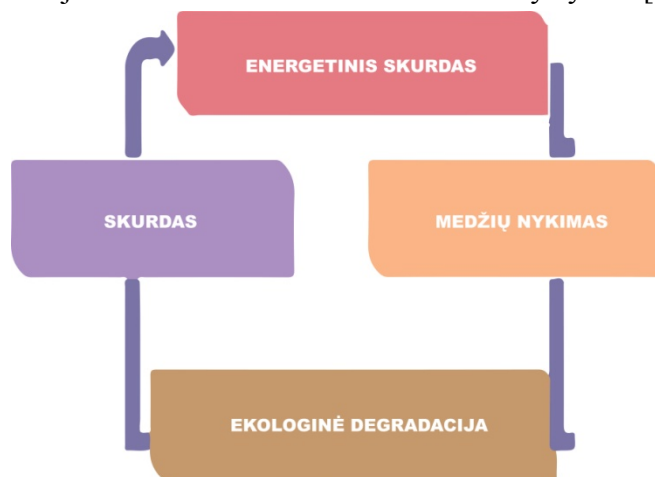
Tai yra tik keletas iš daugelio problemų, kurios kyla dėl ekonominio skurdo. Svarbu pastebėti tai, jog kalbant būtent apie šiuos 3 išvardintus aspektus, jų daroma žala laikui bėgant vis labiau progresuoja, todėl šias problemas yra būtina išspręsti.

Pirmoji yra aplinkosauginė žala, kurią visų pirma lemia tai, kad mažiau išsivysčiusios, energetiškai skurdžios šalys, dažnu atveju neturi pasirinkimo elektros energijos šaltinių srityje, tai lemia biomasės ir iškastinio kuro naudojimą. Turbūt skaitant šią tezę iškart kyla mintis, jog naudojant biomasę ir iškastinį kurą, didžiausias neigiamas poveikis gamtai daromos tuo atžvilgiu, jog naikinama gamta medžiai kurie naudoja CO₂ jog gamintų deguonį. Tačiau tai nėra pagrindinė problema, pagal autorių M., Gonsalesą, didžiausia problema yra tai jog, šiose šalyse žmonės nelegaliai kerta miškus, plečia ūkius bei kuria dirbamus žemdirbystei laukus. Tai ne tik kelia miškų naikinimo problemą, tačiau ir žemės degradacijos problemą. O netinkamai prižiūrima augalija, miškai, gali pasiekti šiose šalyse išnykimo ribą, kas visų pirma reikštų vieno iš pagrindinių energijos šaltinių praradimą ir visų antrą tai reikštų dar didesnio aplinkosauginę problemą – ekosistemų išnykimą, kas lemtų maisto bei vandens šaltinių praradimą, o tai tik dar labiau skatintų tiek ekonominę, tiek energetinę skurdą šalyje. O dar taip pat ir kita aplinkosauginė problema susijusi iškastinio kuro deginimu – išmetamų ŠESD kiekis, kuris yra itin akcentuojamas paskutiniu laikotarpiu, dėl vis labiau spartėjančio globalinio atšilimo bei spartaus ledynų tirpimo.

Antroji problema kuri veikia būtent asmeninę gerovę yra skurdo daroma žala žmogui. Blogiausia yra tai, kad ši žala žmogui ne tik apima fizinę pusę, tačiau paveikia ir žmogaus psichologinę būseną, kas iš karto gali būti neakivaizdu. Psichologinė žala pasireiškia kylančio nerimo, streso ir depresijos būdu, taip dažniausiai yra dėl to, kad žmogus kuris yra energetiškai skurdžioje šeimoje nuolatos jaučia spaudimą. Kadangi gyvenimo sąlygos yra itin prastos, o prie to dar prisideda ir finansinė pusė, tenka balansuoti pinigus siekiant išpildyti bent svarbiausius kasdieninio gyvenimo poreikius, dažnu atveju ši finansinė pusė pradeda blogėti kuomet atsiranda papildomos nesuplanuotos išlaidos ir prasideda skolos, tai psichologinę žalą tik dar labiau suintensyvina. O kaip žinoma psichologinė būklė yra itin svarbi, kadangi ji paveikia ir visą aplinkinį gyvenimą, žmogus praranda motyvą atsiduoti darbui, negali pilnai sukaupti savo dėmesio esamoms užduotims, tai veda tik į dar didesnę energetinę skurdą. Svarbu paminėti, kad ši psichologinė žala veikia ne vien tik suaugusius žmones, didelė įtaka daroma

ir vaikams kurie gyvena energetiškai skurdžiai, anot MRT jų nagrinėjame tekste pabrėžiama, jog vaikai susiduria su svorio priaugimo problemomis, sunkumais moksluose dėl susikaupimo problemų. Žinant psichologinę žalą svarbu taip pat pabrėžti ir fizinę žalą, kurią patiria energetiškai skurdūs žmonės, šiuo atveju žvelgiant į Europos atvejį, negalintys pakankamai pasišildyti namų. Pastebima, kad pagrindinė problema kuri kelia didžiausią žalą yra susijusi su žmogaus kvėpavimo takų ligomis ir įvairiomis širdies bei kraujagyslių ligomis, o dar ir šalutinė ligos susijusios su peršalimais, gripais. Problema yra tai, kad šios fizinės problemos dažnu atveju gali privesti ir prie mirties, MRT teigiamu, žiemos metu dėl energetinio skurdumo stipriai išauga perteklinis žiemos mirtingumas (EWM), o pagrindinės šio mirtingumo priežastys yra – 40 % susiję su širdies ir kraujagyslių ligomis ir 33 % susiję su kvėpavimo takų ligomis. Ši žala galioja visų amžių žmonėms, nuo pačių jauniausių iki pagyvenusio amžiaus, tačiau labiausiai rizikos grupėje yra vyresnio amžiaus žmonės. Pagrindinė to priežastis yra dėlto, kad jie daugiau praleidžia laiko namuose ir yra veikiami tos aplinkos, taip pat jų organizmas lyginant su jaunesnio amžiaus yra silpnesnis [14, 15].

Trečioje problema yra susijusi su ekonominiu vystymusi. Daugelis labiau išsivysčiusių ir energetiškai stipresnių šalių pasižymi tuo kad, didžiąja dalimi jų augimas priklauso nuo vis augančios automatizacijos, naujų technologijų, kurioms reikia tinkamo energetikos sektoriaus. Dauguma darbų, kad ir ūkio sektoriuje yra atliekami naudojant automatizuotus procesus, o ne žmogaus, naudojant žmonių išteklius. Tuo tarpu mažiau išsivysčiusiose šalyse didžioji dalis darbų, kad ir ūkio sektoriuje yra atliekama naudojant gyvūnų bei žmonių išteklius. Atsižvelgiant į šį pavyzdį galime teigti, jog visų pirma energetinis skurdas stipriai paveikia šalies skirtingų sektorių efektyvumą bei galimybę plėstis, didinant gamybos apimtis. Be viso to energetinis skurdas ne tik stabdo bendrą sektorių augimą tačiau, bendrą visą šalies augimą, kad ir švietimo atžvilgiu. Autorius M., Gonsalesas teigia, jog priėjimo prie elektros energijos patobulėjimas gali padėti pakelti šalies išprusimo bei raštingumo lygius, sumažinti iškritimo iš mokyklų lygius. Sudėjus visas šias problemas turime kaip ir bendrą ratą einanti ciklą, kuris atrodo taip: šalies skurdas lemia energetinį skurdą, dėl energetinio skurdo kyla gamtinės, miškų bei ekosistemų problemos, ko pasėkoje šalis dar labiau silpnėja, mažėja tiek energijos, tiek maisto resursų, todėl dar labiau didėja skurdas ir krenta ekonominis išsivystymas [11].



3 pav. Žalų sudedamasis ciklas

Tiek trumpai apie šias tris pagrindines problemas su kuriomis susiduria energetiškai skurdžios šalys, kaip ir minėta, šių problemų yra tikrai daugiau ir jos stipriai priklauso nuo kontinento išsivystymo, tačiau šiuo atveju šios išvardintos problemos daro didžiausią žalą pasaulyje ir turėtų būti pirmasis prioritetas sprendžiant energetinio skurdo problemą.

1.3 Energijos vartojimo efektyvumo didinimas

Siekiant mažinti klimato kaitą ir energetinį skurdą didelis dėmesys skiriamas energijos vartojimo efektyvumo didinimui. Pagrindinė priežastis kodėl energijos efektyvumo didinimas patrauklus gyventojams tai, kad didinant efektyvumą ne tik tausojama gamta, bet ir dėl mažėjančių elektros suvartojimo kiekių mažėja vartotojo išlaidos skirtose energijai. Elektros energijos vartojimo efektyvumas apibrėžiamas kaip tas pats elektros energijos vartojimas, tačiau vienais ar kitais būdais taupant šią elektros energiją, tuo tarpu nekintant rezultatams. Tai reiškia jog teoriškai vartotojas gauna visiškai tą patį efektą, bet sutaupo išlaidų ant elektros energijos ir prisideda prie žemės tausojo. Kaip ir minėta energetinis efektyvumas prisideda prie keleto apsektų naudingų tiek asmeniškai žmogui, tiek aplinkai, kurių pagrindiniai [16,17]:

- mažinamas išmetamų šiltnamio dujų kiekis į aplinką;
- mažinamas išmetamų žmogui žalingų oro teršalų kiekis į aplinką;
- mažinamos investicijos reikalingos energetikos sektoriui;
- mažinama priklausomybė nuo iškastinio kuro;
- mažinama priklausomybė nuo kuro importo iš kitų šalių;
- mažinamos vartotojo išlaidos skirtos elektros energijai.

Pats energijos efektyvumas gali būti paveiktas iš daugelio skirtingų perspektyvų:

- vartotojų elgsenos pokyčių;
- transporto sektoriaus tobulėjimo;
- pastatų efektyvumo didinimo;
- atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo;
- ekonominių pokyčių.

Kaip ir minėta yra keletas aspektų galinčių įtakoti elektros energijos efektyvumą ir kiekvienas iš jų daro įtaką elektros energijos vartojimo mažėjimui. Kaip pavyzdį galima paimti ir žmonių elgseną, įpročius bei jų komforto prisitaikymą siekiant energetinio efektyvumo. Gyventojui žiemos metu, sumažinus gyvenamojo kambario temperatūrą bent 1°C, galima sutaupyti apie 10 % sunaudojamos energijos šildymui, pažymėtina, kad tai taip pat priklauso ir nuo būsto efektyvumo ir tai tik vienas iš pavyzdžių. Netgi paprasčiausias kasdieninių technologijų atnaujinimas prisideda prie energijos efektyvumo kėlimo. Kitą pavyzdį galime paimti transporto sektorių, vien tik mašinos pakeitimas iš kuru varomos į hibridinę arba pilnai elektra varomą mašiną gali padėti sutaupyti ženklų kiekį lėšų, tuo labiau vertinant ir dabartinę pasaulinę situaciją kuomet visas kuras brangsta [18].

1.3.1 Energijos vartojimo efektyvumas didinimas ES šalyse

Energijos efektyvumas jau prieš gerą dešimtmetį tapo itin aktualia tema Europoje siekiant mažinti priklausomybę nuo iškastinio importuojamo kuro bei atsižvelgiant į blogėjančią aplinkosauginę situaciją. 2006 m. Europos Bendrijos komisija iškėlė tikslą padidinti energijos vartojimo efektyvumą, t. y. sumažinti pirminės ir galutinės elektros vartojimą, bent jau 20 % iki 2020 m., lyginant su prognozuojamu suvartojimu tais metais. Svarbiausias dėmesys buvo skiriamas namų ūkio, aptarnavimo, transporto bei apdirbamosios pramonės sektoriuose [19, 20]. Esminės priemonės, kurios turėjo įtakoti energijos vartojimo efektyvumo didinimą buvo šios:

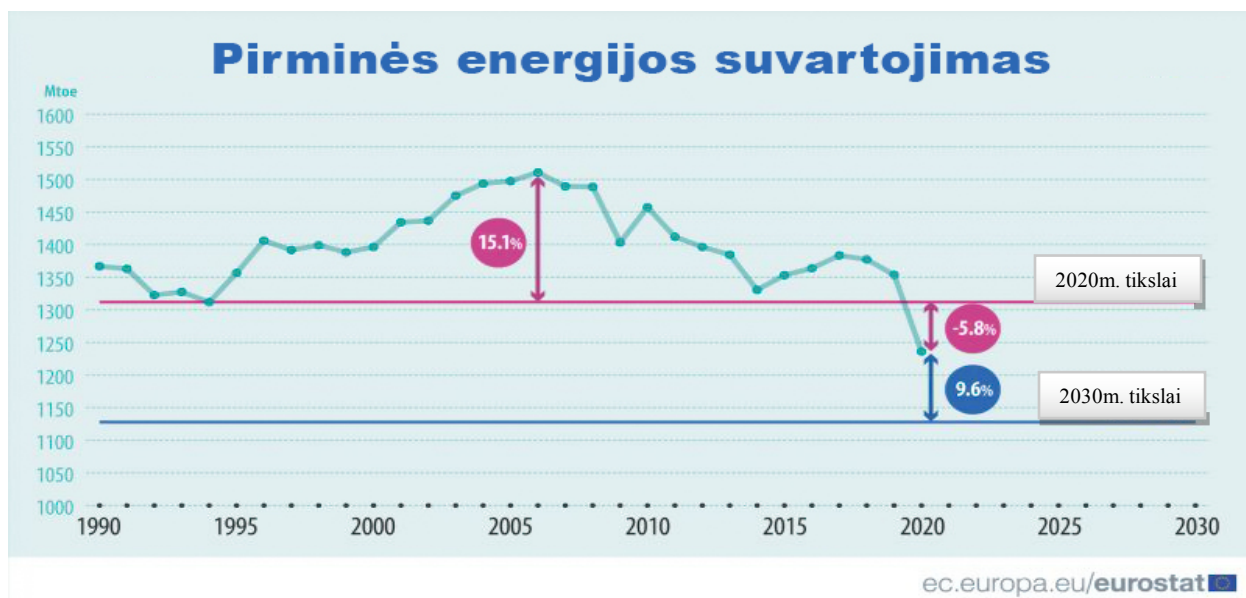
- Namų ūkio sektoriuje – pastatų efektyvumo kėlimas, šildant sienas bei izoliuojant stogus, keliant pastato energetinę klasę.
- Komerciniame ir gamybos sektoriuje – įrangos ir technologijų naujinimas bei tobulinimas ieškant naujų sprendimų, valdymo sistemų įdiegimas.
- Transporto sektoriuje – kuru varomų automobilių keitimas į hibridinius arba elektrinius automobilius, senų automobilių keitimas modernesniais, gamta tausojančiais automobiliais.

2 lentelė ES energijos taupymo galimybės skirtinguose sektoriuose [19]

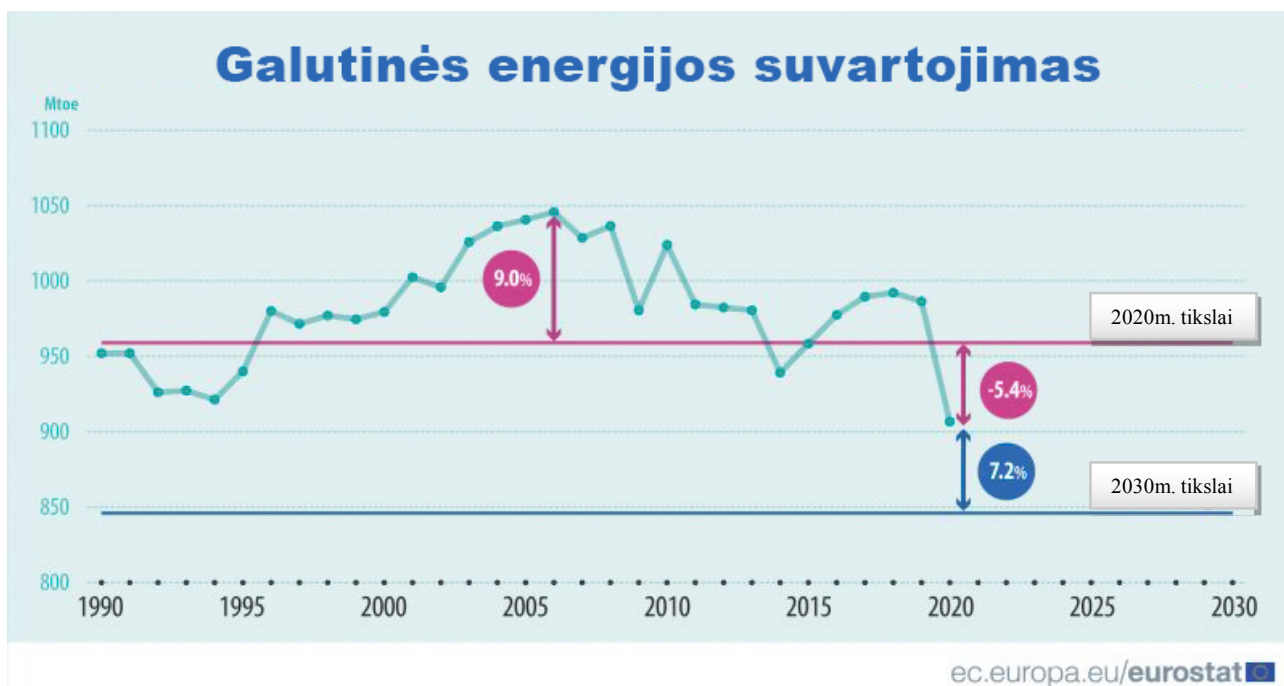
Sektorius	Energijos suvartojimas (Mtne) 2005m.	Energijos suvartojimas (Mtne) 2020m.	Galimas energijos sutaupymas 2020m. (Mtne)	Visas galimas energijos sutaupymas 2020m. (Mtne)
Namų ūkio (gyvenamieji namai)	280	338	91	27%
Komerciniai pastatai	157	211	63	30%
Transportas	332	405	105	26%
Apdirbamoji pramonė	297	382	95	25%

2012 m. buvo išleistos naujos direktyvos SEC(2006) 1173, SEC(2006) 1174, SEC(2006)1175, kurios įteisino tikslus dėl energijos efektyvumo didinimo iki 2020 m., naudojant pastatų renovaciją, mažinant bendrus suvartojimus elektros energijos, įvedant efektyvumo standartus technologijoms bei diegiant naujas technologijas, kaip išmaniuosius skaitiklius. Tuomet 2018 m. ši direktyva buvo papildyta ir priimtas naujasis tikslas iki 2030 m. pasiekti 32,5 % energijos efektyvumą, o visų šių įstatymų galutinis tikslas yra sumažinti išmetamų šiltnamio dujų kiekį bent 55 % naudojant energetinio efektyvumo direktyvas bei „Paryžiaus sutartyje“ sutartus nuostatus [20, 21].

Šiuo metu ES energijos vartojimo efektyvumo didinimo tikslų įgyvendinimas juda tinkama linkme. Kaip galima matyti 5 ir 6 pav., 2019 m. pabaigoje 2020 m. pradžioje užsibrėžtas tikslas sumažinti pirminės ir galutinės elektros energijos vartojimą 20 % buvo pasiektas ir viršytas. Iš 5 pav. galima matyti, kad pirminės energijos suvartojimo tikslas buvo viršytas net 5,8 % 2020 m. ir sparčiau artėja link 2030 m. užbrėžto tikslo. Panaši situacija ir galutinės energijos vartojimo srityje, 2020 m. tikslas buvo viršytas 5,4 %. Taigi galima teigti, kad kol kas energijos efektyvumo didinimo tikslus sekasi įgyvendinti, tačiau nemažą įtaką šiam kritimui turėjo COVID-19 pandemijos protrūkis [22].



4 pav. ES pirminės energijos suvartojimas [21]



5 pav. ES galutinės energijos suvartojimas [21]

3 ir 4 lentelėse galima matyti energijos vartojimo efektyvumo didinimo skaitines vertes, kad būtų galima tiksliau įvertinti kaip kito šios vertės per laiką. Pirminės energijos atveju didžiausias kritimas matomas būtent laiko tarpe nuo 2019 m. iki 2020 m., kuomet ir buvo pasiektas užsibrėžtas energijos suvartojimo tikslas, didelę įtaką šio tikslo pasiekimui kaip buvo minėta turėjo šalių izoliacija dėl COVID-19. Įdomu pastebėti ir tai, kad 2014 m., energijos suvartojimas taip pat buvo arti išsikeltos tikslo pasiekimo, taip įvyko dėl tuo metu vykusios ekonominės krizės, kuomet 2014 m. įvyko naftos smukimo rekordas, kuris lėmė šalies ekonomikos susilpnėjimą ir infliacijos kilimą, ko pasėkoje kartu krito ir energijos suvartojimas.

3 lentelė Pirminės energijos suvartojimas iki 2020 m. [21]

Pirminės energijos suvartojimas	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Energijos suvartojimas (Mtoe)	1510,7	1488,8	1457,3	1397	1330,7	1363,8	1377,4	1236,5
Matuojamasis indeksas (2005=100)	100,9	99,4	97,3	93,3	88,9	91,1	92	82,6
Atstumas iki 2020 m. tikslų (Mtoe)	198,7	176,6	145,3	84,5	18,7	51,8	65,4	-75,5
Atstumas iki 2020 m. tikslų (%)	15,1	13,5	11,1	6,4	1,4	3,9	5	-5,8
Atstumas iki 2030 m. tikslų (Mtoe)	382,7	360,6	329,3	268,5	202,7	235,8	249,4	108,5
Atstumas iki 2030 m. tikslų (%)	33,9	32	29,2	23,8	18	20,9	22,1	9,6

Praktiškai tokia pati situacija ir galutinės energijos suvartojime, Galutinės energijos suvartojimo tikslas buvo pasiektas 2020 m., tačiau svarbu ir tai, jog net ir 2014 m. šis tikslas jau buvo pasiektas, tačiau laikui bėgant, atsistatinėjant ekonomikai po naftos krizės energijos suvartojimas ir vėl išaugo.

4 lentelė Galutinės energijos suvartojimas iki 2020 m. [21]

Galutinės energijos suvartojimas	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Energijos suvartojimas (Mtoe)	1045,7	1036,5	1024	982,5	939,2	977,5	992,3	906,8
Matuojamasis indeksas (2005=100)	100,5	99,6	98,4	94,4	90,3	93,9	95,3	87,1
Atstumas iki 2020 m. tikslų (Mtoe)	86,7	77,5	65	23,5	-19,8	18,5	33,3	-52,2
Atstumas iki 2020 m. tikslų (%)	9	8,1	6,8	2,4	-2,1	1,9	3,5	-5,4
Atstumas iki 2030 m. tikslų (Mtoe)	199,7	190,5	178	136,5	93,2	131,5	146,3	60,8
Atstumas iki 2030 m. tikslų (%)	23,6	22,5	21	16,1	11	15,5	17,3	7,2

1.3.2 Grįžtamasis efektas bei jo sąsajos su energijos efektyvumu

Energetinis efektyvumas yra naudingas ir suteikia abipusę naudą, tačiau didinant energijos efektyvumą kartu susidaro grįžtamasis efektas. Šį reiškinį trumpai apibūdino Thiesen savo moksliniame straipsnyje. Tai yra efektas, kurio metu patiriama nauda iš energetinio efektyvumo pusės yra sąlyginai mažesnė nei tikėtasi dėl grįžtamojo efekto [23]. Kaip pavyzdį galima paminėti kasdieninį namų ruošos darbą – rūbų skalbimą. Jeigu sena skalbimo mašina yra pakeičiama į naują, daug efektyvesnę skalbimo mašiną tuomet automatiškai gaunasi, jog nuo kiekvieno skalbimo yra sutaupoma pinigų, tačiau dažniausiai tas žinojimas, jog skalbimas vyksta pigiau nei anksčiau, skatins juos dažniau užsiimti šiuo darbu, kas lemia jog bendroje perspektyvoje pinigų sutaupymas yra minimalus ir dažniausiai investuojamas į kitą sritį. Tas pats galioja ir apšvietimui ar šildymui, kadangi žmogus gaudamas tą pačią paslaugą tik pigiau, dažniausiai pasirenka ją naudoti ilgiau ar intensyviau. Priklausomai nuo to kur yra pasirenkama investuoti sutaupomus pinigus, grįžtamasis efektas yra skirstomas į tris skirtingas grupes [24] :

- tiesioginis grįžtamasis efektas;
- netiesioginis grįžtamasis efektas;
- ekonominis grįžtamasis efektas.

Taigi trumpai apie kiekvieną su pavyzdžiais, pradedant nuo tiesioginio grįžtamojo efekto, jį galima apibūdinti paprastai, didėjant elektros energijos efektyvumui tam tikrai paslaugai, krenta ir tos paslaugos kainos, o šių kainų kritimas skatina dažniau naudoti tą paslaugą. Kaip pavyzdį galima paminėti ankstesnę skalbimo mašinos situaciją.

Toliau seka netiesioginis grįžtamasis efektas, kurio pradžia skamba identiškai, kylant elektros energijos efektyvumui tam tikrai paslaugai, krenta ir tos paslaugos kainos, tačiau vartotojas sutaupantis pinigų ant šios paslaugos pasirenka išleisti savo pinigus ant kitų paslaugų. Pavyzdžiui, sutaupyti pinigai nuo naudojimosi skalbimo mašina yra išleidžiami, pvz. investicijoms į automobilį.

Ekonominis grįžtamasis efektas yra susijęs su visos šalies pajamomis. Kylant energijos efektyvumui bendrai energetikos sektoriuje krenta elektros kainos ir kitų paslaugų kainos, tai lemia ekonominį augimą, o dėl ekonominio augimo didėja energijos suvartojimas.

1.4 Lietuvos ir ES šalių energetikos rodiklių palyginamoji analizė

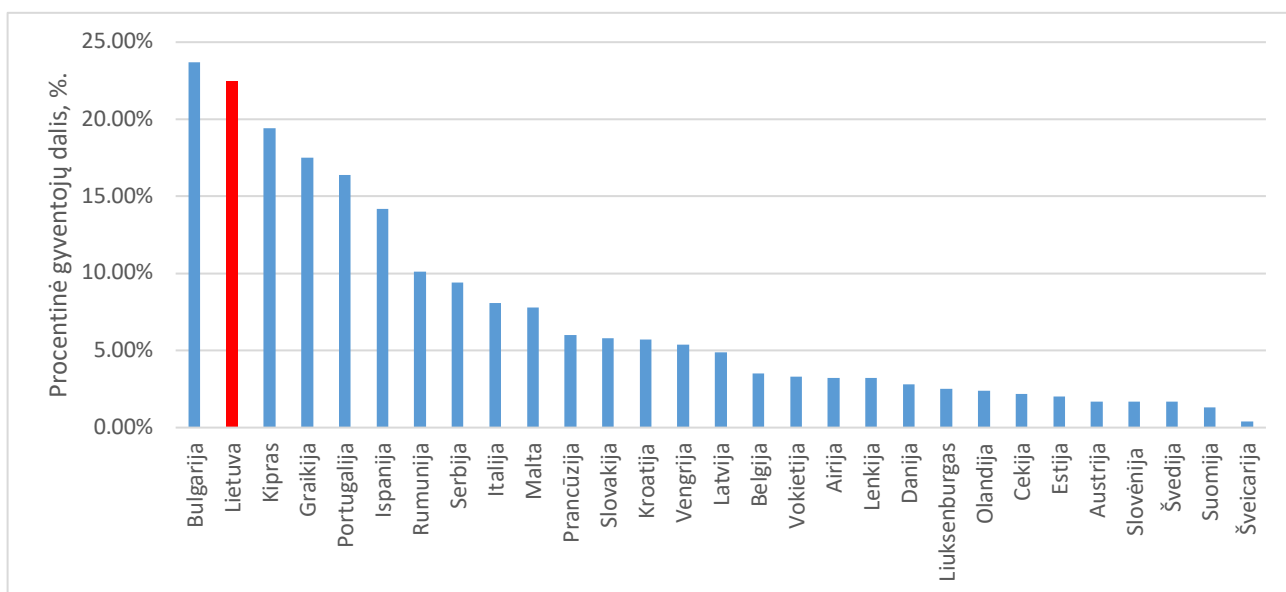
Nors energijos vartojimo efektyvumo didinimo tikslai, kalbant bendrai iš ES perspektyvų yra įgyvendinami, tačiau reikia pabrėžti, kad Lietuva vis dar susiduria su rimtomis problemomis, todėl svarbu atlikti Lietuvos ir kitų ES šalių analizuojamų rodiklių palyginamąją analizę.

Lietuvai būdingas itin stiprus sezoniškumas – šaltos žiemos, saulėti pavasariai, karštos vasaros bei lietingas ir dažniausiai vėsus ruduo, tai galima matyti iš 5 lentelėje pateiktų vidutinių mėnesinių aplinkos temperatūrų 1991 - 2020 m [25].

5 lentelė Vidutinė aplinkos temperatūra Lietuvoje 1991-2020 m. [25]

1991-2020 m. vidutinė Lietuvos lauko temperatūra	Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis
	-3,34°C	-2,82°C	0,98°C	7,35°C	12,6°C	15,96°C
	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis
	18,28°C	17,72°C	12,95°C	7,29°C	2,46°C	1,52°C

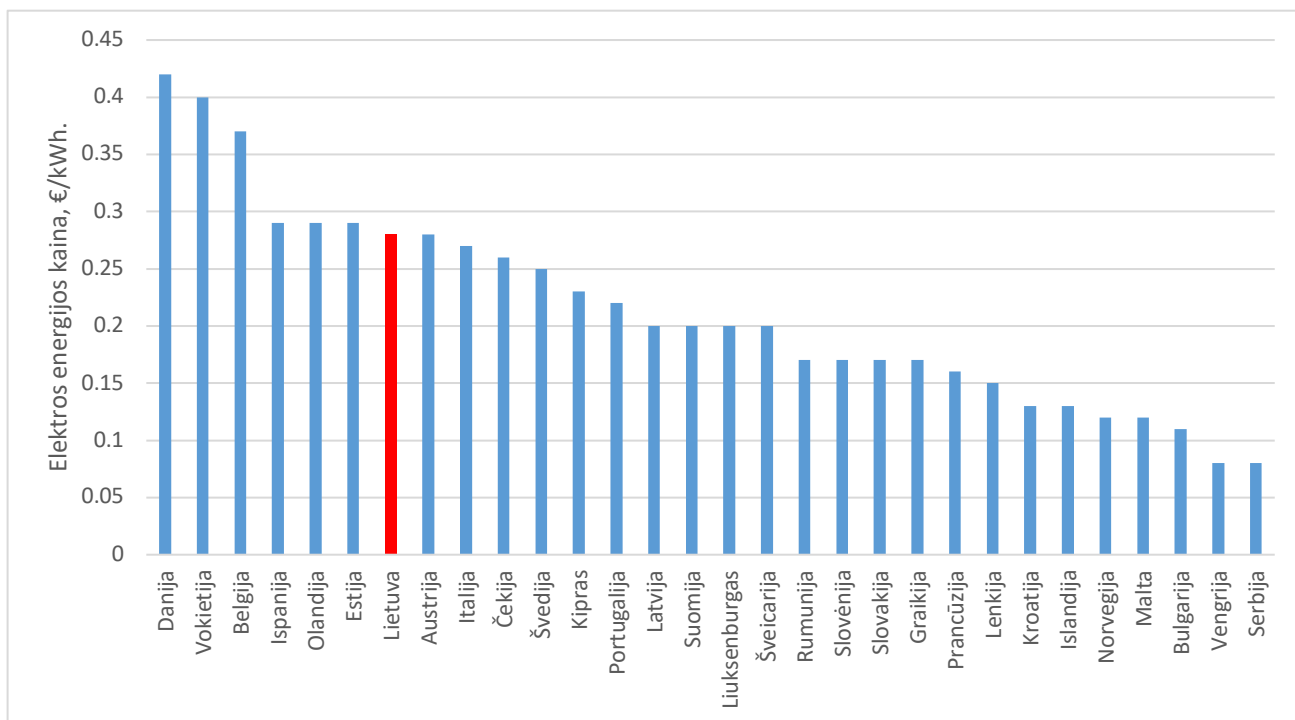
Kadangi Lietuvoje didžioji dalis sezonų yra sąlyginai šalti– galima pastebėti, jog nuo spalio iki balandžio mėn. lauko temperatūra yra žemiau nei 10°C, o nuo lapkričio iki kovo mėn. temperatūra yra žemesnė negu 3°C, dėl šios priežasties Lietuvai yra itin aktualus šildymas namuose ypač žiemos periodu. Šis gebėjimas sušildyti namus iki komfortabilios temperatūros, kaip anksčiau buvo minėta, yra apibrėžiamas kaip vienas svarbiausių energetinių rodiklių, kuris nusako šalies skurdo lygį atsižvelgiant į žmonių pajėgumą.



6 pav. ES šalių gyventojų skaičius nepajėgus pakankamai šildyti būstus (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [26])

Pagal 7 pav. pateiktus Eurostat duomenis, galima matyti kaip Lietuva atrodo tarp ES šalių, kalbant apie namų šildymo problemas. Iš 7 pav. matyti, kad Lietuvoje net 22,50 % žmonių susiduria su problemomis siekiant pakankamai sušildyti savo gyvenamuosius namus. Vienintelė šalis, kuri lenkia Lietuvą šioje srityje yra Bulgarija su 23,70 %. Tuo tarpu turtingesnės šalys, su didesniu BVP gyventojui, tokios kaip Šveicarija, Suomija ar Švedija, nesusiduria su problemomis šioje srityje ir jų vertės šiame grafike nesiekia 2 %. Atliktas palyginimas rodo, kad Lietuvoje būtina imtis sprendimų, kurie padėtų sumažinti šį energetinio skurdo rodiklį [26]].

Dar viena itin aktuali tema pastaruosius keletą mėnesių, ypač Lietuvoje, yra elektros energijos kainos. Pagrindinė to priežastis yra dabartinė karinė situacija tarp Ukrainos ir Rusijos. Atsižvelgiant į tai, kad Lietuva didžiąją dalį savo elektros energijos importuoja iš Rusijos bei kitų kaimyninių šalių, prasidėjus karui ir nutraukus visus ryšius su Rusija, tai lėmė elektros energijos kainų išaugimą. Dėl kainų padidėjimo, žmonės privalo skirti vis didesnę dalį savo pajamų pagrindiniams poreikiams, kurie yra susiję su elektros energijos vartojimu – maisto gaminimas, apšvietimas ir kita. Dėl to dar labiau stiprėja pirmoji problema susijusi su energetiniu skurdu – nepakankamas namų šildymas, nes ženkliai išauga išlaidos elektros energijai. Kaip matyti iš 8 pav. pateikto ES šalių elektros energijos kainos palyginimo Lietuva pirmauja pagal elektros energijos kainas Europoje.

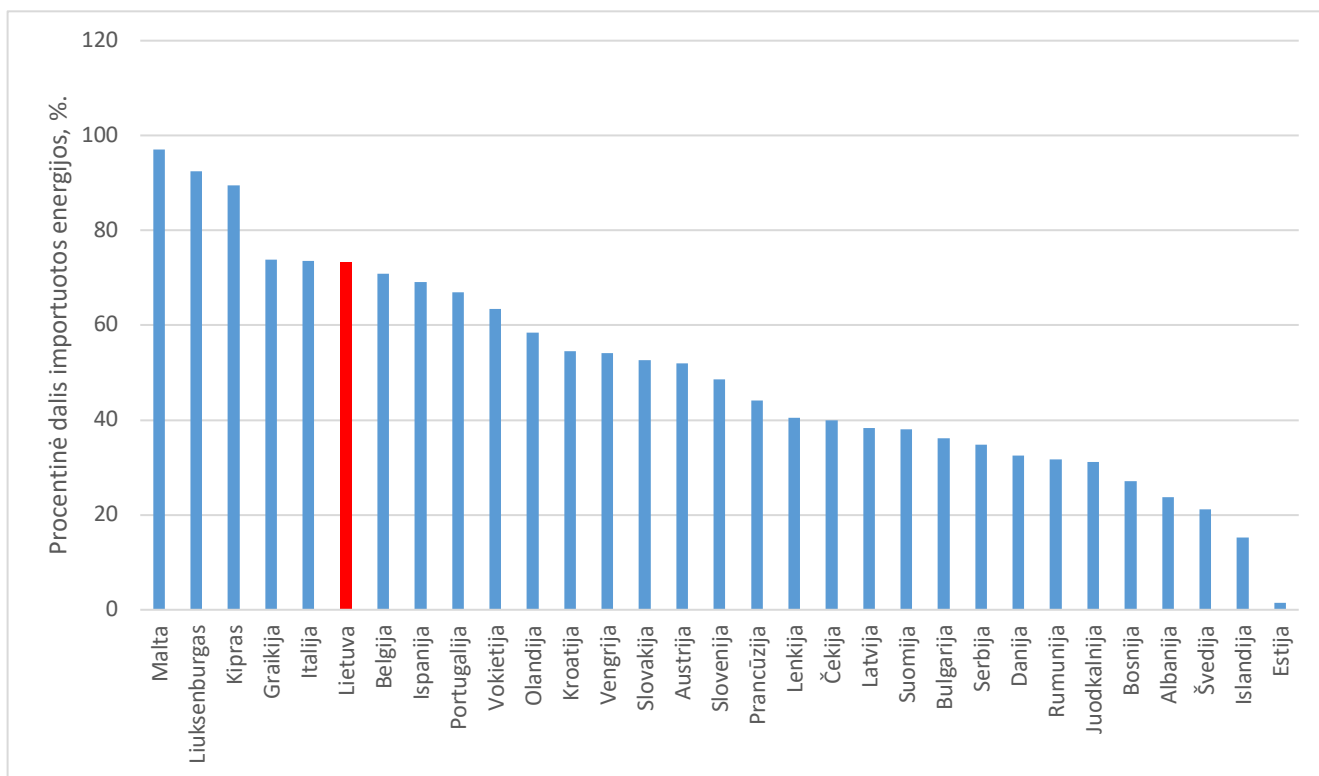


7 pav. ES šalių elektros energijos kainos 2022m [27]

Kaip minėta didelės kainos Lietuvoje kelia didelį susirūpinimą, nes šiuo metu Lietuvoje žmonės moka apie 0,28 €/kWh (per pastaruosius metus kuomet atsiskyrėme nuo Rusijos tiekiamos energijos kaina išaugo dvigubai), tuo tarpu 3-4 vietas dalinasi Estija, Olandija ir Ispanija, kurios už elektrą moką apie 0,29 €/kWh, taigi Lietuva yra labai arti ketvirtuko [27].

Elektros kainų augimas yra sąlygojamas ir problemos, kuri yra būdinga šalims, neturinčioms savo vietinių energijos išteklių, tai yra energetinė priklausomybė nuo kitų šalių elektros energijos importo. Kaip minėta, Lietuvoje, vos tik prasidėjus karui ir nutrūkus ryšiams su Rusija, kuri eksportavo nemažą kiekį elektros energijos į Lietuvą, prasidėjo ženklus elektros energijos kainų kilimas ir metų bėgyje

elektros kainos beveik padvigubėjo. ES šalių energetinės priklausomybės palyginimas pateiktas 8 paveiksle.

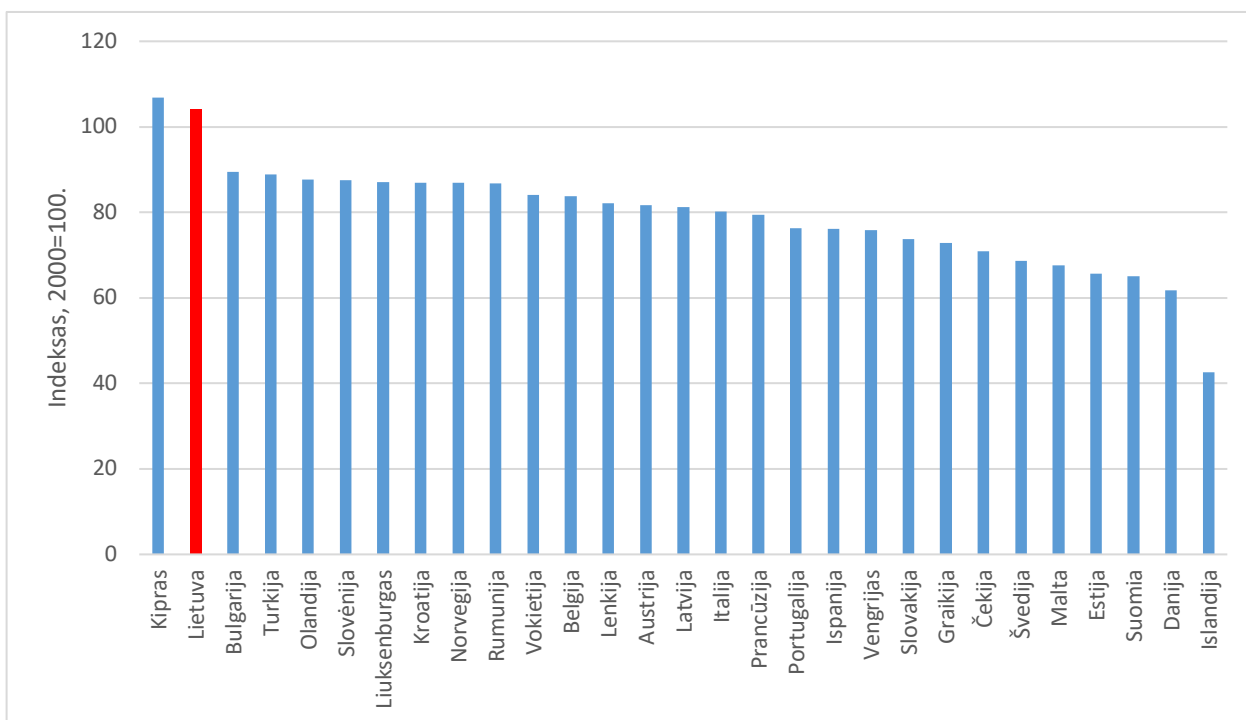


8 pav. ES šalių priklausomybė nuo energijos importo (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [28])

Kaip matyti, 2021 m. Lietuvos importuojama energijos dalis siekė net 73.27%. Priklausomybė nuo energijos importo vertinama pagal [28]:

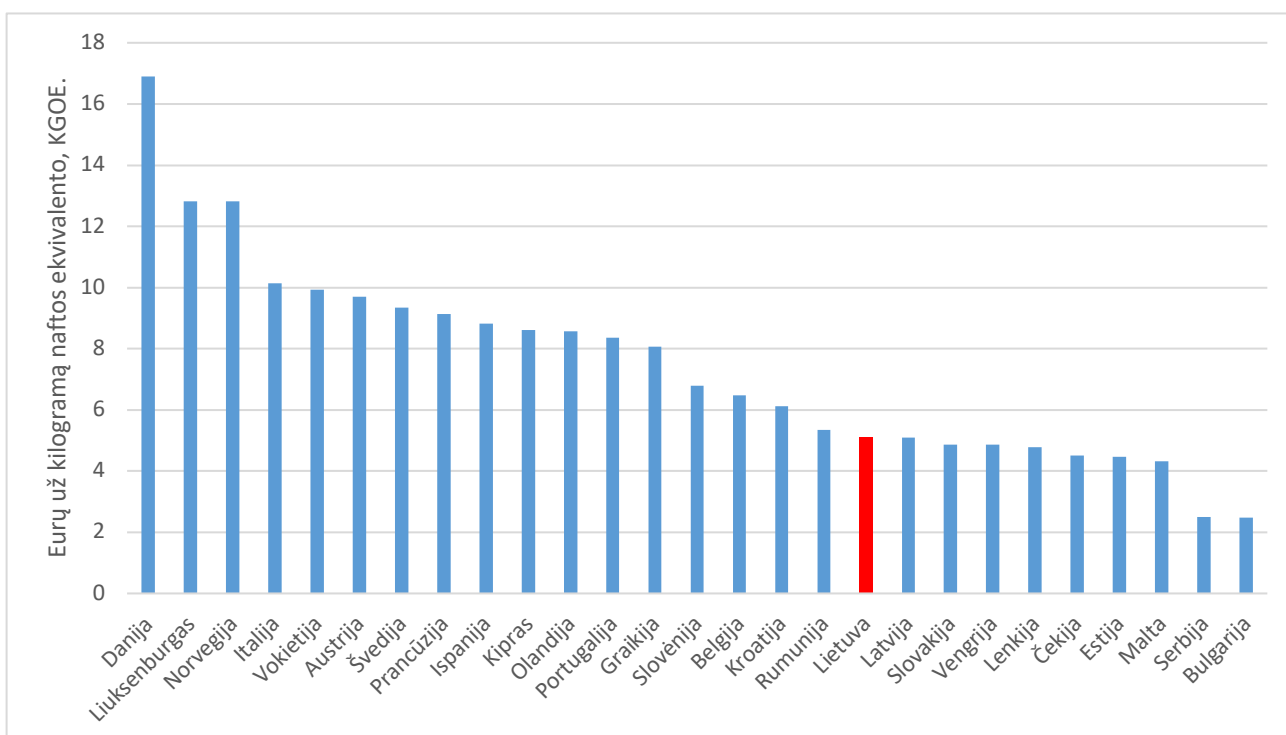
Energetinė priklausomybė = (energijos importas – energijos eksportas) / šalies turimi energijos ištekliai;

Dar vienas itin svarbus rodiklis susijęs su energijos vartojimo efektyvumu – šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų kiekis tenkančių sunaudotam elektros energijos vienetui. Pagal Eurostat duomenis šis rodiklis yra apibrėžiamas kaip šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų kiekio ir bendrojo vidaus energijos suvartojimo santykis. Šis santykis parodo kiek tonų CO₂ tenka vienam suvartotam energijos vienetui.



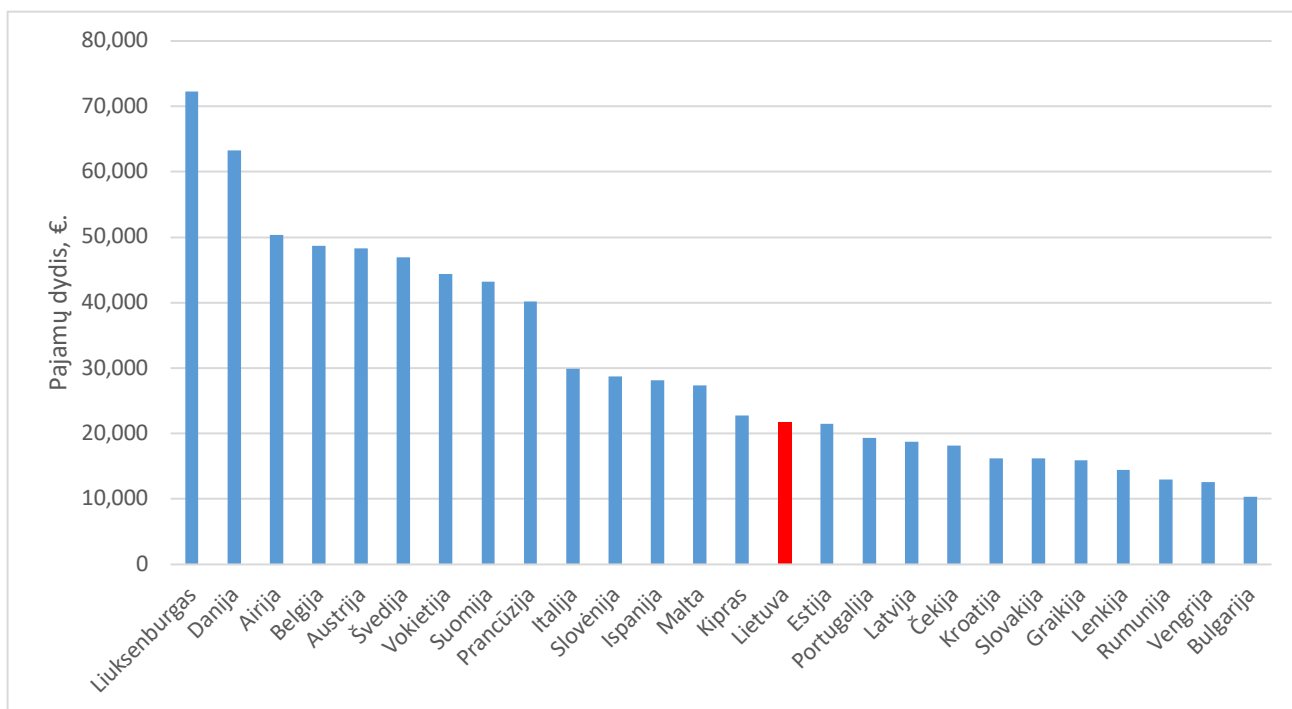
9 pav. ES šalių CO2 emisijų kiekio tenkančio vienam suvartotam energijos vienetui indeksas (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [29])

Lietuvoje CO2 emisijų kiekis tenkantis vienam suvartotos energijos vienetui lyginant su 2000 m. padidėjo, o tai rodo, kad energijos suvartojimo efektyvumo didinimas yra itin svarbus. Labai svarbus ir produktyvumo aspektas, nes energiją naudojant efektyviau ne tik mažinama aplinkos tarša, bet ir mažinamos išlaidos energijai [29]. Produktivumas apibrėžiamas kaip ekonominės produkcijos kiekio ir energijos sąnaudų santykis. Pagal energijos produktyvumo rodiklį Lietuva yra 18 vietoje lyginant su kitomis ES narėmis (žr. 10 pav.), kas žemą energijos produktyvumą [30].



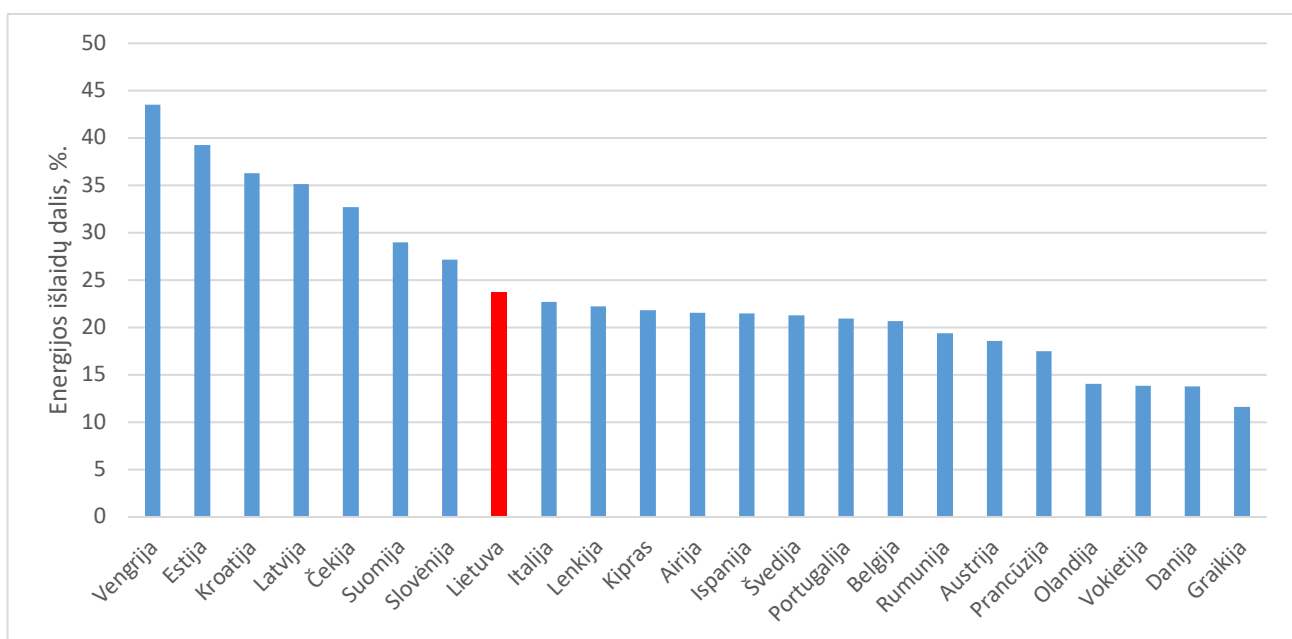
10 pav. ES šalių energetinis produktyvumas (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [30])

Prie visų šių minėtų problemų ir augančių kainų dar svarbu paminėti ir tai, kad lyginant su esamomis kainomis, Lietuvos pajamų lygis yra sąlyginai mažas. Pagal 2021 m. Eurostat duomenis Lietuva pagal vidutines metines pajamas yra tik 15 vietoje tarp ES šalių su 21 741€ per metus [31].



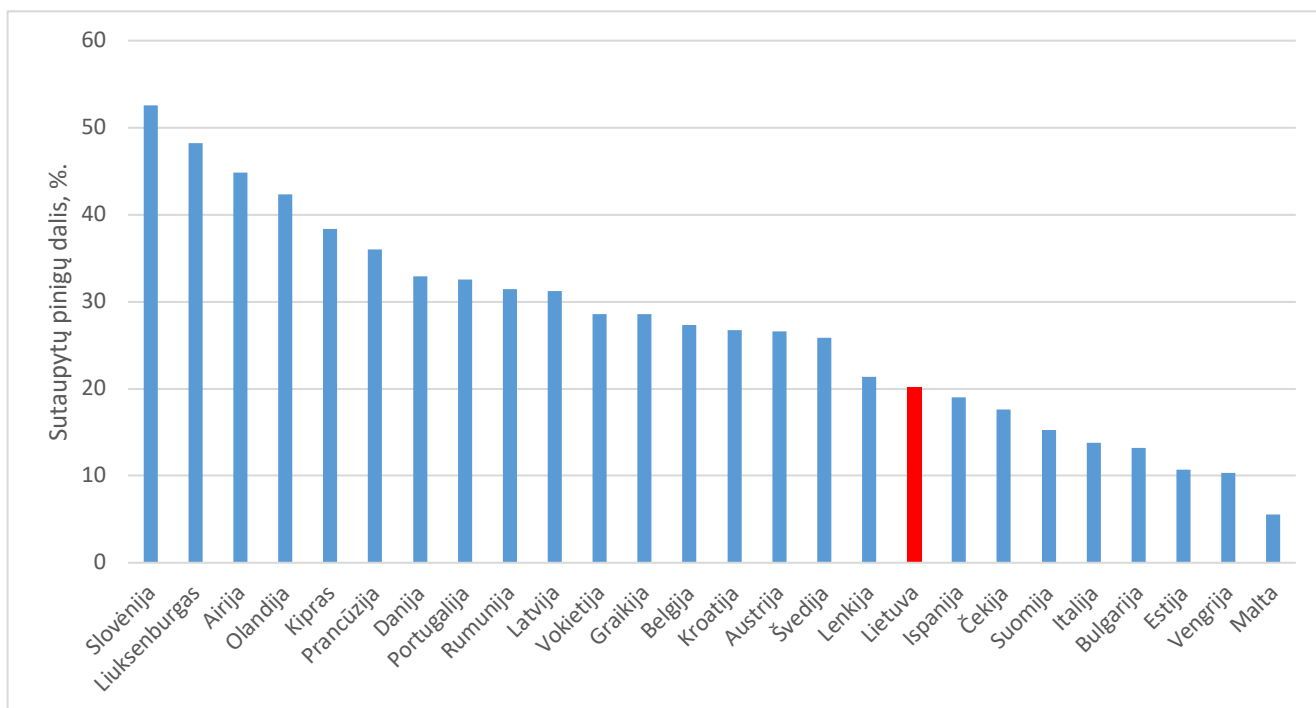
11 pav. ES gyventojų vidutinės metinės pajamos (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [31])

Minėti aspektai ženkliai paveikia ir namų ūkių išlaidų dalį energijai. ES šalių namų ūkių energijos išlaidų dalies bendruose išlaiduose palyginimas remiantis Eurostat duomenų bazės informacija pateiktas 12 pav. [32]



12 pav. ES šalių namų ūkių energijos išlaidų dalis bendruose išlaiduose (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [32])

Iš 12 pav. matyti, kad Lietuvoje vienas namų ūkis vidutiniškai skiria 23,70 % savo metinių pajamų būtent energijos reikmėms. Svarbus aspektas, kad šios išlaidos siekė tokias aukštumas dar prieš energetinę krizę. Remiantis aukščiau pateiktų rodiklių analize, galima teigti, kad išlaidų dalis energijai dar padidėjo dėl ženkliai išaugusių dujų ir elektros kainų. O tai iš esmės sąlygojo ir didėjantį energetinį skurdą dėl augančių išlaidų. Dar vienas svarbus rodiklis susijęs su energijos išlaidomis - sutaupytos išlaidos dėl energijos taupymo veiksmų namų ūkyje (13 pav.)



13 pav. ES namų ūkių sutaupytų išlaidų energijai dalis nuo bendrų namų ūkio išlaidų (sudaryta autoriaus pagal Eurostat duomenų bazę [32])

Nors Lietuva pastaruosius keletą metų didelį dėmesį skiria informacijos sklaidimui apie energijos taupymo ir efektyvumo svarbą, tačiau kaip matoma 2019 m. Lietuva yra 18 vietoje iš 26 ES šalių pagal sutaupytas išlaidas energijai. Individualus namų ūkis Lietuvoje sutaupė tik 20,11 % energijos išlaidų, kai tuo tarpu Slovėnijoje namų ūkis sutaupė net 52,53 % išlaidų skirtų energijai, iš to galima daryti išvadą, jog Lietuva tikrai turi galimybių didinti energijos vartojimo efektyvumą siekiant sumažinti bendras išlaidas, nes šis skirtumas yra 2.6 karto [32].

Atlikta palyginamoji analizė rodo, kad lyginant su kitomis ES šalimis Lietuva pastaruosiu metu susiduria su energetinio skurdo problemomis ir augančios energijos kainos šią problemą dar didina. Be to, nepaisant politinės valios, abejotina, kad Lietuva pasiektų Europos mastu prisiimtų įsipareigojimus iki 2030 m. sumažinti grynąjį išmetamųjų ŠESD emisijų kiekį bent 55 %. Tad būtinos, ne tik taikomos įvairios ekonominės bei reguliacinės priemonės, bet ir priemonės keičiančios energijos vartotojų elgseną. Švietimas, sąmoningumo ugdymas ir informavimo kampanijos tampa gyvybiškai svarbios. Vartotojų elgsenos keitimas ne tik mažina priklausomybę nuo iškastinio kuro ir išmetamųjų ŠESD emisijų kiekį, bet teikia ir kitus įvairius privalumus, kurie sutampa su energijos vartojimo efektyvumo didinimo teigiamomis įtakomis. Tiesioginis poveikis apima oro, dirvožemio ir vandens taršos išvengimą, investicijų į energetikos sistemas, įskaitant elektros ir šilumos gamybos įrenginius, perdavimo pajėgumus ir kitą infrastruktūrą, poreikio mažėjimą, bet ir vartotojų išlaidų mažėjimą dėl sumažėjusių namų ūkių sąskaitų už energiją ir kuro sąnaudas

2. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo naudos ir skatinimo priemonės

2.1 Elektros energijos efektyvumo naudos pagal poveikio zonas

Pasaulyje, Europoje ir pačioje Lietuvoje energetinis efektyvumas yra itin svarbus, ypač atsižvelgiant į dabartinę situaciją iš globalinės perspektyvos, tai yra spartėjančio globalinio atšilimo problemų, kurios yra jau traktuojamas įvairių valstybinių organizacijų, užbrėžiant įvairiausius energetinius tikslus, siekiant sumažinti ŠESD išmetimą į aplinką, optimizuojant suvartojimą kiek įmanoma daugiau. Dar viena visam pasauliui opi problema yra energetinis skurdas, kurio didžiąją dalį sukeliamų problemų taip pat galima išspręsti ar bent jau sumažinti padarinius panaudojant energetinio efektyvumo kėlimo principus.

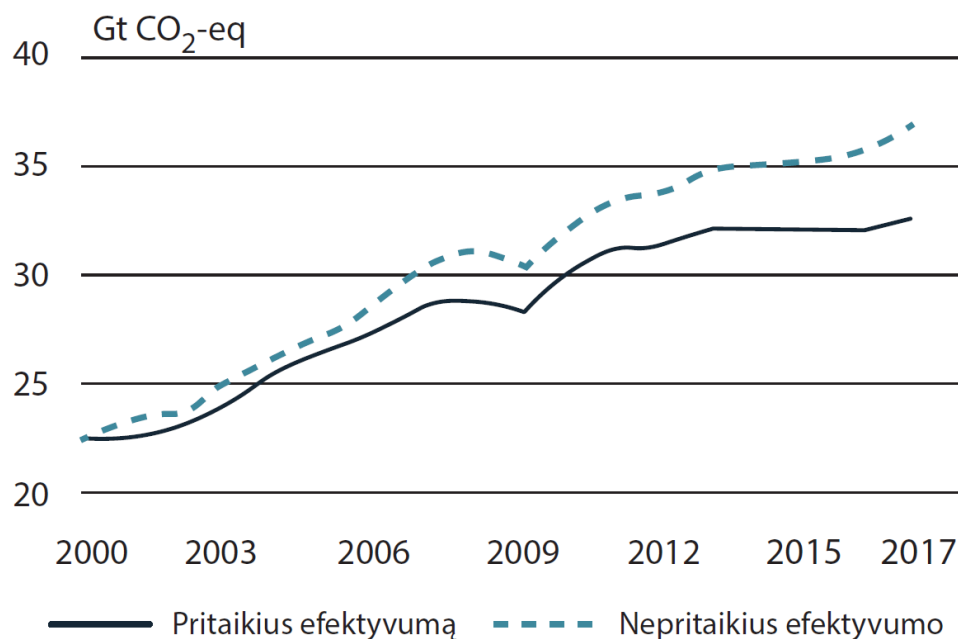
Energijos vartojimo efektyvumo didinimas labai svarbus ypač Lietuvoje, kuomet dėl vykstančio karo kaimyninėje šaly sparčiai išaugo elektros ir dujų kainos. Dėl išaugusių energijos išteklių kainų gyventojams yra itin aktualu ieškoti būdų kaip sumažinti energijos suvartojimo išlaidas, tuo pačiu stengiantis kuo mažiau įtakoti savo kasdieninio gyvenimo kokybę.

Bendrai kalbant, energijos efektyvumo didinimas yra labai svarbus siekiant įgyvendinti užsibrėžtus ES 2030 m. klimato ir energetikos politikos tikslus, tai netgi pabrėžia ir tarptautinis energetikos institutas (IEA), kurio teigimu energetikos efektyvumas yra vienas iš 5 pagrindinių veiksmų siekiant išpildyti minėtą politikos sistemą. Visi 5 IEA išskirti veiksniai:

- energetinis saugumas;
- vidinė energijos rinka;
- ekonomikos dekarbonizacija;
- mokslinis ir inovacinis vystymasis;
- energetinis efektyvumas.

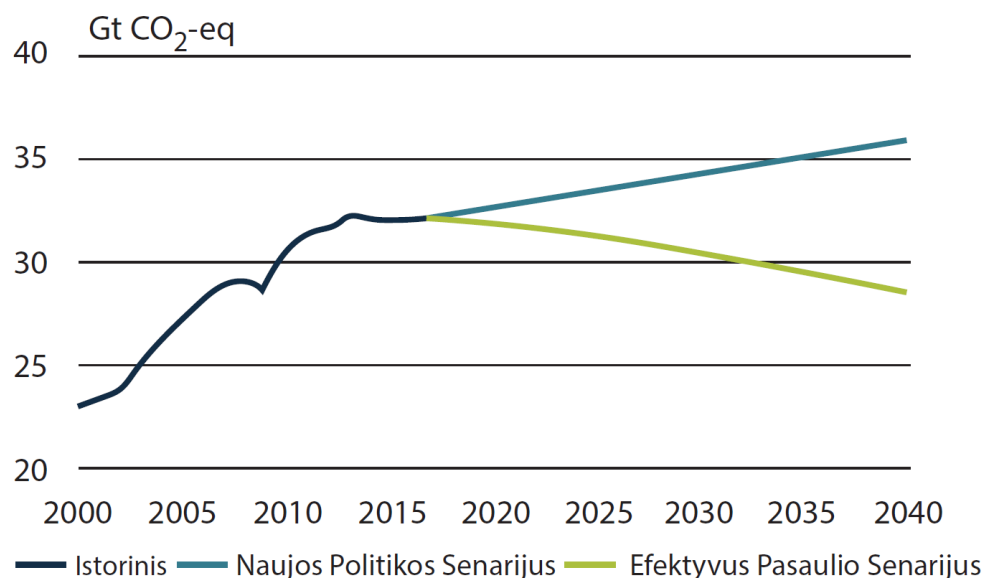
Atliekant tolimesnį energetinį vertinimą, svarbu konkrečiai apsibrėžti energetinį efektyvumą, kadangi iš esmės efektyvumą galima išskirstyti į tris skirtingas sritis, poveikio zonas, pagal tai kam yra daroma nauda [33]:

- Visų pirma daroma įtaka ekonomikai, energetinis efektyvumas skatina ekonomikos augimą, didina ekonominį konkurencingumą šalyje bei energetinį saugumą. Bendrai kalbant daroma įtaka energetikos makroekonomikos augimui, mažinamas bendras energetikos sektoriaus užimtumas/apkrova, kadangi sumažėja reikiamo elektros energijos perdavimo kiekiai. Mažėjant elektros energijos vartojimui taip pat atsiranda ir papildomi laisvi energijos kiekiai kurie gali būti panaudoti kitoms valstybės veikloms ir vystymui, kas kartu lemia ir papildomų darbo vietų priaugimą. Žvelgiant į IEA atliktą tyrimą, buvo nustatyta, jog dėl augančio energetikos efektyvumo, Europoje išaugo darbo vietų skaičius iki 0,8 milijono, o dar kartu su tuo ir atsiranda papildomos darbo veiklos jau su energetika dirbantiems asmenims. Iš esmės kaip anksčiau buvo minėta, energetinis efektyvumas lemia tai jog pritaikant energetinio efektyvumo principus yra sutaupoma, tačiau gaunami rezultatai yra tie patys, kas lemia tai, jog darbo vietose įmonės neturi, taip griežtai atsižvelgti į šildymą, apšvietimą, kas yra itin svarbu darbuotojams, o su tinkamomis sąlygomis, kyla ir darbuotojų efektyvumas tai bendrai prisideda prie ekonomikos augimo [34].
- Antruoju atveju poveikis yra daromas aplinkai. Trumpai tariant tai galima pavadinti aplinkosauginiu aspektu, kadangi kaip jau buvo minėta elektros energijos efektyvumas stipriai prisideda prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo, kadangi yra mažinamas pirminės ir antrinės energijos vartojimas bei bendras galutinis elektros energijos vartojimas.



14 pav. Energijos efektyvumo poveikis CO₂ emisijoms [36]

Efektyvumo naudą aplinkosauginiu aspektu, galime matyti ir šiame IEA pateiktame grafike pav. 8, kuriame parodyta tamsiai mėlyna linija CO₂ emisijų kitimas nuo 2000 m. iki 2017m. taikant įvairius energijos efektyvumo metodus, o šviesiai mėlyna punktyrinė linija rodo, kaip tarša galėtų atrodyti netaikant šių metodų. Svarbu pastebėti ir tai, kad prie elektros energijos efektyvumo bei bendro klimato ir energetikos politikos sistemos vystymosi svarbu priskirti ir AEI naudojimo augimą, kurių augimas prisideda prie aplinkosaugos vystymosi. Taip pat pagal panašų modelį ir vyraujančias tendencijas, nustatytas naujas normas bei ribas užterštumo srityje, galima atkreipti dėmesį kaip stipriai kils ta pati tarša per ateinančius 20 metų, žiūrėti pav. 9 (šviesiai žalia linija), jeigu neatsiras jokių naujų pakeitimų paneigiančių šio efektyvaus gyvenimo naudą (šviesiai mėlyna linija) [35, 36].



15 pav. Prognozuojamas energijos efektyvumo poveikis CO₂ emisijoms [36]

- Paskutinė zona susijusi su žmonėmis, kitaip tariant tai yra socialinio poveikio zona. Kaip minėta visko centras čia yra žmogus, taigi efektyvumo didinimo dėka sprendžiamos tokios problemos kaip energetinis skurdas, bendra asmens gerovė, sveikata ir žinoma labai daug dėmesio skiriama pačioms disponuojamoms namų ūkio pajamoms. Bendrai kalbant efektyvumo kėlimas prisideda ir prie gyvenimo kokybės, kadangi atnaujinant įrangą, keliant efektyvumą, gerėja ir bendras namų komfortas.

Pagal šias tris poveikio zonas, M., Reuteris savo literatūroje, taip pat išskiria ir konkretizuoja kelias esmines, panašias, naudas susijusias su šiomis poveikio zonomis [33]:

Ekonominei zonai priskiriamos šios naudos:

- Inovacijų vystymosi paspartinimas
- Stiprus konkurencijos augimas
- Sutaupyta energijos įtaka BVP augimui
- Mažėjant suvartojimui, galimas elektros kainų kritimas
- Atsiranda atliekamos elektros energijos, kurią gali panaudoti valstybė tolimesniam vystymuisi
- Papildomų darbo vietų atsiradimas

Aplinkosaugos zonai priskiriamos šios naudos:

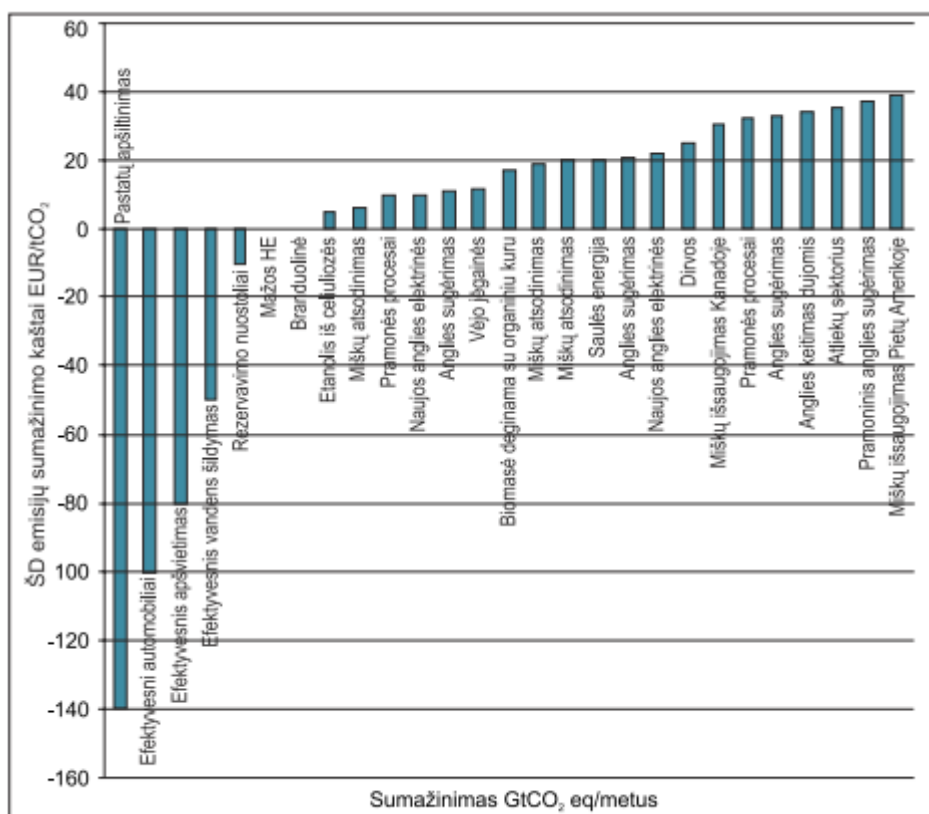
- Elektros energijos sutaupymas
- Mažinamas iškastinio kuro panaudojimo
- Oro užterštumo mažinimas

Socialinei zonai priskiriamos šios naudos:

- Mažėjantis energetinis skurdas
- Auganti gyvenimo kokybė
- Augantis sveikatos užtikrinimo ir gero gyvenimo lygis
- Namų ūkio pajamų stabilumo augimas

2.2 Energijos efektyvumo didinimo skatinimo priemonės

Nors energetinio efektyvumo nauda yra nepaneigiama ir gali būti pastebima per visas minėtas poveikio zonas ir yra nuolatos aptariama, tačiau ypač Lietuvoje yra plati neišnaudota erdvė suteikianti galimybę augti efektyvumo srityje. Kalbant apie Lietuvos energetiką, didžiausia problema kyla gyvenamųjų pastatų srityje, tai patvirtinta ir D., Štremikienės pav. 10, pateikta informacija, kur aiškiai matyti, kad norint sumažinti ŠESD kiekį bei pakelti energetinį efektyvumą visų pirmą reikėtų pradėti nuo gyvenamųjų namų. Šioje srityje norint sumažinti emisijas, tai įmanoma padaryti su praktiškai neigiamais kaštais, pradedant nuo šilumos energijos taupymo namuose, einant prie efektyvesnė įrangos naudojimo vėdinimo srityje, efektyvesnio apšvietimo diegimo bei apskritai naujos efektyvios elektronikos įrangos diegimo ir kitų metodų [37]. Pagrindinė to priežastis yra pasenusių, nerenovuotų gyvenamųjų namų, daugiabučių egzistavimas, kurie pastatyti Sovietų Sąjungos laikais ir kuriems lietuviai neskiria pakankamai investicijų, kas galų gale, šaltuoju metų laiku atsiliepia žvelgiant į jų mokesčių sąskaitas už šildymą ir kitus komunalinius mokesčius.



16 pav. ŠESD emisijų išmetimo mažinimo priemonių kaštai [37]

Taigi norint dar labiau plėsti energetinio efektyvumo supratimą ir panaudojimą galima panaudoti įvairiausius skatinimo metodus, kurie yra aprašyti ir siūlomi Jungtinių Tautų Aplinkosaugos Programoje (UNEP) siekiant įtraukti kuo daugiau žmonių [38]:

Reguliaciniai ir kontrolės metodas yra dažniausiai sutinkami kai kalba eina apie namų ūkio sektorių, kadangi pastatų energijos taupymas yra geriausiai realizuojamas ir atneša daugiausiai naudos iš ekonominės bei energetinės perspektyvos taip pat. Šis metodas yra susijęs su įvairiausių prietaisų standartais, statybos ir pirkimų kodeksais bei nuostatais, privalomų ženklinių ir sertifikavimų, auditų įvedimas, įvairiausių įsipareigojimų susijusių su vartojimo efektyvumo kėlimu įvedimas. Žvelgiant į šias skirtingas priemones, galima suprasti jog šis metodas nėra labai lankstus bei pasižymi tuo jog reikalauja didesnių išlaidų lyginant su kitais metodais ir kartais gali sukelti problemų siekiant pasiekti maksimalų elektros energijos vartojimo taupymą.

Ekonominis ir informacinis metodas, šio tipo energijos vartojimo efektyvumo didinimo skatinimo priemonės yra susietos kartu su rinkos mechanizmais bei dažniausiai dėl reguliacinių ir kontrolės paskatų turi papildomų savanoriško dalyvavimo iš aplinkos. Šio metodo esminiai būdas siekiant pritraukti žmones, yra įvairių sutarčių dėl energijos vartojimo efektyvumo kėlimo sudarymas, žinių ir informacijos skleidimas siekiant bendradarbiauti su žmonėmis, siūlant jiems naujausias technologijas, įvedami efektyvaus energijos vartojimo sertifikatai, baltieji sertifikatai, taikomi Kioto lankstumo protokolo mechanizmai. Lyginant šį metodą su reguliaciniu, esminė nauda yra tai, jog šio pritaikymas yra daug lankstesnis, kad čia galioja vartotojo pasirinkimo galimybė, kad ir žvelgiant į tuos pačius baltuosius sertifikatuose, kurios vartotojas gali keisti, parduoti ar pirkti esant galimybei.

Fiskalinis ir paskatų metodas yra iš esmės siejamas su politinėmis priemonėmis, kurios turi itin didelę įtaką elektros energijos kainoms nustatant įvairius mokesčius, darant prielaidą jog tai gali padėti

sumažinti energijos vartojimą, arba panaudojant kitus finansinius metodus. Iš esmės pagrindiniai būdai skatinti žmones yra energijos arba anglies dioksido mokesčiai, įvedamos įvairios kapitalo subsidijos, dotacijos, paskolų subsidijos, taip pat taikomos ir įvairios nuolaidos, mokesčių lengvatos, visuomeninių gėrybių mokesčiai. Šis metodas taip pat yra lankstus, o taip pat ir sąlyginai pigus, kadangi mokesčių įvedimui ar įvairių subsidijų kėlimui nereikia papildomų didelių išlaidų.

Savanoriškas skatinimo metodas yra paskutinysis, šio metodo pavadinimas viską pasako jog visas skatinimas vyksta, kitų asmenų savanorišku „atsidavimu“, įsipareigojimu, vardan efektyvesnės energetikos sistemos augimo. Šio skatinamojo metodo vystymas iš esmės apima įvairių informavimo kompanijų, seminarų vykdymą, nuolatinį bendravimą su aplinkosauginėmis institucijomis, savanoriškų sertifikavimo ir ženklinimo sistemų įvedimą, visuomeninių lyderystės programų vystymą. Na ir paskutinysis metodas, kuris reikalauja mažiausiai išlaidų iš visų minėtų variantų, tačiau kartu ir mažiausiai efektyvus metodas.

Nors šių metodų ir būdų skatinančių siekti elektros energijos suvartojimo efektyvumo yra labai daug ir kiekvienas iš jų turi savo privalumų, iš esmės yra koncentruoti į tam tikras rinkas, tikslines grupes ir veikimo mechanizmus. Tačiau tame pačiam koncentravime slypi ir problema, kadangi šie metodai sprendžia tik tam tikras tikslines problemas, bet neapima visų problemų kylančių energetikos efektyvumo siekimo srityje, tuo labiau negalima ir išskirti vieno geriausio metodo kuris būtų naudingas tiek efektyvumo atžvilgiu, tiek ekonominės naudos atžvilgiu. Dėl šios priežasties nors išvardinti metodai ir yra atskiri, tačiau realybėje siekiant gauti maksimalią naudą šie metodai dažnai veikia kartu, yra kombinuojami, taip gaunant didesnę naudą nei juos naudojant atskirai. Tačiau automatiškai kyla klausimas, kuriuos iš šių metodų geriausia kombinuoti, kuri kombinacija atneša didžiausią naudą? Vienas geras pavyzdys kuris yra pasiteisinęs plačiai Europoje ir jei konkrečiai daug naudos atnešė Danijoje, yra standartų ir ženklinimo kombinacija su finansinėmis paskatomis. Užbrėžus tam tikrą energijos efektyvumo ribą ant įvairių elektronikos produktų ir įvedus ženklinimo sistemą, prekėms kurios sugebėdavo viršinti šią užbrėžtą ribą buvo teikiamas papildomas finansavimas iš valstybės, tai tik dar labiau skatina žmones pirkti šias prekes, taip keldami energetinį efektyvumą ir kartu nešdami naudą prekių gamintojams, o prekės kurios nepasiekdavo šios ribos, yra pašalinamos iš rinkos tokiu būdu pašalinant neefektyvius prietaisus iš rinkos. Toks metodas skatina technologijas toliau tobulėti, nes taikant efektyvumo žymėjimą tampa tarsi prekių varžymosi ženklas tarp gamintojų. Varžantis kas gali pagaminti efektyvesnę – geresnę prekę kuri būtų labiau patraukli vartotojui, taip kartu stimuliuojant rinką, ekonomiką, bei keliant energetinio suvartojimo efektyvumą. Bet svarbu, kad tokios akcijos ir metodai turėtų ir tam tikras ribas, kadangi toje pačioje Europoje yra ne vienas pavyzdys, kaip ne laiku sustabdžius papildomas nuolaidas iš valstybės, įmonės bei žmonės bando iš to pasipelnyti, tokiu atveju nauda jau yra nešama tik energetinio efektyvumo perspektyvos, o iš ekonominės pusės nebe. Žinoma tokių skirtingų kombinacijų yra labai daug, štai dar keletas pasaulyje pasitvirtinusių kombinacijų :

- reguliacinio metodo kombinacija su informaciniu metodu;
- savanoriško skatinimo metodo kombinacija su ekonominiu metodu;
- fiskalinių bei paskatų metodų kombinacija su reguliaciniu metodu.

Tai tik keletas pasitvirtinusių kombinacijų, tačiau be abejonės yra begalė kitų skirtingų kombinacijų kurios dar nėra pilnai išbandytos ir patikrintos, tačiau svarbiausia prieš naudojant šiuos metodus, kad būtų atlikta tinkama rinkos analizė užtikrinant, kad šie veiksmai bus tikrai naudingi ir aktualūs tam tikros šalies rinkai, kadangi kaip minėta kaip kurie iš šių metodų gali pareikalausiti nemažo kiekio pajamų [38].

3. Tyrimo metodika

3.1 Žmonių elgsenos analizė

Kalbant apie elektros energijos taupymą svarbu suprasti tai, jog vien tik įvairių metodikų, renovacijų, reglamentų įvedimas ir kitų priemonių taikymas siekiant pakelti elektros energijos vartojimo efektyvumą nėra pakankamas. Dar viena itin svarbi taupymo dalis yra pats asmuo, jo noras bei bendra elgsena kai kalba eina apie energetinį efektyvumą. Žmogus yra gan sudėtinga būtybė kurios elgsena gali varijuoti nuo labai daug skirtingų faktorių, tačiau mokslininkų atliktais tyrimais daugumai žmonių būdingos dvi specifinės mąstymo sistemos, kurios iš dalies paneigia nusistovėjusį įvairių ekonomistų ir politikų tikėjimą, jog žmogus prieš viską darydamas stipriai apgalvoja savo veiksmų pasekmes, įvertina naudą ir minusus galinčius kilti dėl šio sprendimo. Tačiau D., Kahnemamno atliktais tyrimais, žmonės elgiasi ne pagal logiką, o dažniausiai yra veikiami aplinkos šališkumo kuris daro didelę įtaką prie specifinių mąstymo būdų [39]:

- Pirmasis mąstymo procesas yra susijęs greitai žmonių mąstymu ir sprendimų priėmimu. Šio procesu metu žmogui nereikia atlikti jokio papildomo darbo, mąstant, galvojant iš esmės tai yra tarsi jau refleksinis mąstymas, kuomet bet koks sprendimas atrodo elementarus ir nereikalauja jokio naudos pasvėrimo. Ši mąstymo sistema yra dažniausiai sutinkama mūsų kasdieniame gyvenime, paprastose veiklose ir yra labiau dominuojanti sistema lyginant su antruoju mąstymo procesu. Tačiau esminė problema visų pirma yra tame jog šio mąstymo pagalba negalima atlikti į ateitį orientuotų sprendimų priėmimo. Antroji šio principo problema yra tai, kad visi šie automatiniai, refleksiniai sprendimai iš esmės yra susiję su praeities patyrimais, patirtimi, kurie tam tikroje situacijoje galbūt buvo naudingi ir patys tinkamiausi, tačiau yra atvejų kuomet esant panašioje situacijoje su kuria smegenys jau buvo prieš tai susidūrę šie sprendimai gali būti nebūtinai tikslingi ir naudingi.
- Antrasis mąstymo procesas yra daug labiau komplikotas ir reikalauja žymiai daugiau pastangų, kadangi prieš priimant bet koki rimtą sprendimą atliekama tarsi analizė, kuri padeda įvertinti bei apsvarstyti tolimesnes pasekmes ir naudą priimto sprendimo. Tačiau didžiausia problema šiame procese yra komplikotumų egzistavimas. Kadangi kaip yra žinoma daugeliu atvejų žmogus yra tingus padaras ir dažniausiai renkasi patį trumpiausią bei lengviausią kelią kai tik įmanoma, dėl šios priežasties pirmasis mąstymo metodas ir yra labiau dominuojantis.

Žinant pagrindinius mąstysenos procesus, svarbu įsigilinti ir į kognityvinio šališkumo sąvoką, kuri yra susijusi su tuo jog smegenys yra automatiškai, mums nejaučiant, veikiamos pašalinių veiksnių kurie paveikia mūsų sprendimų priėmimą. Nors tai ir atrodo sąlyginai elementarus dalykas ir turėtų iškilti klausimas kodėl tiesiog neįsijungia antrojo mąstymo sistema, tačiau šie dalykai yra pernelyg elementarūs ir paprasti, kas tarsi siunčia žmogaus smegenims, signalus, kad reikia rinktis trumpesnę kelią ir elgtis kaip aplinkoje yra normalu, nors dažnu atveju tai gali būti ir neteisinga. Prie trumpesnio kelio pasirinkimo prisideda ir įvairūs skirtingi faktoriai, kaip pavyzdžiui per didelis pasitikėjimas, nuotaikos, įvairios pasaulinės tendencijos ir paprasčiausias informacijos trūkumas apie kitus dalykus, štai pagrindiniai polinkiai, elgsenos kurias išsprendus būtų galima stipriai prisidėti prie energetinio efektyvumo kėlimo [39, 40]:

6 lentelė Mąstysenos būdų sukeltos problemos

Mąstysenos būdas	Kylanti problema
Konservatyvumas	Šiuolaikinė visuomenė ypač Lietuvoje yra pakankamai užsispyrusi, kai kalba eina apie naujos informacijos priėmimą, kadangi pateikiant informaciją netgi su egzistuojančiais įrodymais ir pavyzdžiais, dažnu atveju yra sudvejijimą dėl sprendimo priėmimo ir pasirenkama pasilikti prie esamų metodų, kurie yra išbandyti ir veikiantys, kad nereikėtų daug gilintis ir vertinti ar tikrai apsimoka šias sprendimas (pereina prie pirmojo mąstymo proceso). Tai yra gan rimta problema, kadangi dėl šios priežasties žmonėms sunku įsiūlyti įvairias energetiškai efektyvias inovacijas bei kitus efektyvumo metodus, kurie ne tik praktiškai neįtakotų jų gyvenimo būdų, bet dar ir atneštų ekonominę naudą.
Dabartinės naudos prioretizavimas	Kita problema yra tai jog, žmonės nesigilina į tolimesnę ateitį ir negalvoja į investicijas kurios atsipirktu netolimoje ateityje, daug žmonių prioretizuoja atlikt veiksmus kurių rezultatai pasireišk iš karto, nors dažniausiai tai reiškia mažesnę naudą lyginant su ilgalaikėmis investicijom, jeigu kalba eina būtent apie energetinį efektyvumą. Taigi ir čia eilinį kartą pasireiškia pirminio mąstymo schema, kuomet žmogui nereikia galvoti toli į ateitį, priimti sprendimus ir vertinti kokią naudą tai atneš, geriau pasirenkamas dabar matomas rezultatas be laukimo.
Pastangų trūkumas	Trečioji problema, kuri iš esmės yra susijusi su pirmąja, yra tai jog žmonės tiesiog įdeda nepakankamai pastangų priimdami sprendimus ir nuolatos save pateisina dėlto, geriausias to pavyzdys yra elektros energijos perdavimų tinklų pasirinkimas, kaip jau žinoma Lietuvoje yra galimybė rinktis savo elektros tiekėją, tačiau didžioji dauguma žmonių vietoj to jog ieškotų efektyviausio ir naudingiausio varianto pasirenka tiesiog ta patį tiekėją kurį turėjo ištisus metus, nors rinkoje yra begalės kitų geresnių variantų.
Pasitikėjimas daugumos elgsena	Ketvirtoji problema yra susijusi taip pat su žmonių mąstysena, kadangi daugelis žmonių yra lengvai manipuluojami ir priimant sprendimus dažniausiai jeigu yra galimybė pasitiki ne savo sprendimais ir vertinimu, o seka daugumos pėdomis bei pasirenka tuos pačius sprendimus, kurie taip pat dažnai būna nelogiški ir nenaudingi, kadangi kiekvienas žmogus labai skirtingas.
Užsispyrimas	Penktoji problema yra susijusi su žmonių užsiciklinimu prie tam tikros pradinės informacijos, kuri gali būti neteisinga pasigilinus į daugiau šaltinių arba laikui bėgant pasensta ir nebėra aktuali, iš esmės tai labai panašu į pirmąją problemą.
Perskubėjimas	Paskutinioji problema yra susijusi su tuo jog žmonės per greitai priima skubotus sprendimus, kas lemia tai, kad nėra apsvarstomi alternatyvūs sprendimai kurie gali būti naudingesni. Šita problema yra itin aktuali tuomet, kai žmogui reikia priimti daug skirtingų sprendimų vienu metu, tada žmogus tarsi pasimeta ir dažnu atveju pasirenka sprendimus pasikliaudamas ankstesne patirtimi ir refleksais vietoj to jog apsvarstytų kiekvieną galimą variantą.

Bendrai kalbant anksčiau minėti skatinimo metodai kaip reguliacinis, ekonominis ir informacinis nors jie atrodo ir logiški, tačiau suprantat žmogaus mąstymą, šie metodai, dažnam žmogui gali ne visai suveikti ir įtikinti, dėl jau minėtų mąstysenos problemų. O jei ši informacija ir sąlyginai pasiekia vartotojo galvą, realu, kad bus pasirenkami tik patys paprasčiausi ir lengviausiai įgyvendami dalykai [41].

Autoriaus T., Dietso atliktame tyrime, kurio metu buvo tiriama 17 skirtingų gyvenamųjų namų ūkių elgsena energetinio efektyvumo požiūriu, atskleista, kad didžioji dalis gyventojų nors ir turi supratimą apie energetikos sektorių, efektyvumo kėlimą ir didžiausius problemų šaltinius, retai ryžtasi dėlto ką nors daryti. Šio tyrimo metu pabrėžiama tai, kad žmonės pirmenybę teikia prietaisų atnaujinimui taip didinant efektyvumą, o tik po to jau elgsenai, kaip tą prietaisą efektyviau naudoti. Atnaujinus įrangą viskas yra paprasta, nieko nereikia papildomai mąstyti, prietaisas yra naudojamas kaip anksčiau, tik jis yra naujesnis ir efektyvesnis [42]. Tačiau energijos išlaidos būtų efektyviau mažinamos jeigu nauji prietaisai taip pat būtų naudojami kuo taupiau. Tiriamajame darbe analizuojama prietaisų

atnaujinimo įtaka, jų efektyvumo kėlimas, taip pat dėmesys skiriamas ir vartotojų elgsenos pokyčiams siekiant pasiekti kuo didesnę energetinę efektyvumą ir sumažinti elektros energijos išlaidas, pritaikant šiuos žingsnius :

- vartotojo dėmesys įrangos atnaujinimui;
- vartotojo dėmesys efektyviam įrangos panaudojimui;
- vartotojo dėmesys elektros tiekėjui pasirinkti;
- vartotojo dėmesys tinkamo elektros energijos tarifo pasirinkimui atsižvelgiant į suvartojimą.

Visi šie žingsniai iš esmės yra susiję su vartotojo elgsena. Paminėtina, kad visų pirma vartotojas turi priimti sprendimą atnaujinti įrangą, kadangi tai pats paprasčiausias energetinio efektyvumo kėlimo būdas. Sekantis etapas, susijęs su efektyviu įrangos panaudojimu reiškiantis pokytį vartotojo kasdienybėje, įpročių keitimas. Dar vienas svarbus pokytis yra susijęs su elektros energijos tiekėjo pasirinkimu, dabartinėje situacijoje kuomet, vartotojas turi galimybę pasirinkti elektros tiekėją, bet dažniausiai priimamas sprendimas tiesiog pasilikti prie elektros tiekėjo paslaugų, kurios ilgą laiką buvo naudojamos, nes tai pats paprasčiausias būdas, nereikia papildomai galvoti, apie pasikeitusius mokėjimo būdus ir kitus nesklandumus kylančius keičiant tiekėją. Pastebima, kad tai yra klaidinga elgsena, kadangi paanalizavus rinką, galima rasti elektros tiekėjų, kurie siūlo, tas pačias paslaugas žemesnėmis kainomis ir pasigilinus į siūlomus planus galima pasirinkti tinkamesnę elektros energijos tarifą atsižvelgiant į suvartojamą elektros energiją namų ūkyje. Energetinio efektyvumo didinimui, taip pat bus vertinamos saulės elektrinės įdiegimo galimybės, tai reiškia, kad vartotojas atitinkamai turės reaguoti siekiant išgauti kuo didesnę elektrinės naudą, tai yra piko valandomis, kuomet saulės elektrinė daugiausiai generuoja elektros energijos prisitaikyti savo prietaisų veikimą taip, kad kuo didesnę suvartotos elektros energijos dalis būtų padengta ir jos nereikėtų susigražinti iš sukaupto elektros energijos balanso.

3.2 Galutinio energijos vartojimo modelis

Siekiant sumažinti elektros energijos suvartojimą ir ieškant būdų padidinti energetinę efektyvumą namų ūkyje reikėtų pirmiausia atlikti išsamią namų ūkio energijos suvartojimo analizę. Tarptautinėje rinkoje siekiant tai padaryti naudojami įvairūs vartojimo modeliai, dažniausiai sutinkamas yra galutinio energijos vartojimo modelis. Šis modelis sudaromas vertinant vartotojų naudojamų paslaugų kiekį ir gaunamas išlaidas pagal tą suvartojimą, turint šiuos duomenis galima prognozuoti elektros energijos poreikius namų ūkyje. Šiame tiriamajame darbe bus naudojama turima informacija apie namų ūkyje naudojamus pagrindinius elektros energiją vartojančius prietaisus, o pagal šią informaciją bus sudaromos išvados apie elektros energijos suvartojimą pagal paskirtį bei vertinamos poreikių kitimo tendencijos. Analizuojant reikės šių rodiklių :

- buityje naudojamų elektros energiją vartojančių prietaisų sąrašo;
- prietaisų kiekio;
- prietaisų techninių specifikacijų: galia, efektyvumo klasė ir kt.;
- prietaisų naudojimo laiko per apibrėžtą laiko periodą (per metus).

Šiame galutinio vartojimo modelyje įtraukiami visi elektros energijos prietaisai, juos grupuojant į šias pagrindines grupes:

- skalbimo mašinos, džiovyklės;
- džiovituvai, plaukų tiesinimo/garbanojimo žnyplės;
- elektrinės viryklės, orkaitės, gartraukiai;
- šaldikliai, šaldytuvai;

- mikrobangų krosnelės;
- indaplovės;
- televizoriai;
- muzikos centrai, namų kino sistemos;
- kompiuteriai;
- apšvietimas;
- kiti elektros prietaisai.

Pats modeliavimas vyksta taip:

1. Nustatomas skirtingų prietaisų kiekis namuose, suskirstant juos į tam tikras grupes.
2. Vertinamos vienkartinės vidutinės prietaiso elektros energijos sąnaudos, tačiau atsižvelgiant į tai, kad prietaisai sugenda ir būna pakeičiami efektyvesniais, sąnaudų vertinimui pritaikomas 10 metų slenkančio vidurkio principas:

$$e_{vid_i} = \sum_t^{t-10} \frac{e_i}{10}; \quad (3.2.1)$$

čia e_{vid_i} – vienkartinės vidutinės prietaiso elektros energijos sąnaudos;

e_i – prietaiso elektros energijos sąnaudos;

i – prietaiso grupė.

3. Vertinamos vidutinės metinės elektros energijos sąnaudos pritaikant šią formulę:

$$e_{m_i} = e_{vid_i} * t_i; \quad (3.2.2)$$

čia e_{m_i} – prietaiso metinės elektros energijos sąnaudos;

t_i – vidutinis prietaiso panaudojimo kiekis per metus

4. Atsižvelgiant į tai kiek yra prietaisų grupėje, nustatomas bendras grupės elektros energijos suvartojimas:

$$E_{m_i} = e_{m_i} * k_i; \quad (3.2.3)$$

čia E_{m_i} – bendros prietaisų grupės metinės elektros energijos sąnaudos;

k_i – prietaiso grupės kiekis.

5. Visos namų ūkio elektros energijos sąnaudos įvertinamos sumuojant visų elektros prietaisų grupių bendras energijos sąnaudas:

$$E_{\Sigma} = \sum_i E_{m_i}; \quad (3.2.4)$$

Atlikus šiuos skaičiavimus toliau galima įvertinti skirtingų grupių elektros energijos suvartojimus ir atlikti namų ūkio energijos poreikių prognozę. Taikant šią metodiką galima analizuoti skirtingų prietaisų ir jų panaudojimo įpročių įtaką elektros energijos poreikių dydžiui namų ūkyje bei įvertinti

didesnio prietaisų efektyvumo įtaką, o atliekant jautrumo analizę galima įvertinti poveikį poreikių namų ūkyje dydžiui ir atlikti galutinių poreikių prognozę ilgalaikėje perspektyvoje.

3.3 Palyginamosios energijos išlaidų analizės metodas

Elektros energijos suvartojimas yra neatsiejamas nuo mūsų kasdieninio gyvenimo, kadangi kiekvienam žingsnyje mus lydi elektros įrenginiai kurie yra būtini mūsų kasdieninėms reikmėms, tokioms kaip apšvietimas, elektros įrenginiai maistui gaminti, šaldymo įrenginiai ir begalė kitų prietaisų. Turint tokį kiekį skirtingos įrangos iškyla elektros suvartojimo problemų, kadangi dažnu atveju mus supantys įrenginiai nėra panaudojami efektyviausiu ar taupiausiu režimu. Prie viso to prisideda ir pasaulyje galiojančios tendencijos, jog žmonės vis dar geriau renkasi pigesnę produktą kuris atlieka savo funkcijas, kai tuo tarpu investavę šiek tiek daugiau galėtų pasirinkti žymiai energetiškai efektyvesnę produktą, kuris ilgalaikėje perspektyvoje atsipirktų ir atneštų naudą žvelgiant iš sutaupytos energijos kiekio, ši mąstymo problema ir kitos panašios problemos buvo aprašytos ankstesnėje potemėje. Taigi siekiant kovoti su šia efektyvumo problema reikėtų pasirinkti pagrindinius elektros energiją vartojančius prietaisus ir atlikti tinkamą analizę siekiant surasti alternatyvų ar būdų efektyviau panaudoti šiuos įrenginius. Šiam tikslui įgyvendinti, galima pasinaudoti lyginamosios analizės metodu, kuris bendrai kalbant ekonomikoje apibrėžiamas kaip procesas kurio metu turimi prietaiso rodikliai yra lyginami su kitų analogiškų prietaisais kuris yra geriausias toje srityje. Naudojant lyginamąją analizę atsižvelgiama į šiuos pagrindinius rodiklius:

- kokybė;
- laikas;
- kaina.

Iš esmės kaip jau buvo minėta anksčiau ši analizė atliekama siekiant patobulinti asmeninę prietaiso efektyvumą, nešamą naudą ir kartu rasti optimaliausią variantą, kadangi šios analizės metu galima atrasti didžiausius trūkumus, ko pasėkoje toliau gali būti vystomi įvairiausi prietaiso atnaujinimo planai, kitos papildomos analizės siekiant patobulinti savo prietaiso efektyvumą, kad susilyginti su lyderiais rinkoje ar galbūt net juos pralenkti. Ši analizė gali būti taikoma ne vieną kartą, tai gali būti pasikartojantis procesas, kas tam tikrą laiko periodą, siekiant kuo didesnio efektyvumo

Kadangi viskas buvo kalbama iš bendrosios pusės, tad reikėtų šiek tiek sukonkretizuoti ir pabrėžti, tai jog visas šis principas gali būti taikomas ir individualiuose namų ūkiuose, kad ir kaip pavyzdys su elektros įrenginių palyginimu. Surinkus visą reikiamą informaciją apie įrenginius esančius namų ūkyje, galima daryti palyginamąją rinkos analizę būtent šių įrenginių srityje, taip ieškant efektyvesnių, našesnių ir labiau pažengusių įrenginių bei metodų, kurie galėtų padėti sutaupyti elektros energijos. Šiame tiriamajame darbe lyginant skirtingus scenarijus bus atsižvelgiama į šiuos rodiklius :

- naudojamo prietaiso gyvavimo laikas;
- naudojamo prietaiso pagrindinės specifikacijų palyginimas su naujesniais įrenginiais;
- naudojamo prietaiso pradirbamų valandų kiekis;
- naudojamo prietaiso suvartojamas energijos kiekis.

Tai keletas pagrindinių rodiklių į kuriuos bus atsižvelgiama atliekant analizę ir ieškant būdų kaip būtų galim pakeisti esančius – pasenusius elektros energijos prietaisus į naujesnius ir efektyvesnius, siekiant sumažinti elektros energijos vartojimą.

Analizė taip pat gali būti pritaikoma ir lyginant įvairiausias elgsenos veiksmus, sprendžiant kokie išskirtiniai elgsenos būdai ar pasirinkti sprendimai padeda taupyti elektros energiją, tokiu būdu atsirenkant efektyviausius ir taupiausius metodus, kurie kartu ir per daugiausiai neįtakotų, nepakeistų įprasto vartotojų gyvenimo kokybės. O tuomet galima atlikti ir bendrinę palyginamąją energijos išlaidų analizę įvertinant svarbiausių kintamųjų įtaką, kaip tai padėtų, elektros energijos suvartojime lyginant su baziniu, esamuoju laiku, be įvykdytų pakitimų, tokiu būdu tikintis suteikti motyvą vartotojui pasirinkti siūlomas taupymo galimybes. Šios analizės pagrindinis tikslas yra surasti ir suprasti, kokie svarbiausi veiksniai įskaitant ir vartotojo elgseną, gali įtakoti elektros energijos suvartojimą ir efektyvumą bei padėti identifikuoti vietas kurios yra tobulintinos, siekiant sumažinti elektros energijos išlaidas ir sumažinti bendrą namų ūkio energijos suvartojimą..

3.4 Ekonominio efektyvumo vertinimo metodika

Atliekant tolimesnę naudos analizę svarbu sugrįžti prie energijos efektyvumo sąlygos, kurios visa esmė, tiesioginis rodiklis yra kiek galima sutaupyti elektros energijos pritaikant vienopus ar kitokius būdus, fokusuojantis į skirtingas poveikio zonas. Siekiant sutaupyti kuo didesnę kiekį energijos svarbu įvertinti taip pat ir AEI naudojimo galimybę. Vertinant individualius namų ūkius, optimaliausias dalykas yra saulės energijos naudojimas pasitelkiant fotovoltines sistemas. Bendrai kalbant saulės energetika yra sparčiai auganti energetikos dalis, vien tik per 2020 metus, 5,2 % bendros elektros gamybos sudarė saulės energija, pagal Europos komiteto turimus duomenis ir bendrą rinkos augimą, daromos prielaidos jog šis skaičius gali išaugti iki 20 % iki 2040 metų. Viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl numatomas toks spartus augimas yra tai jog saulės energija šiuo metu yra vienas pigiausių AEI kuris yra lengvai pasiekiamas individualiems namų ūkiams. Esminis dalykas kas daro šią energijos rūšį tokia patrauklia yra tai, jog iš valstybės yra taikomos įvairios subsidijos bei nuolaidos įsirenginėjant šio tipo saulės elektrines. Pagal turimus Europos komisijos duomenis saulės elektrinių įsirengimo kaina per pastarąjį dešimtmetį krito per 82 %. Vertinant tai, kad šiuo metu saulės elektrinių kainos yra žemiausiame lygyje per pastaruosius dešimtmečius bei esant kaip buvo anksčiau minėta sąlyginai nepatogioje padėtyje politiniu atžvilgiu dėl karų, ko pasekoje vyksta spartus elektros energijos bei šildymo kainų augimas, būtina tapti kuo labiau energetiškai nepriklausomais, tokiu būdu prisidedant prie gamtos taršos mažinimo, bendro energijos efektyvumo didinimo bei netgi ekonominės naudos už šią ilgalaikę investiciją kuri šiuo laikotarpiu turėtų sąlyginai greitai atsipirkti [44].

Taigi žvelgiant į anksčiau minėtas problemas susijusias su žmonių mąstysena, kad juos atbaido tolimas planavimas į ateitį, o saulės elektrinė yra vienas iš tų energetinio efektyvumo kėlimo būdų kurio nauda pasireiškia tik per tam tikrą laiko tarpą, svarbu įtikinti žmones, jog nauda nėra tik teorinė, susijusi su aplinkosauginių problemų sprendimu, o kartu nešą ir ekonominę naudą. Tam yra pasitelkiama ekonominė analizė įvertinant saulės elektrinės atsipirkimo laiką bei nešamą naudą. Pagal šaltinyje [43] pateiktą informaciją, pagrindiniai, aktualiausi ekonominiai rodikliai susiję su saulės elektrinės ekonominiu vertinimu yra šie,:

- grynoji dabartinė vertė, angl. „Net Present Value” (NPV);
- vidinė grąžos norma, angl. „Internal Rate of Return” (IRR);
- nediskontuotas atsipirkimo laikotarpis, angl. „Simple Payback Time” (SPB);
- diskontuotas atsipirkimo laikotarpis, angl. „Discounter Payback Time” (DPB);
- pajamų ir išlaidų santykis, angl. „Benefit Cost Ratio“ (B/C);
- svertiniai elektros gamybos kaštai, angl. „Levelized Cost Of Energy” (LCOE).

3.4.1 Grynoji dabartinė vertė

Pirmasis ir vienas svarbiausių rodiklių yra grynoji dabartinė vertė, šio rodiklio pagalba įvertinamas projekto, šiuo atveju saulės elektrinės projekto patrauklumą, tai yra parodo investuotojui ar verta įgyvendinti pasirinktą projektą. Šio vertinimo pagrindinė nauda yra išlaidų ir dabartinių būsimų pajamų verčių įvertinimas, o kadangi atliekant tokį vertinimą svarbu atsižvelgti į tai jog dėl skirtingų priežasčių dabartinė pinigų vertė gali būti mažesnė lyginant su ateities pinigais kuomet projektas jau gyvuos, tai siekiant kuo didesnio tikslumo ir pasitikėjimo dėl projekto ateities, į šiuos skaičiavimus būtina integruoti ir diskontuotų pinigų metodą, kurio pagalba atliekamas pinigų vertės teorinis prognozavimas. Taigi bendrai tariant, grynoji dabartinė vertė yra apskaičiuojama vertinant pinigų srautus kurie yra diskontuoti per visą gyvendinamo projekto veikimo laikotarpį, o pati formulė atrodo taip :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}; \quad (3.4.1)$$

Šioje formulė NPV – grynoji dabartinė vertė;

n - numatomas projekto gyvavimo laikas (dažniausiai vertinama metais);

t – laiko momentas;

C_t – pinigų srautai duotuoju laiko momentu;

i – vertinimui taikoma apskaičiuota diskonto norma.

Svarbu pabrėžti ir tai jog šiuo skaičiavimo metodu vertinimas atliekamas pinigų srautams kurie gali būti ir pajamų ir išlaidų bei abu jie gali būti pritaikyti šiam skaičiavimui.

Atlikus skaičiavimus gautas rezultatas gali vesti prie trijų skirtingų išvadų pagal kurias vertinamos projekto galimybės atnešti pelną:

7 lentelė NPV Gautų verčių paaiškinimas

Gauta NPV vertė	Išvada
NPV<0	Vertė yra nepriimtina ir projektas nėra vertas investicijų, kadangi projektas neneš pelno
NPV=0	Vertė yra ribinėje situacijoje todėl reikėtų tinkamai apsvarstyti investicija prieš priimant sprendimą, kadangi projektas gali būti nebūtinai pelningas
NPV>0	Vertė yra teigiama, dėl šios priežasties projektas yra patrauklus ir vertas investuotojo dėmesio, kadangi neš pelną

Apibendrinant prieš priimant sprendimą svarbu įsitikinti, jog grynoji dabartinė vertė bus teigiama, tokiu atveju gaunamas signalas, jog projektas atneš tam tikrą vertę bei gautini pinigų srautai bus didesni už grynąją investicijos vertę.

Vienintelis šio skaičiavimo trūkumas yra tai, jog niekas negali tiksliai įvertinti, kaip ateityje kis pinigine vertė dėl per didelio kiekio kintamųjų kurie gali įtakoti pinigų vertę. Dėl šios priežasties nors diskonto norma ir padeda įvertinti iš dalies blogesnę atvejį teigiant, kad pinigų vertė kris, tačiau tai

vis tiek yra tik teorinis vertinimas ir negalima pasikliauti tik ja, todėl taikomi kiti papildomi skaičiavimai, rodikliai, vienas iš jų yra vidinė grąžos norma [IRR].

3.4.2 Vidinė grąžos norma

Antrasis rodiklis kurį svarbu įsivertinti prieš pradedant įgyvendinti projektą yra vidinė grąžos norma (IRR). Naudojantis šiuo rodikliu galima finansiškai nustatyti projekto atsiperkamumą bei patrauklumą investuotojui, panašiai kaip ir grynoji dabartinė vertė. Vidinė grąžos norma yra diskonto norma, kurios pagalba yra lyginamos dabartinės pajamų srautų ir išlaidų vertės. Ši vertė yra antra pagal svarbumą todėl, kad yra susijusi su grynąją dabartine verte, nes vidinę pelno normą galima laikyti diskonto koeficiento reikšme (r), prie šios reikšmės pinigų srautų dabartinė grynoji vertė yra prilyginama 0. Tai iš esmės reiškia, jog kuomet dabartinė grynoji vertė yra lygi 0 – ribinė, tuomet siekiant nustatyti papildomą projekto patrauklumą į pagalbą panaudojamas vidinės grąžos normos rodiklis, kuris parodo ar projektas gali atsipirkti ir ar yra realu susigražinti panaudotą kapitalą projekto įgyvendinimui esant tam tikrai diskonto normai.

$IRR=r$, kai $NPV=f(r)=0$;

Vidinė grąžos norma yra apskaičiuojama taip:

$$0 = NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1 + IRR)^t}; \quad (3.4.2)$$

čia IRR – vidinė grąžos norma.

Žvelgiant į gautus rezultatus yra du galimi du sprendimo variantai:

8 lentelė IRR gautų verčių paaiškinimas

Gauta IRR vertė	Išvada
$IRR < 0$	Šiuo atveju pinigų srautai bus mažesni už grynąją investicijos vertę, tai reiškia jog projektas nėra patrauklus ir vertas investicijų
$IRR > 0$	Šiuo atveju pinigų srautai bus didesni už grynąją investicijos vertę, tai reiškia jog projektas neš pelną kas daro jį patraukliu ir vertu investicijų

Bendrai kalbant, investuotojas turėtų susidomėti projektu tik tuo atveju jei vidinė grąžos norma yra teigiama bei svarbu pabrėžti, kad kuo ši vertė yra didesnė tuo projekto prognozuojamas pelnas yra didesnis.

3.4.3 Diskontuotas atsipirkimo laikotarpis

Diskontuotas atsipirkimo laikotarpis (DPB) yra identiškas rodiklis nediskontuotam atsipirkimo laikotarpiui, tik šiuo atveju yra vertinamas anksčiau minėtas pinigų nuvertėjimas panaudojant diskonto normos metodus.

$$DPB = n + \frac{DK_{n+1}}{DP_{n+1}}; \quad (3.4.3)$$

čia DPB – diskontuotas atsipirkimo laikotarpis;

DK_{n+1} – diskontuotų projektui reikalingų investicijų vertė;

DP_{n+1} – diskontuotų pinigų srautas gaunamas per projekto gyvavimo laikotarpį.

Iš esmės abu atsipirkimo laikotarpio skaičiavimai parodo projekto likvidumą ir atliekant šios skaičiavimus svarbiausias rezultatas kurio turėtų ieško investuotojas yra kuo trumpesnis atsipirkimo laikas, tuomet galima teigti, kad projektas yra likvidus ir vertas investuotojo dėmesio. Žinoma būna atvejų kuomet atsipirkimo laikotarpis yra ilgesnis nei prognozuojamas projekto gyvavimo laikotarpis, tai iškarto signalizuoja, jog projektas nėra vertas investicijų. Yra variantų kuomet atsipirkimo laikas taip pat yra labai ilgas, keli metai prieš projekto gyvavimo pabaigą, tuomet verta pasvarstyti ar jis yra vertas investicijų ir ar investuotojas gali laukti tokį ilgą laiko tarpą, galbūt verta ieškoti alternatyvų ar būdų patobulinti projektą, sumažinant reikiamas investicijas.

3.4.4 Pajamų ir išlaidų santykis

Sekantis rodiklis yra pajamų ir išlaidų santykis (B/C), šio rodiklio funkcija yra aiški iš pavadinimo, šis santykis taip dar yra vadinamas investicijų rentabilumo indeksu ir parodo dabartinių pinigų srautų/pajamų santykį su dabartinėmis srauto išlaidomis. Skaičiuojant pajamų ir išlaidų santykį taikoma tokia formulė:

$$\frac{B}{C} = \frac{PVB}{PVC}; \quad (3.4.4)$$

čia B/C – pajamų ir išlaidų santykis;

PVB – pajamų srauto dabartinės vertės;

PVC – išlaidų srauto dabartinės vertės

Atlikus skaičiavimus galimi trys sprendimo variantai atsižvelgiant į gautą rezultatą:

9 lentelė B/C Gautų verčių paaiškinimas

Gauta B/C vertė	Išvada
B/C<0	Vertė yra neigiama, tai reiškia, jog išlaidos bus didesnės negu pajamos, dėl to projektas nėra patrauklus investuotojui ir yra atmestinas
B/C=0	Vertė yra ribinė, tai reiškia, jog išlaidos su pajamomis yra panašios, projektas neatneš pelno, tačiau ir nesukels papildomų nuostolių
B/C>0	Vertė yra teigiama, tai reiškia, jog gaunamas pajamų srautas bus didesnis nei išlaidos, ko pasėkoje projektas yra pelningas ir priimtinas

Bendrai tariant šis metodas yra naudingas tuo, jog jį galima naudoti palyginamojoje analizėje, kadangi gaunamas konkretus rodiklis, kurio pagalbą lyginant projektus tarpusavyje galima išrinkti patį naudingiausią projektą.

Pajamų ir išlaidų santykį galima efektyviai panaudoti atliekant palyginamąją analizę, kadangi tai yra santykinis rodiklis, o tuo tarpu PV yra absoliučios vertės matas. Atliekant kompleksinę analizę, jis leidžia išskirti efektyvesnį projektą tuomet, kai kitais metodais buvo gauti panašūs įvertinimai.

3.4.5 Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai

Paskutinis skaičiuojamas rodiklis yra svertiniai elektros energijos gamybos kaštai (LCOE), šis rodiklis dažnai panaudojamas kaip palyginamasis matas, siekiant palyginti skirtingus elektros energijos gamybos būdus pagal gaunamą elektros energijos kainą. Tačiau šis rodiklis taip pat gali būti naudojamas kaip būdas įvertinti kokia turėtų būti elektros energijos kainą, norint užtikrinti, kad pasirinkta investicija atsipirktų per numatytą gyvavimo periodą. Šis rodiklis itin dažnai naudojamas saulės energetikoje, vertinant skirtumą tarp reikalingų diskontuotų investicijų į saulės elektrinę per visą jos darbo periodą ir diskontuoto per tą gyvavimo laiką sugeneruoto elektros energijos kiekio, formulėje taip atrodo taip:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T PVC}{\sum_{t=1}^T PVE}; \quad (3.4.5)$$

čia LCOE – svertiniai elektros gamybos kaštai;

PVC – diskontuotas investicijų į pasirinktą projektą kiekis;

PVE – diskontuotas per gyvavimo laikotarpį sugeneruotos energijos kiekis.

Atlikus skaičiavimus, svarbus dalykas, kurio turėtų tikėtis investuotojas yra, tai jog gauta elektros energijos kainą būtų mažesnė lyginant su rinkoje siūlomo elektros energijos tiekėjo kainą, tuomet projektas yra tikrai pasisekęs ir vertas dėmesio, bendrai kalbant, kuo svertiniai elektros gamybos kaštai yra mažesni, tuo projektas labiau yra priimtinas, nes jis greičiausiai atneš pelną.

Taikant pasirinktus metodus ir remiantis surinkta informacija apie žmonių elgseną bei pasinaudojus palyginamąją analizę tyrimo metus įvertinama kaip skirtingi efektyvumo ir elgsenos pokyčių scenarijai gali įtakoti bendrą elektros suvartojimą. Pagal gautus rezultatus vertinama, kuris iš šių kintamųjų turi didžiausią įtaką tiek elektros energijos suvartojimui, tiek elektros energijai sutaupytoms išlaidoms tokiu būdu identifikuojant kokie pokyčiai gali atnešti pakankamai naudos, kad pakeistų vartotojo elgseną.

4. Namų ūkio energijos poreikio ir išlaidų priklausomybės nuo energijos efektyvumo ir vartotojų elgsenos pokyčių tyrimas

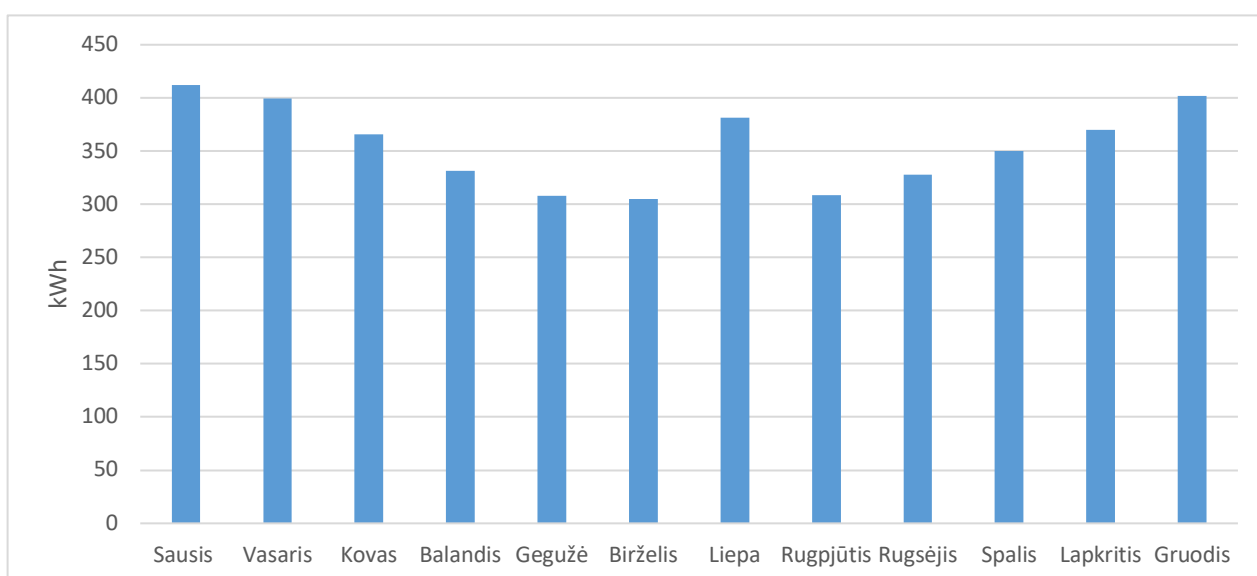
4.1. Nagrinėjamo objekto charakteristika

Analizei atlikti pasirinktas individualus gyvenamasis namų ūkis, esantis pietinėje Lietuvos dalyje, šiek tiek toliau nutolęs nuo pagrindinio miesto. Pats objektas yra 2-iejų aukštų namas, kurio bendras plotas 200 m². Svarbu yra tai, kad namas yra vieniemyje, atviraime lauke turi papildomą pastatą su šlaitiniu stogu, kuris yra atsisukęs +3 kampu į pietus, tai sudaro idealias sąlygas saulės elektrinės statyboms. Gyvenamasis namas buvo pastatytas, įrengtas ir prijungtas prie elektros energijos tinklo prieš 10 metų, kuomet dar nebuvo naudojami išmanieji elektros energijos skaitikliai, dėl šios priežasties atliekant analizę, buvo remiamasi mėnesiniu elektros energijos suvartojimu. Pačiame objekte gyvena 4 asmenų šeima, 2 suaugę žmonės, 1 mokyklinio amžiaus asmuo ir 1 dirbantis studentas. Ši informacija yra aktuali, nes dažnai vyksta darbas nuotoliniu būdu iš namų, kas daro tam tikrą įtaką elektros energijos suvartojimui. Taip pat, šiame namų ūkyje visi dirbantys asmenys dirba standartiniu darbo laiku nuo 08:00 iki 17:00, taigi didžioji dalis elektros energijos suvartojama vakarais. Dar vienas svarbus dalykas apie šį objektą susijęs su tolimesne analize yra tai, kad objektas yra vieniemyje, taigi šiltuoju sezonu yra užsiimama daržininkystės darbais, kas daro tiek teigiamą, tiek neigiamą įtaką bendram elektros energijos suvartojimui.

4.2. Esamo elektros energijos suvartojimo analizė

Siekiant atlikt palyginamąją analizę visų pirma reikia pradėti nuo bazinio scenarijaus, atsižvelgiant į dabartinę namų ūkio situaciją, kad būtų galima palyginti, kaip galimi skirtingi pokyčiai paveikia elektros energijos suvartojimą ir išlaidas. Norint tai padaryti reikia susidaryti galutinio energijos suvartojimo modelį, kuriame bus įvertintas elektros energijos suvartojimas pagal namų ūkyje esančius prietaisus ir jų naudojimo valandas.

Vertinamas namų ūkis naudoja senesnio modelio elektros energijos skaitiklį, todėl nėra prieigos prie valandinio energijos suvartojimo. Šiame darbe nagrinėjamas mėnesinis energijos suvartojimas.



17 pav. Namų ūkio metinis elektros energijos suvartojimas: bazinis scenarijus

10 lentelė Namų ūkio mėnesinis elektros energijos suvartojimas: bazinis scenarijus

Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis
411,9	399,6	365,9	331,3	308,0	305,2	381,7	308,8	327,6	350,2	369,8	401,8

Nagrinėjant šią informaciją matyti, kad daugiausiai elektros energijos yra suvartojama sausį, vasarį ir gruodį, tai yra šaltuoju metu laiku. Pagrindinė to priežastis yra tai jog šiuo laikotarpiu dienos trukmė yra trumpiausia, tai reiškia, kad žmonės praleidžia daug laiko namuose, kas lemia ilgesnį ir dažnesnį elektros prietaisų naudojimą, išaugusį apšvietimo poreikį. Pats didžiausias elektros energijos suvartojimas yra būtent sausį, patį šalčiausią ir tamsiausią mėnesį. Mažiausias elektros energijos suvartojimas yra šiltuoju metu laiku, tai yra gegužės, birželio, rugpjūčio mėnesiais. Pagrindė to priežastis, kad dienos yra daug ilgesnės ir oras leidžia užsiimt veiklomis lauke, kas lemia mažesnį elektros prietaisų naudojamą namuose, o ilgesnės dienos taip pat lemia mažesnį apšvietimo poreikį. Pats mažiausias energijos suvartojimas yra birželio mėnesį, tam įtakos taip pat turi prasidėjęs atostogų laikotarpis. Tačiau galima pastebėti, jog suvartojime yra viena išimtis liepos mėnesį, kuri yra susijusi su daržininkystės darbais, kadangi šį mėnesį vyksta užaugintos produkcijos konservavimo darbai, kas reiškia intensyvesnį elektrinės viryklės ir apšvietimo naudojimą (žr. 17 pav.).

Pagrindiniai elektros prietaisai esantys namų ūkyje ir jų galia pateikta 11 lentelėje.

11 lentelė Namų ūkyje esantys elektros prietaisai ir jų galia

Prietaisas	Kiekis	Galia, kW
Skalbimo mašina	1	2,2
Plaukų džiovintuvas;	1	2,1
Plaukų garbanojimo/tiesinimo žnyplės	1	1
Elektrinė viryklė	1	1,95
Elektrinė orkaitė	1	3,58
Gartraukis	1	0,085
Šaldiklis	1	0,185
Šaldytuvas;	1	0,12
Mikrobangų krosnelė	1	0,8
Sumuštinų keptuvė	1	1
Indaplovė	1	2,2
Televizorius	2	0,141
Namų kino sistema	1	0,032
Kompiuteris	3	0,18
Virtuvės apšvietimas	12	0,015
Svetainės apšvietimas	1	0,072
Kambarių apšvietimas	1	0,05
Vonios/tualetų kambario apšvietimas	1	0,05
Skrudintuvė	1	0,75
Stalinė lempa	2	0,005

Kavos aparatas	1	1,6
Virdulys	1	3
Siurblys	1	1
Spausdintuvas	1	0,365
Mėsmaalė	1	0,8

Tolimesniam tyrimui elektros prietaisai sugrupuojami į grupes pagal 3.2 sk. pateiktą metodiką (12 lentelė).

12 lentelė Namų ūkyje esančių elektros prietaisų grupės

Grupės	Prietaisai
1 Grupė	Skalbimo mašina
2 Grupė	Džiovinimas / plaukų žnyplės
3 Grupė	Elektrinė viryklė / orkaitė ir gartraukis
4 Grupė	Šaldiklis / šaldytuvas
5 Grupė	Mikrobangų krosnelės / sumuštinų keptuvė / skrudintuvė
6 Grupė	Indaplovė
7 Grupė	Televizoriai
8 Grupė	Kompiuteriai
9 Grupė	Apšvietimas
10 Grupė	Kiti elektros prietaisai

Prietaisai grupuojami pagal paskirtį ir energijos suvartojimą, o prietaisai, kurių elektros energijos suvartojimas yra ženkliai mažesnis priskiriami 10-tai grupei. Namų ūkyje naudojami pagrindiniai elektros prietaisai, tokie kaip skalbimo mašina, šaldytuvas, šaldiklis yra senesni nei 10 metų, tai reiškia, kad jų energetinis efektyvumas yra sąlyginai mažas lyginant su rinkoje siūlomais naujais produktais.

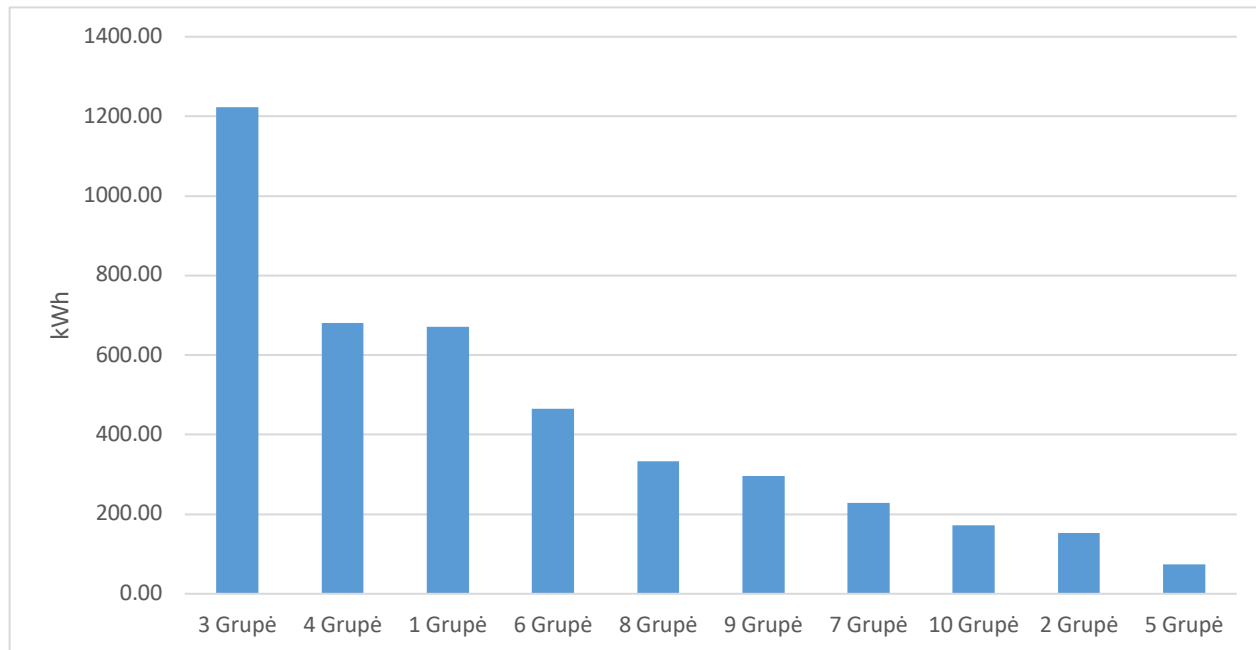
Toliau būtina nustatyti šių skirtingų prietaisų veikimo laiką per metus. Atliekant šį vertinimą kiekvienam mėnesiui vertinamas skirtingų savaitės dienų skaičius ir atsižvelgiama į tai kiek kiekvienas prietaisas pradirbo valandų. Nustačius pradirbtų valandų skaičių kiekvieną mėnesį bei turint prietaisų galias ir kiekius apskaičiuojamas metinis elektros energijos suvartojimas pagal prietaisų grupes (13 lentelė).

13 lentelė Namų ūkio elektros energijos suvartojimas pagal grupes

Grupės Nr.	Per metus suvartota elektros energija, kWh	Per metus pradirbtų valandų skaičius, h
1 Grupė	660,00	300,00
2 Grupė	152,68	86,27
3 Grupė	1222,38	985,50
4 Grupė	680,76	4464,00
5 Grupė	74,09	84,99
6 Grupė	442,20	201,00

7 Grupė	228,84	1623,00
8 Grupė	333,18	1851,00
9 Grupė	295,30	3426,00
10 Grupė	172,24	417,70

Elektros energijos suvartojimas per metus pagal prietaisų grupes pateiktas 18 paveiksle.



18 pav. Elektros energijos suvartojimas per metus pagal grupes: bazinis scenarijus

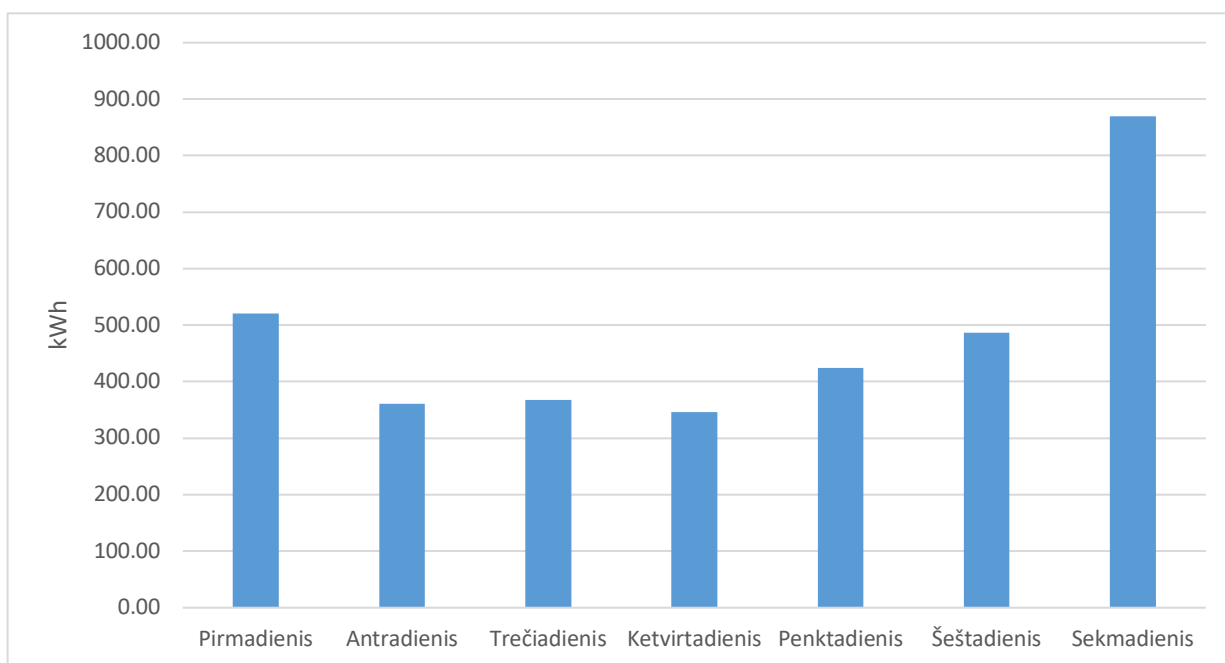
Iš 18 pav. matyti, kad daugiausiai elektros energijos yra suvartojama būtent trečioje grupėje – virtuvės įrangos grupėje, kurioje yra vieni galingiausių ir kas dieną naudojamų įrenginių skirtų maisto gamybai. Tačiau šios grupės prietaisai yra sąlyginai nauji ir aukšto efektyvumo lygio, nes buvo atnaujinti prieš 2 metus ir nors rinkoje yra šiek tiek efektyvesnių produktų, atnaujinus šią įrangą elektros energijos sutaupymas būtų labai minimalus ir nevertas investicijų. Tačiau žvelgiant į antrą ir trečią vietas kuriose yra ketvirtoji ir trečioji grupė, kurių prietaisai kaip minėta yra bent jau daugiau nei 10 metų senumo, rinkoje galima rasti produktų kurie leistų sutaupyti.

Tolimesniam sprendimų priėmimui taip pat reikia atkreipti dėmesį ir į metinio elektros energijos vartojimo pasiskirstymą pagal savaitės dienas (14 lentelė).

14 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: bazinis scenarijus

Metinis energijos suvartojimas pagal savaitės dienas, kWh						
Pirmadienis	Antradienis	Trečiadienis	Ketvirtadienis	Penktadienis	Šeštadienis	Sekmadienis
520,54	360,96	367,99	346,64	424,88	487,21	870,24

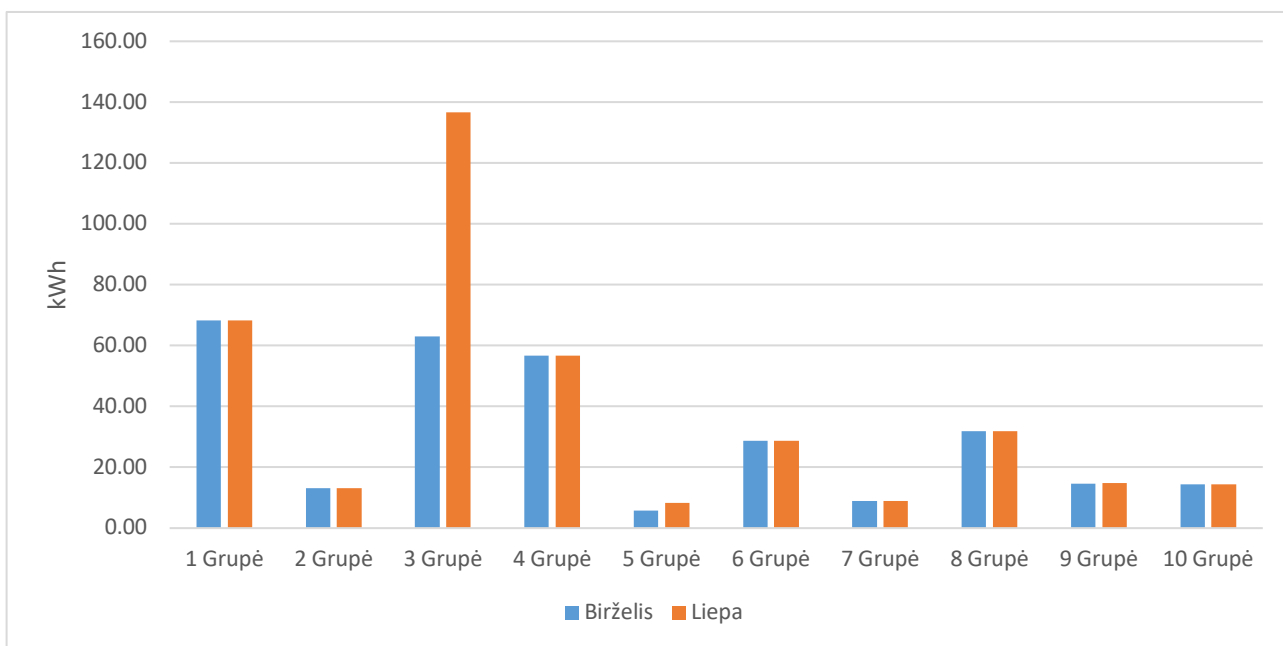
Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas grafiškai pateiktas 20 paveiksle.



19 pav. Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: bazinis scenarijus

Pagal turimus duomenis matyti jog metinis elektros energijos suvartojimas darbo dienomis, tai yra antradienį, trečiadienį ir ketvirtadienį yra mažesnis, nes asmenys gyvenantys pasirinktame objekte didžiąją dalį dienos praleidžia darbuose. Tačiau pirmadieniais ir penktadieniais lyginant su kitomis darbo dienomis suvartojimas yra didesnis, pagrindinė to priežastis yra darbas iš namų. Tuo tarpu savaitgaliais šis energijos suvartojimas išauga, kadangi žmonės gyvenantys namų ūkyje praleidžia didžiąją dalį laiko namuose, užsiima įvairiais namų ruošos darbais.

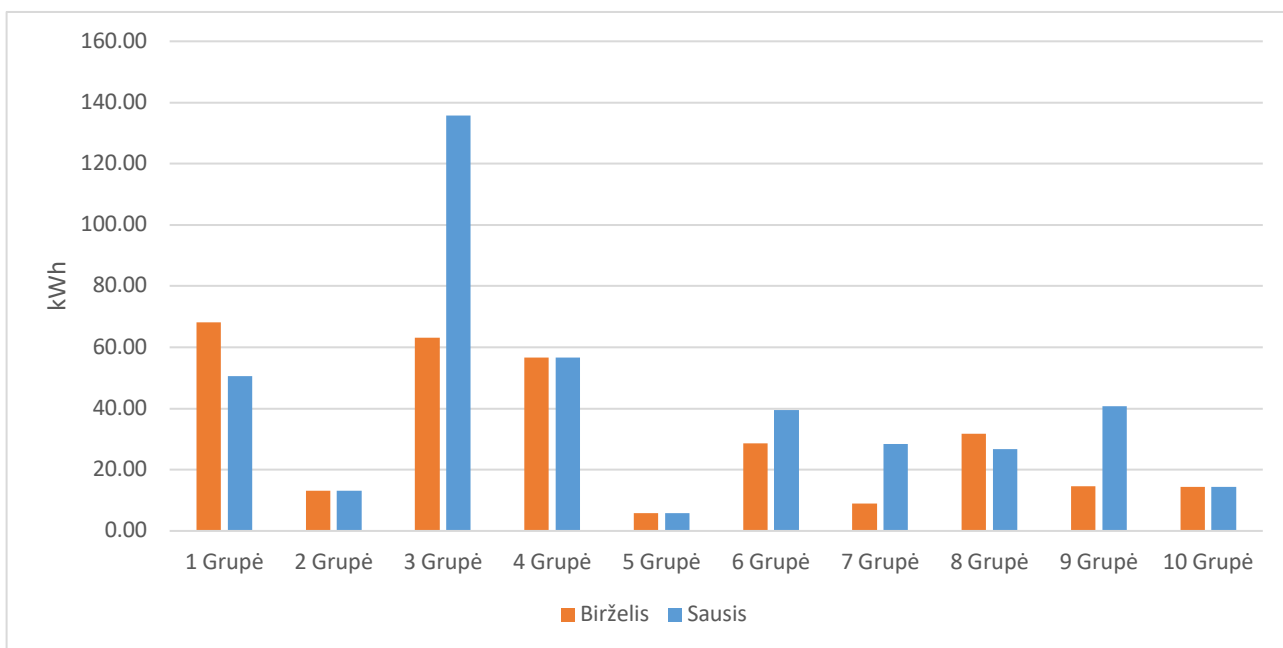
Žinant elektros energijos suvartojimas per metus pagal savaitės dienas svarbu įvertinti ir tai kaip kinta elektros energijos suvartojimas skirtingais mėnesiais. Žinant, kad vasaros laikotarpiu yra vienas išskirtinis mėnuo pasižymintis dideliu elektros energijos suvartojimu lyginant su kitais vasaros mėnesiais, pasirinkta palyginti standartinio birželio mėnesio elektros energijos suvartojimą pagal grupes ir liepos mėnesio. Pažvelgus į šį palyginamąjį grafiką matoma, jog pagrindinė priežastis kodėl elektros energijos taip skiriasi, yra 3 grupės prietaisų naudojimo dažnumas, dėl minėtų konservavimo darbų, kuriems reikia elektrinės viryklės ir orkaitės.



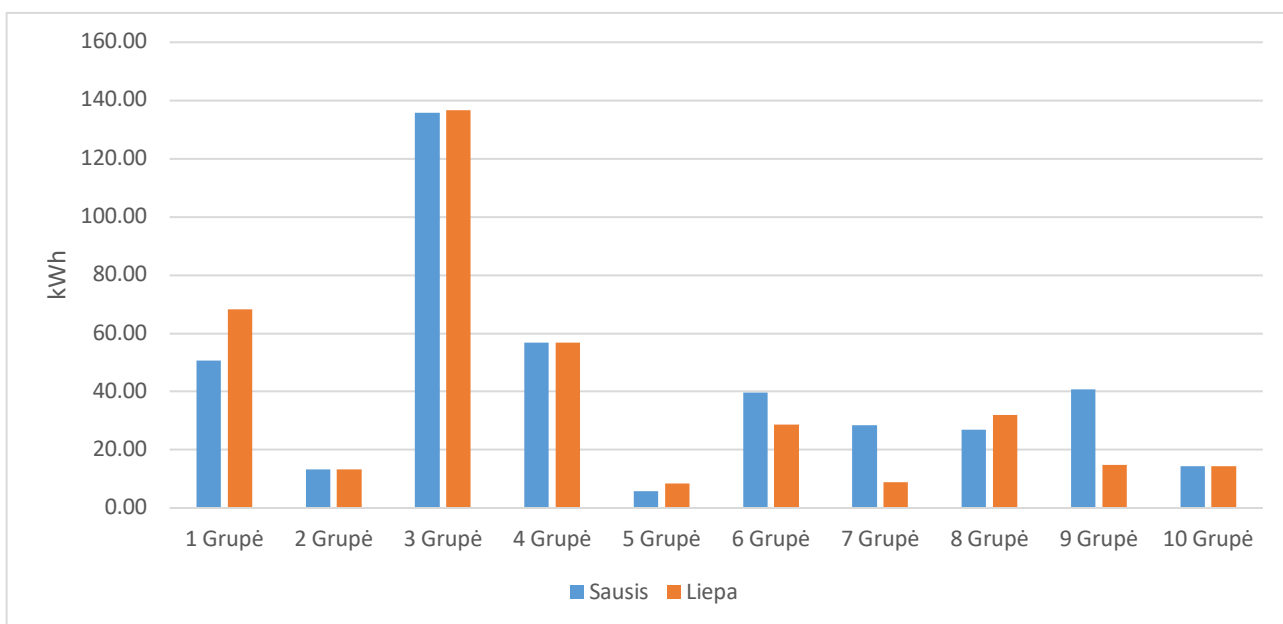
20 pav. Neįprasto vasaros mėnesio palyginimas su standartiniu mėnesiu

Tikslinga palyginti energijos suvartojimo skirtumus žiemos ir vasaros sezonu, todėl pasirinkta palyginti didžiausio ir mažiausio suvartojimo mėnesius – sausį ir birželį (žr. 21 pav.). Pagal suvartojimą matyti, jog 1 grupės prietaisai, dirba ilgesnį laiką šiltuoju metų sezonu, kadangi daugiau laiko yra praleidžiama lauke, drabužiai yra dažniau ištepami ir keičiami, to pasekoje padidėja skalbimų kiekis. Sekantis esminis skirtumas yra susijęs su trečiosios grupės prietaisų naudojimu, kaip matoma birželio mėnesį šios grupės energijos suvartojimas yra mažesnis, pagrindinė to priežastis, kad dažniau užsiimama maisto gaminiu lauko kepsninėse taip pat dėl karšto oro, dažniau vartojamas lengvas maistas, kaip pavyzdžiui salotos, kuris nereikalauja kepimo procesų. Tuo tarpu žiemos laikotarpiu kuomet oras nėra palankus lauko kepsninės naudojimui ir šaltuoju sezonu organizmas reikalauja šiltesnio maisto, tai lemia išaugusį trečiosios grupės prietaisų naudojimą. O kintantis trečiosios grupės prietaisų naudojamas kartu lemia ir šeštosios grupės pokytį, kadangi dažniau gaminant maistą išaugą indų kiekis ir atvirkščiai, tą galima matyti ir šioje statistikoje, nes birželį kuomet mažiau gaminam maisto indaplovės energijos suvartojimas yra mažesnis, tuo tarpu žiema jis išauga. Analizuojant duomenis galima pastebėti didelį skirtumą tarp mėnesių septintoje grupėje, tai iš esmės susiję su dienos ilgumu ir praleidžiamu laiku namuose, kadangi žiemą daugiau laiko praleidžiama prie televizoriaus, o vasarą atvirkščiai, tas pats galioja ir devintosios grupės rezultatams, daugiau laiko namuose, trumpesnis dienos natūralus apšvietimas, lemia augantį elektros energijos naudojimą apšvietimui.

Analogiška situacija ir lyginant specifinį liepos mėnesį su sausiu (žr. 22 pav.), tik, kaip minėta, liepos mėnesį stipriai išauga trečiosios grupės prietaisų panaudojimas.



21 pav. Elektros energijos žiemos ir vasaros mėnesių suvartojimo palyginimas



22 pav. Elektros energijos neįprasto vasaros mėnesio palyginimas su didžiausio suvartojimo žiemos mėnesiu

Tolimesnei palyginamajai analizei svarbu įvertinti ir elektros energijos kainą. Šiuo atveju tiriamasis namų ūkis yra pasirašęs ilgalaikio elektros energijos tiekimo sutartį su Ignitis. Pagrindinis šio sprendimo motyvas buvo susijęs su anksčiau minėtomis mąstymo/elgsenos problemomis, kadangi vartotojui yra daug paprasčiau pasirinkti užtikrintą variantą, kuris iki šiol buvo patikimas ir elektros energijos kainos tenkino, tokiu būdu išvengiant papildomo darbo ieškant, analizuojant rinką, prisitaikant prie naujų mokėjimo būdų ir sąskaitų pateikimo. Elektros energijos išlaidos įvertintos pagal 2022 m. galiojusį elektros energijos tarifą yra 0,28 €/kWh (žr. 15 lentelė).

15 lentelė Elektros energijos suvartojimo išlaidų pasiskirstymas: bazinis scenarijus

Namu suvartojimas, kWh		Elektros kaina, €
Sausis	411,90	115,33
Vasaris	399,62	111,89
Kovas	365,90	102,45
Balandis	331,26	92,75
Gegužė	308,02	86,25
Birželis	305,23	85,46
Liepa	381,65	106,86
Rugpjūtis	308,77	86,45
Rugsėjis	327,55	91,71
Spalis	350,22	98,06
Lapkritis	369,76	103,53
Gruodis	401,79	112,50
Iš viso :	4261,67	1193,27

4.3. Elektros energijos prietaisų efektyvumo didinimo įtakos vertinimas

Siekiant sutaupyti elektros energiją viskas prasideda nuo vartotojo elgsenos, šiuo atveju pats paprasčiausias metodas, kuris nereikalauja jokių pokyčių kasdieniniame gyvenime, yra elektros energiją vartojančių prietaisų atnaujinimas į efektyvesnius. Analizuojant anksčiau pateiktą informaciją apie prietaisus, kurie naudojami daugiau nei 10 metų namų ūkio kasdieninėje veikloje, kyla klausimas kokią naudą atneštų šių prietaisų atnaujinimas. Dėl šios priežasties tikslinga įvertinti daugiausiai energijos naudojančių prietaisų – pirmos, ketvirtos ir devintos grupės, pakeitimo naujais įtaką.

Pirmoje grupė – skalbimo mašina naudojama daugiau nei 10 metų, jos galia yra apie 2,2 kW, o sausų skalbinių talpina 6 kg. Tiriamajam darbe vertinama jos pakeitimas naujos kartos Whirlpool gamintojo skalbimo mašina, kuri ne tik suvartoja mažiau elektros energijos, tačiau kartu gali sutalpinti didesnius skalbinių kiekius – net 10 kg. Šiame scenarijuje nagrinėjama tik pačio prietaiso efektyvumo padidėjimas. Naudojant efektyvesnę skalbimo mašiną be jokių papildomų elgsenos pokyčių, per metus elektros energijos suvartojimas sumažėja apie 15,91%, tai yra 29,4 € sutaupyti per metus.

Ketvirta grupė – šaldiklis ir šaldytuvas, abu šie taip pat naudojami daugiau nei 10 metų, todėl jų energetinio efektyvumas pakankamai mažas. Lyginant dabartines šaldytuvų ir šaldiklių technologijas su prieš 10 metų buvusiomis technologijomis galima pastebėti didelį patobulėjamą energetinio efektyvumo zonoje. 16 lentelėje pateiktoje informacijoje matyti, kad atnaujintų prietaisų galia 4-toje grupėje yra ko ne per pus mažesnė. O žvelgiant į bendrą metinį elektros energijos suvartojimą naudojant efektyvesnį šaldytuvą ir šaldiklį, elektros energijos suvartojimas šioje grupėje sumažėja 50%, tai yra 95 € sutaupyti per metus.

Devinta grupė – apšvietimo įranga. Šiuo metu kiekvienoje patalpoje apšvietimui vis dar naudojamos kaitrinės lemputės. Pagrindinė to priežastis, kad gyventojų požiūriu šio tipo elektros lemputės yra pigesnės. Tačiau išanalizavus rinką, galima pastebėti, jog kaitrinės lemputes pakeitus į naujesnio tipo LED lemputes kurios yra minimaliai brangesnės, pavyktų sumažinti bendrą apšvietimo prietaisų galią

apie 2,7 karto (žr. 16 lentelė), o bendras grupės elektros energijos suvartojimas per metus nukristų per 60,51%, tai yra 50,04 € sutaupyti per metus. Be to LED lemputės ne tik suvartoja mažiau energijos, tačiau kartu turi didesnius apšvietos lygius bei ilgesnį gyvavimo laiką.

16 lentelė Atnaujinamų elektros prietaisų galių pokyčio palyginimas

Grupės Nr.	Dabartinė prietaisų suminė galia, kW	Atnaujintų prietaisų suminė galia, kW
1 Grupė	2,2	1,85
4 Grupė	0,305	0,152
9 Grupė	0,242	0,0895

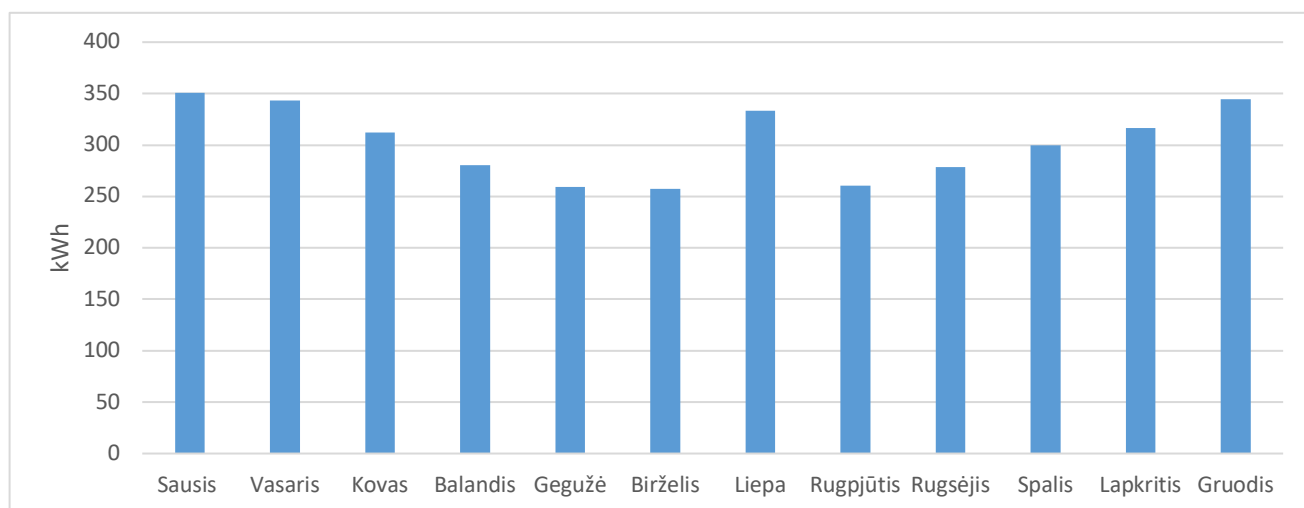
Daug energijos naudojančių prietaisų pakeitimas ženkliai įtakoja metinį elektros energijos suvartojimą (žr. 17 lentelė).

17 lentelė Atnaujinamų elektros prietaisų prognozuojamo suvartojimo palyginimas

Grupės Nr.	Per metus suvartota elektros energija prieš prietaisų atnaujinimą, kWh	Per metus suvartota elektros energija po prietaisų atnaujinimo, kWh
1 Grupė	660,00	555,00
4 Grupė	680,76	338,59
9 Grupė	295,30	116,60

Per visas tris grupes pagal šiuos prognozuojamus duomenis pavyktų sutaupyti 625,87 kWh – 38,26 %, tai yra 174,44 € sutaupyti per metus.

Būtina įvertinti ne tik sutaupytą elektros energiją, bet ir sumažintas išlaidas dėl efektyvesnių prietaisų naudojimo.



23 pav. Elektros energijos suvartojimas per metus: efektyvumo didinimo scenarijus

18 lentelė Metinių elektros energijos išlaidų pasiskirstymas: efektyvumo didinimo scenarijus

Namu suvartojimas, kWh		Elektros kaina, €
Sausis	350,48	98,13
Vasaris	343,12	96,07
Kovas	312,34	87,45
Balandis	280,62	78,57
Gegužė	259,06	72,54
Birželis	257,11	71,99
Liepa	333,53	93,39
Rugpjūtis	260,65	72,98
Rugsėjis	278,59	78,00
Spalis	299,58	83,88
Lapkritis	316,20	88,53
Gruodis	344,54	96,47
Iš viso	3635,81	1018,03

Palyginus su baziniu scenarijumi, matyti, kad vien tik dėl šių trijų prietaisų grupių pakeitimo pavyktų sutaupyti apie 175,24 € per metus. Taip pat aktualu yra apskaičiuoti naujų prietaisų atsipirkimo laiką, darant prielaidą, kad vidutiniškai per metus bus sutaupoma po 175,24 € ir iki garantinio laikotarpio pabaigos neįvyks jokių papildomų gedimų, kas galėtų sukelti papildomas išlaidas:

19 lentelė Naujų prietaisų investicijos ir atsipirkimo laikas

Nauji įrenginiai	
Skalbimo mašina, €	470
Šaldytuvas, €	1148
LED lemputės virtuvėje, €	36
LED lemputės kambariuose, €	12
Bendra kaina, €	1666
Atsipirkimo laikas, m.	9.51

Skaiciavimo rezultatai rodo, kad prietaisų atnaujinimas leidžia sumažinti elektros energijos sąnaudas 14,69 %, tačiau vien tik prietaisų pakeitimo atsipirkimo laikas yra gan per ilgas (9.51 metų), todėl norint sumažinti elektros energijos išlaidas dar labiau būtini ir papildomi vartotojų elgsenos pokyčiai.

4.4. Vartotojų elgsenos pokyčių įtakos vertinimas

Trečiasis analizuojamas scenarijus yra susijęs su vartotojų elgsenos pokyčiais. Pirmiausia dėmesys turi būti kreipiamas į atnaujintų prietaisų efektyvesnį panaudojimą, nes kaip minėta metodinėje dalyje, žmonės dažniausiai yra pasirošę atnaujinti įrangą, tačiau neatlieka jokių papildomų veiksmų, kad šie prietaisai būtų išnaudoti pagal pilną energetinį potencialą. Pagrindiniai elgsenos pakeitimai tiriamajame namų ūkyje yra susiję su prieš tai nagrinėtomis dvejomis prietaisų grupėmis – 1-ąja ir 9-ąja grupe. Skalbimo mašinos pakeitimas į energetiškai efektyvesnę sąlygojo, kad skalbimo mašinos talpa padidėjo nuo 6 kg rūbų iki 10 kg rūbų per skalbimą. Tai reiškia, jog per metus, skalbimo mašinos energijos suvartojimą galima sumažinti beveik per pusę, kadangi su ankstesniu skalbimo mašinos

modeliu norint išskalbti 10 kg rūbų reikėtų skalbti du kartus, tačiau dabar turint didesnės talpos skalbimo mašiną, tai galima padaryti vienu skalbimu. Siekiant įgyvendinti šį sutaupymą vartotojas privalo skalbti pilnai užpildytą skalbimo mašiną, priešingu atveju nebus išnaudojamas pilnas energijos sutaupymo potencialas. Antrasis elgsenos pokytis yra susijęs su apšvietimu, pakeitus paprastas kaitrines lemputes į LED lemputes, galima sumažinti vienu metu naudojamų lempučių kiekį virtuvės patalpoje ir vietoj 12-okos lempučių naudoti 6-šias. Toks pokytis taip pat įtakos bendrą elektros energijos sutaupymą. Pritaikius šiuos elgsenos pokyčius per metus minėtose grupėse galima bendrai sutaupyti 38,32 % elektros energijos (20 lentelė).

20 lentelė Vartotojų elgsenos pokyčių paveiktų prietaisų energijos suvartojimo palyginimas

Grupės Nr.	Per metus suvartota elektros energija prieš elgsenos pokytį, kWh	Per metus suvartota elektros energija po elgsenos pokyčio, kWh
1 Grupė	555,00	333,00
9 Grupė	116,60	81,27

Atsižvelgiant į šiuos elgsenos pokyčius per metus galima sutaupyti papildomas 257,33 kWh, kas pagal turimą 0,28 €/kWh tarifą yra apie 72,05 €. Elgsenos pokytis sumažintų skalbimo mašinos darbo laiką 120 valandų per metus. Šis pokytis ne tik lemia energijos išlaidų sumažinimą, bet prisideda ir prie mažesnio prietaisų nusidėvėjimo.

Įvertinus šiuos elgsenos pasikeitimus ir nagrinėtų elektros prietaisų pakeitimą, per metus galima būtų sutaupyti 247,30 €, kas sąlygotų ir trumpesnę naujos įrangos atsipirkimo laiką:

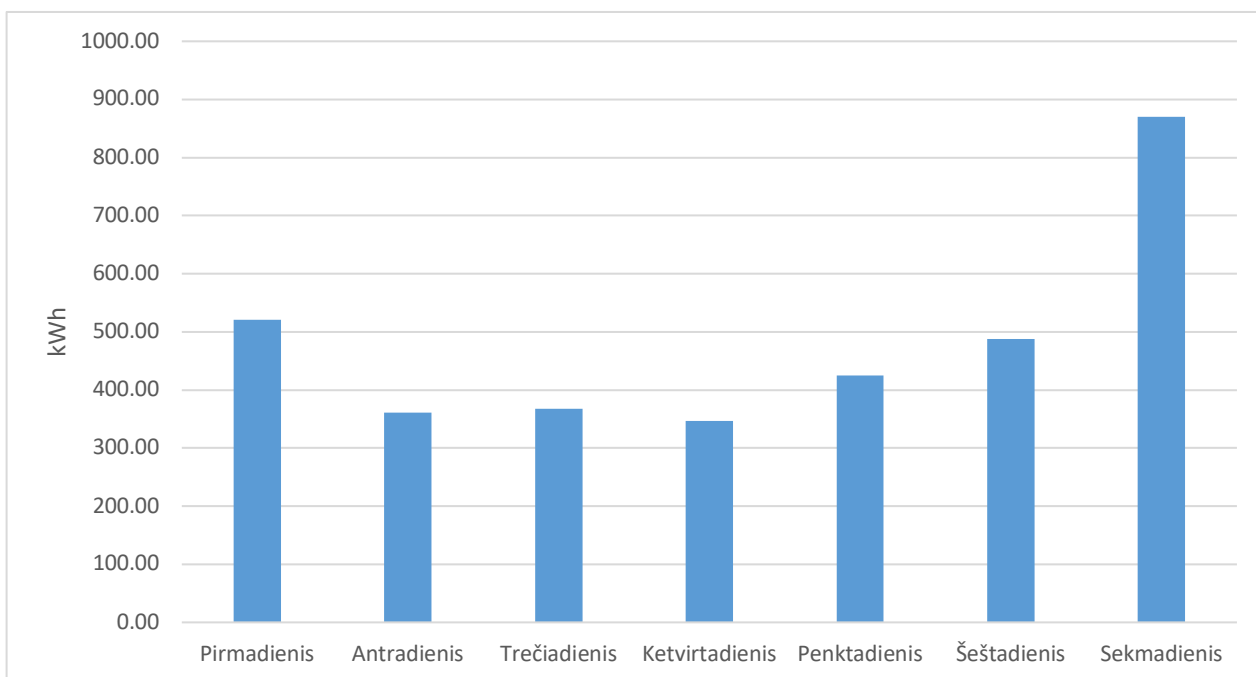
21 lentelė Naujų prietaisų investicijos ir atsipirkimo laikas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Nauji įrenginiai	
Skalbimo mašina, €	470
Šaldytuvas, €	1148
LED lemputės virtuvėje, €	36
LED lemputės kambariuose, €	12
Bendra kaina, €	1666
Atsipirkimo laikas, m.	6,74

Taip pat tikslinga įvertinti dar vieno vartotojo nepriklausomo elektros energijos tiekėjo pasirinkimo įtaką. Susidarius galutinio energijos vartojimo modelį ir atsižvelgiant į kasdieninį energijos vartojimą, galima atlikti rinkos analizę, vertinant skirtingus įvairių tiekėjų elektros energijos planus ir tarifus. Šiai analizei svarbus metinis elektros energijos suvartojimas pagal savaitės dienas esant efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijui (žr. 22 lentelė).

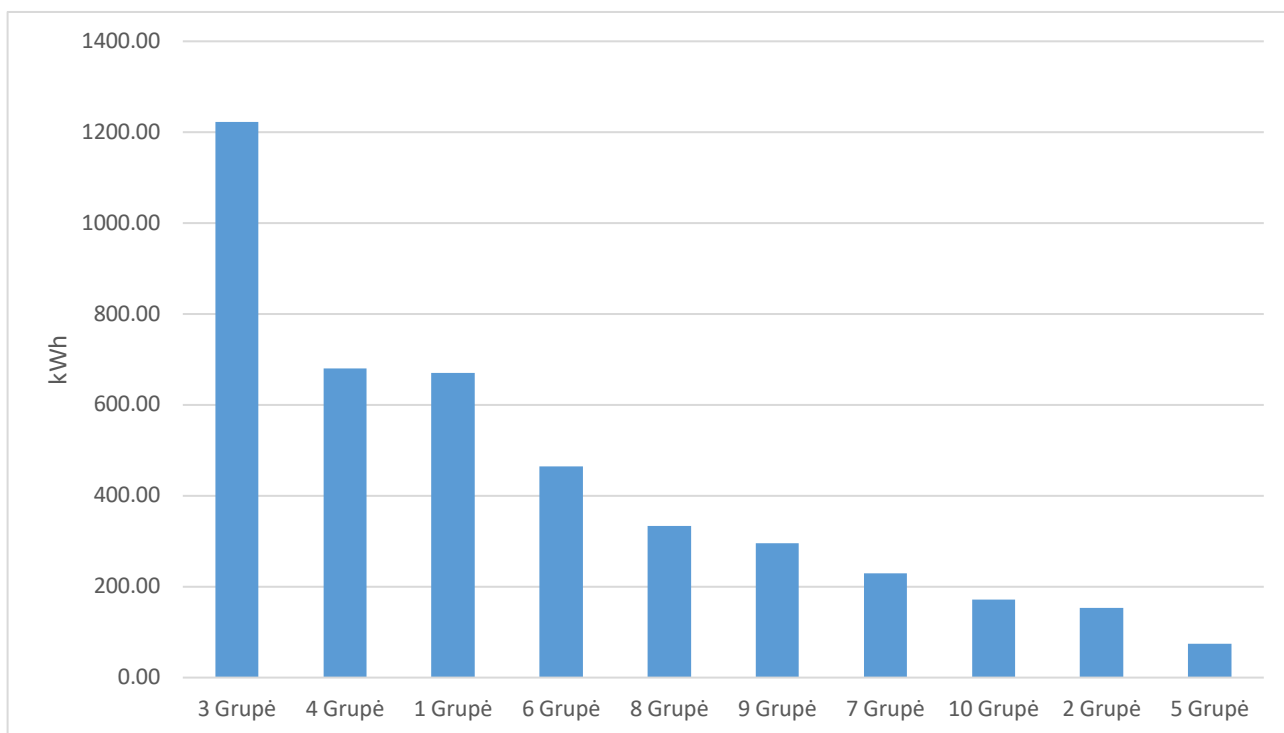
22 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Metinis energijos suvartojimas pagal savaitės dienas						
Pirmadienis	Antradienis	Trečiadienis	Ketvirtadienis	Penktadienis	Šeštadienis	Sekmdienis
520,54	360,96	367,99	346,64	424,88	487,21	870,24



24 pav. Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal savaitės dienas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Iš 24 pav, matyti, kad analizuojamo namų ūkio didžiausias elektros energijos suvartojimas vyksta savaitgalį. Pastebėtina, kad tiriamajam namų ūkiui naudinga būtų vienos laiko zonos elektros skaitiklio pakeitimas į dviejų laiko zonų. Lyginant Igničio 0,28 €/kWh tarifo planą su kitais nepriklausomų teikėjų siūlomais planais matyti, kad rinkoje galima rasti priimtinesnių variantų. Vienas iš šių variantų yra elektros energijos tiekėjo Elektrum siūlomas dieninio – naktinio tarifo planas [45], pagal kurį žiemos metu nuo 07:00 iki 23:00 valandos ir vasaros metu nuo 08:00 iki 24:00 valandos taikomas dieninis tarifas yra 0,228 €/kWh, o žiemos metų nuo 23:00 iki 07:00 valandos ir vasaros metu nuo 24:00 iki 08:00 valandos taikomas naktinis tarifas tik 0,144 €/kWh. Šio plano privalumas, kad savaitgaliais nesvarbu ar tai žiemos, ar vasaros laikotarpis, nuolatos taikomas naktinis tarifas. Kadangi didžiausias elektros energijos suvartojimas pasirinktame tiriamajame objekte yra būtent savaitgaliais, naudinga būtų pritaikyti dieninio naktinio tarifo principą ir tokių būdų išvengti papildomų elektros energijos išlaidų. Tuomet pritaikius šį tarifą, galima atlikti papildomų elgsenos pokyčių susijusių elektros energijos vartojimu. Šiuo atveju dėmesį reikėtų kreipti į 1-ąją ir 6-ąją grupes, kurios pagal 25 pav., užima trečiąją ir ketvirtąją vietas pagal elektros energijos suvartojimą. Darbo dienoms, kuomet dienos metu taikomas vienoks tarifas ir nakties metų mažesnis tarifas, yra logiška, kad prietaisai, kurie turi nustatomą paleidimo laiką bei gali atlikti visas funkcijas be jokios papildomos priežiūros, turėtų dirbti nakties metu kuomet elektros energijos kainos yra žemiausios. Būtent 1-os ir 6-os grupės prietaisai gali būti nustatyti naktinio darbo režimui ir tokiu būdu būtų galima dar papildomai sumažinti elektros energijos išlaidas.



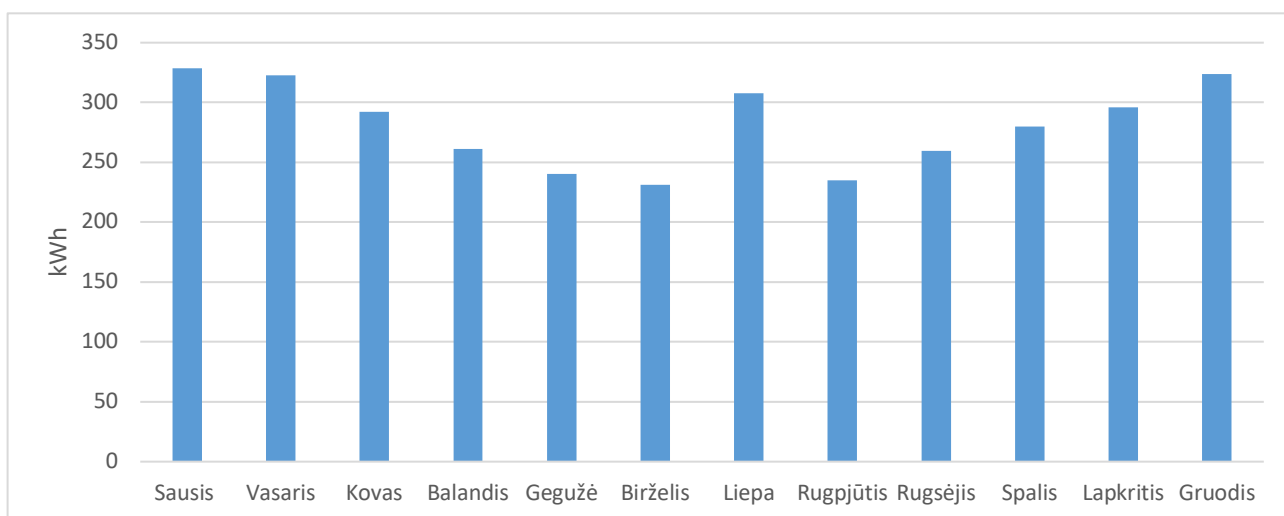
25 pav. Metinis elektros energijos suvartojimas pagal grupes : efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Toliau siekiant įvertinti efektyvumo didinimo ir vartotojų elgsenos pokyčių įtaką elektros energijos suvartojimui, sudaromas galutinis prognozuojamas elektros energijos suvartojimo grafikas.

23 lentelė Metinio elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Metinis energijos suvartojimas, kWh	
Sausis	328,86
Vasaris	322,56
Kovas	292,34
Balandis	261,18
Gegužė	240,18
Birželis	231,21
Liepa	307,62
Rugpjūtis	234,74
Rugsėjis	259,71
Spalis	280,15
Lapkritis	296,20
Gruodis	323,73

Metinis elektros energijos suvartojimas pagal efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijų pateiktas 26 paveiksle.



26 pav. Metinis elektros energijos suvartojimas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Atsižvelgiant į tai kiek valandų skirtingi prietaisai dirba savaitgaliais, tai yra naktinio tarifo metu ir darant prielaidą, kad pirmos ir šeštos grupės prietaisai dirba tik naktimis, atliekamas elektros energijos išlaidų vertinimas atsižvelgiant į dieninį 0,228 €/kWh tarifą ir 0,144 €/kWh naktinį tarifą.

24 lentelė Elektros energijos suvartojimo pasiskirstymas pagal dieninį ir naktinį tarifus

	Elektros energijos suvartojimas, kWh
Dieninis tarifas	1698,82
Naktinis tarifas	1679,65
Išlaidos	629,88 €

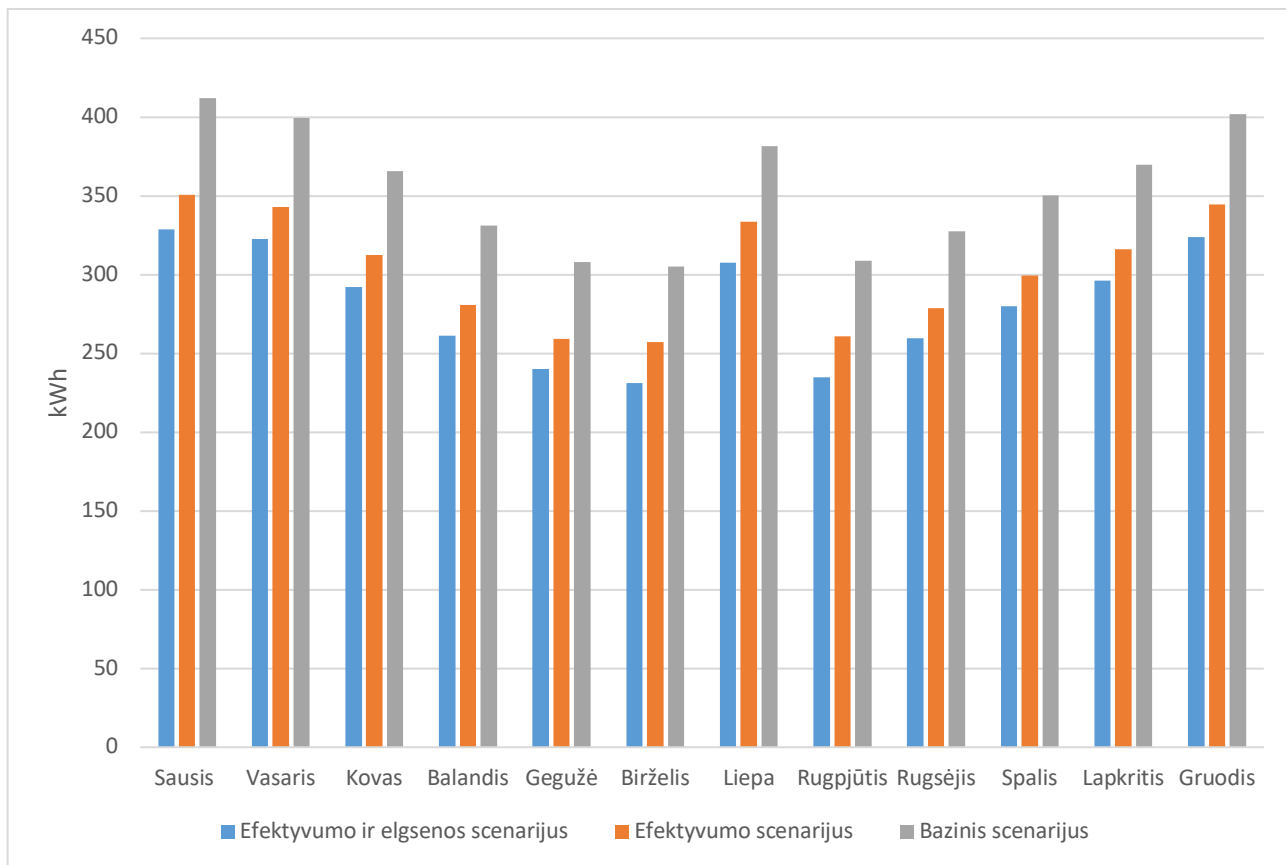
Įgyvendinus visus darbe analizuotus scenarijus, elektros energijos išlaidos lyginant su baziniu atveju sumažėtų net 52,79 %, tai yra per metus būtų sutaupoma 563,39 €. Atsižvelgiant į šį bendrą išlaidų sumažinimą nustatyta, kad naujai įsigytų prietaisų atsipirkimo laikas būtų žymiai trumpesnis, t.y. 3 metų.

25 lentelė Naujų elektros prietaisų atsipirkimo laikas: efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus

Nauji įrenginiai	
Skalbimo mašina, €	470
Šaldytuvas, €	1148
LED lemputės virtuvėje, €	36
LED lemputės kambariuose, €	12
Bendra kaina, €	1666
Atsipirkimo laikas, m.	2,957

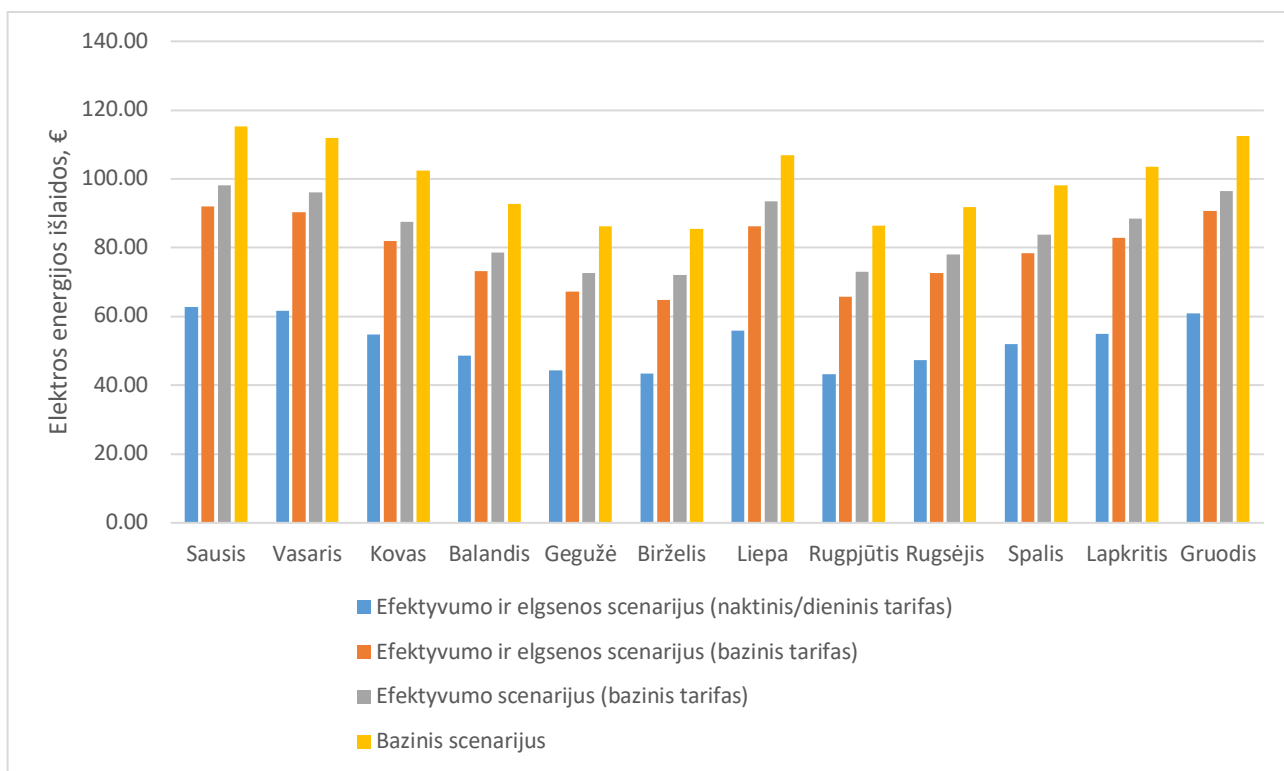
27 pav. pateiktas efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos metiniam elektros energijos suvartojimui palyginimas. Baziniu atveju elektros energijos suvartojimas per metus yra 4261,67 kWh,

tuomet antruoju atveju, pakeitus pasirinktų grupių, kuriose prietaisai yra seniausi ir mažiausiai efektyvūs buvo pakeisti į naujesnius, dėl ko elektros energijos suvartojimas nukrito iki 3635,81 kWh per metus, taigi pritaikius patį paprasčiausią metodą elektros energijos suvartojimas sumažėja per 14,69 %. Trečiuoju atveju panaudojant naują įrangą bei pritaikant elgsenos pokyčius, elektros energijos suvartojimas yra 3378,48 kWh, lyginant su baziniu atveju trečiuoju atveju sutaupoma 20,72 % suvartojamos elektros energijos, o lyginant antrąjį scenarijų su pirmuoju energijos sutaupymas yra 7,08 %.



27 pav. Efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtakos elektros energijos suvartojimui palyginimas

Namų ūkiui svarbus ne tik elektros energijos suvartojimo pokytis, tačiau ir išlaidų pokytis priklausomai nuo skirtingo scenarijaus, tai itin aktualu trečiajame scenarijuje kuriame pakeitus namų ūkio elgseną ir mąstyseną pasirenkamas naujas elektros energijos tiekėjas su dieniiniu – naktiniu tarifu.



28 pav. Efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių įtaka elektros energijos išlaidoms

Šiame paveikslėlyje pateikta informacija indikuoja, jog mažiausios išlaidos elektros energijai yra trečiojo scenarijaus atveju, pasirinkus naująjį tarifą. Pirmasis elektros energijos išlaidų pokytis matomas atnaujinant elektronikos prietaisus į efektyvesnius, lyginant su baziniu atveju išlaidos sumažėja per 14,69 %. Antruoju atveju pritaikant tiek efektyvesnius prietaisus, tiek elgsenos pokyčius elektros energijos išlaidos lyginant su baziniu atveju sumažėtų 20,72 %. Tuo tarpu trečiasis elektros energijos išlaidų pokytis vertinamas pritaikant efektyvumo ir elgsenos scenarijų kartu vertinant naująjį naktinį/dieninį tarifą, išlaidos elektros energijai lyginant su baziniu atveju sumažėja 47,21 %. Kad geriau suprasti tarifo pasirinkimo svarbą, galima palyginti išlaidų pokytį tarp trečiojo scenarijaus bazinio tarifo ir naktinio/dieninio tarifo elektros energijos išlaidų skirtumo, kuris yra 33,41 %, tai reiškia, kad pasirinkus tinkamą tarifą bei atlikus minimalius pokyčius kasdieninėje elgsenoje atsiranda galimybė sutaupyti iki 316,09 €.

4.6. Įtaka CO₂ emisijoms

Analizuojant elektros energijos suvartojimą namų ūkyje, vertinant sutaupymo galimybes, svarbu yra tai, kad nauda yra ne tik ekonominė bet ir aplinkosauginė. Todėl analizuojant energijos vartojimo efektyvumo didinimą ir elgsenos pokyčius tikslinga įvertinti ir poveikį CO₂ emisijoms. Norint įvertinti kokia dalimi galima sumažinti CO₂ emisijas sumažinti analizuojant skirtingus scenarijus, remtasi EU28 informacija apie vidutines CO₂ emisijas įvertinant visus elektros energijos gamybos būdus, t.y. vidutinis CO₂ emisijų kiekis tekantis 1 kWh: 238 gCO₂/kWh [46]. Įvertinant bendrą CO₂ emisijų sumažinimą per metus skirtingais scenarijais naudojama ši formulė:

$$CO_2 = E_n \cdot 238 \text{ gCO}_2; \quad (4.6.1)$$

čia E_n – elektros energijos suvartojimo sutaupymas pagal skirtingą scenarijų, kWh;

CO₂ – tiriamo scenarijaus sumažinamas CO₂ emisijų kiekis, g.

CO₂ emisijų sumažinimo kiekiai pateikti 26 lentelėje.

26 lentelė CO₂ emisijų sumažinimo vertinimas

	Pirmasis scenarijus (Bazinis)	Efektyvumo didinimo scenarijus	Efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčių scenarijus
CO ₂ , kg	-	148,96	210,20

Pagal gautus rezultatus matyti, jog didžiausias CO₂ sutaupymas yra trečiuoju atveju ir siekia 210,20 kg, tai yra 29,14 % daugiau lyginant su antruoju scenarijumi, kurio metu CO₂ emisijų kiekis sumažėja per 148,96 kg. Remiantis pateikta Dusano Gordičiaus tyrimo informacija apie namų ūkių CO₂ emisijas skirtingose šalyse, teigiama, kad vidutinės metinės namų ūkio emisijos įvertinus yra 1400 kgCO₂ [47]. Darant prielaidą, kad tiriamajame objekte emisijos yra panašios, galima įvertinti procentinę sumažintų emisijų dalį, kuri antrojo scenarijaus atveju yra 10,64 %, o trečiojo scenarijaus atveju 15,01 %.

4.5. Saulės elektrinės naudos vertinimas atsižvelgiant į efektyvumo didinimo ir elgsenos pokyčius

Šiame tyrime vertinamas elektros energijos vartojimas pritaikant efektyvumo didinimo ir pokyčių scenarijų, tačiau neatsižvelgiama į dieninio ir naktinio tarifo įtaką, o palyginimas atliekamas pagal turimą elektros energijos planą. Kaip minėta anksčiau, tiriamas objektas yra atvirame lauke ir turi atskirą papildoma pastatą kuris yra pasisukęs +3 pietų kryptimi. Teritorijoje nėra objektų kurie galėtų sukelti papildomą šešėliavimą, ar kliūčių elektros energijos generacijai. Pastatas turi šlaitinį stogą, kurio pasvirimo kampas yra 15°, nors tai nėra pats optimaliausias kampas statant saulės elektrinę, tačiau pakankamai optimalus, kad nešūt naudą vartotojui. Pagal Lietuvos rinkoje siūlomų rangovų kainas ir esamą elektros energijos suvartojimą nuspręsta pasirinkti 5 kW saulės elektrinę, su galimybe ateityje plėsti šią elektrinę atsižvelgiant į tai, kad ateityje svarstomas elektros energijos poreikio augimas dėl papildomų veiklų namų ūkyje. Saulės elektrinės parametrai pateikti 27 lentelėje.

27 lentelė Saulės elektrinės parametrai

Elektrinės pasisukimo kampas	+3° į pietus
Stogo pasvirimo kampas	15°
Naudojamų saulės modulių tipas	Longi Solar - LR5-66HPH-505M, 505Wp
Saulės modulių kiekis	10 vnt.
Naudojamų keitiklių tipas	HUAWEI – SUN2000-5KTL-M1
Keitiklių kiekis	1 vnt.
Saulės elektrinės galia	5,05 kW
Prognozuojamas saulės elektrinės gyvavimo laikotarpis	25 metai

Naudojant PVSyst programine įranga įvertinta saulės elektrinės metinė/mėnesinė generacija. Saulės elektrinės generacijai įvertinti naudojama Meteorologinė informacija. Siekiant modelio tikslumo, įvertinti DC laidininkų nuostoliai kurie yra 1,5 %, o AC dalies laidininkams priimti 1 % nuostoliai, kadangi nuo keitiklio iki tinklo atstumas yra minimalus. Prie nuostolių taip vertinami

su klimatu ir aplinkos tarša susiję nuostoliai 3 %. Nustatyta, kad saulės elektrinė per metus sugeneruos ~5023 kWh esant 83,87 % efektyvumui.

Per metus ši generacija pasiskirsčiusi taip :

28 lentelė Saulės elektrinės generuojama elektros energija per metus

Mėnuo	Generacija, kWh
2022 Balandis	562,23
2022 Gegužė	725,16
2022 Birželis	714,45
2022 Liepa	706,80
2022 Rugpjūtis	621,52
2022 Rugsėjis	445,63
2022 Spalis	255,29
2022 Lapkritis	102,24
2022 Gruodis	174,34
2023 Sausis	100,65
2023 Vasaris	182,00
2023 Kovas	432,55

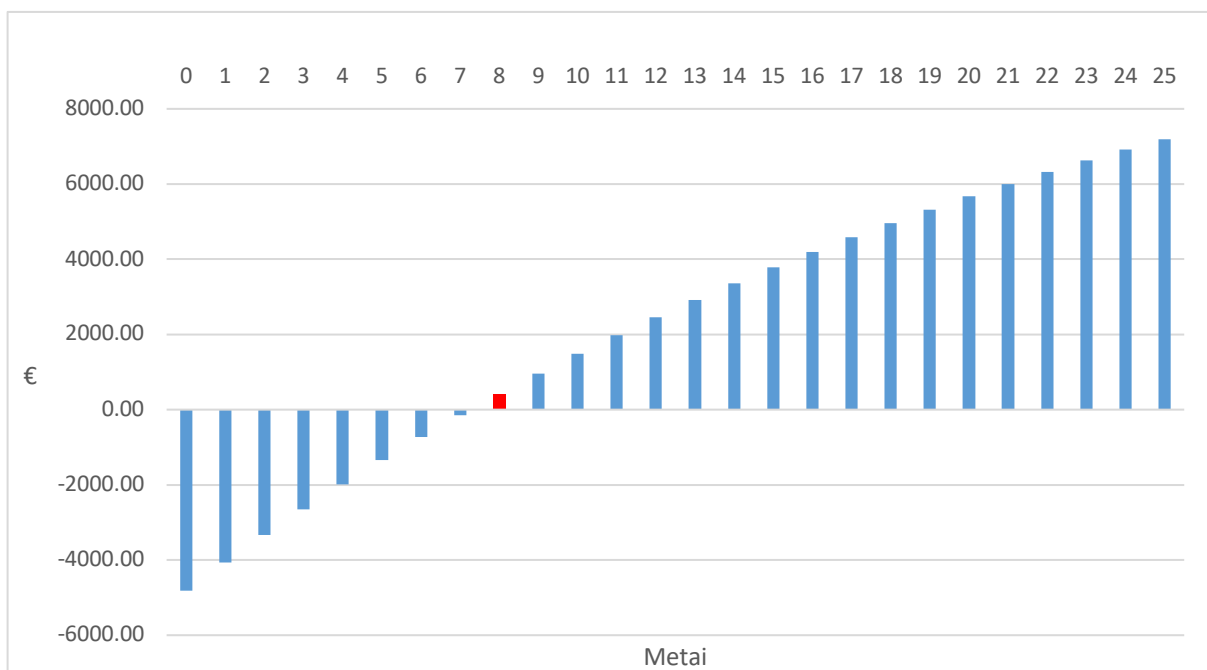
Svarbu pastebėti tai, jog energijos saulės elektrinės ekonominio vertinimo skaičiavimuose, duomenys imami nuo balandžio mėn. iki kitų metų kovo mėn., nes nuo tada prasideda energijos pasaugojimo sezonas

Pagal rangovo pateiktą informaciją visos saulės elektrinės įrengimo išlaidos sudaro 5600 € [48]. Elektros energijos pasaugojimo kaina pagal šiuo metu galiojančias kainas yra 0,05929 €/kWh, kai šiuo metu nagrinėjamo namų ūkio elektros energijos kaina yra 0,28 €/kWh. Svarbiausia dalis susijusi su tolimesniu saulės elektrinės ekonominiu vertinimu yra tai, kad kaip jau anksčiau minėta, namas neturi išmaniojo skaitiklio kas lemia mėnesinių verčių naudojimą vietoj valandinių verčių, kas skaičiuojant balansą ir bendrą dienos suvartojimą sukelia tam tikrų netikslumų. Atsižvelgiant į galutinio suvartojimo modelį, sudarytą nagrinėjam objektui, bei pritaikant bendrą patirtį susijusią su saulės elektrinių projektavimu, įvertinta, jog apie 20 % suvartojamos namų ūkio elektros energijos yra padengiama tiesiogiai iš saulės elektrinės, o tuo tarpu likusi 80 % elektros energijos dalis kurią suvartoja namų ūkis yra padengiama iš saulės elektrinės energijos rezervo, kurios susigražinimas kainuoja 0,05929 €/kWh. Atsižvelgiant į kainas ir namų ūkio elektros energijos suvartojimus nustatyta, kad naudojant saulės elektrinę, energijai per metus iš viso išleidžiama 160,25 €, kai įprastai be saulės elektrinės šios išlaidos siektų 945,97 € per metus. Taigi teoriškai sutaupoma net 785,73 € per metus, o lyginant su baziniu atveju sutaupoma būtų apie 1 033 € per metus.

Toliau tikslinga atlikti ir saulės elektrinės ekonominę analizę. Ekonominio efektyvumo skaičiavimai atlikti pagal 2 skyriuje pateiktas formules, o gauti rezultatai pateikti 29 lentelėje.

29 lentelė Saulės elektrinės ekonominio įvertinimo rodikliai

Ekonominio vertinimo rodikliai	Rezultatai
Diskonto norma, %	4,063
NPV, €	7 198,45
IRR, %	9
DPB, m.	8
B/C	2,29
LCOE, €/kWh	0,10



29 pav. Saulės elektrinės atsipirkimo laikotarpio vertinimas

27 lentelėje pateikti skaičiavimo rodo, jog ši investicija vartotojui yra naudinga, kadangi atitinka visus metodikoje nustatytus kriterijus: NPV yra teigiamas, IRR yra teigiamas – pinigų srautai didesni už investicijos vertę, B/C vertė yra teigiama – pajamų srautas didesnis nei išlaidos, gauta LCOE vertė yra žemesnė už rinkoje siūlomą elektros energijos kainą, kas taip pat indikuoja, kad projektas yra vertas dėmesio. Saulės elektrinė turėtų atsipirkti per 8 metus.

Atliktas tyrimas atskleidžia energetinio efektyvumo ir elgsenos pokyčių svarbą individualiam namų ūkiui, siekiant sumažinti elektros energijos suvartojimą bei elektros energijai reikalingas išlaidas. Gauti rezultatai parodo, kad net mažiausi pokyčiai namų ūkyje kaip įrangos atnaujinimas ar didesnis dėmesys energetikos sektoriui bei tiekėjų siūlomiems elektros energijos planams gali padėti sumažinti elektros energijos sąnaudas pusiau. Be finansinės naudos dar prisidedama ir prie aplinkosauginių problemų sprendimo susijusių su CO₂ emisijų mažinimu. O siekiant dar labiau prisidėti prie gamtos tausojimo ir kartu norint sutaupyti dar didesnę dalį pinigų skiriamų elektros energijos išlaidoms bei esant finansinėms galimybėms aktualu investuoti į saulės elektrinės įrengimą, kadangi net esant išaugusioms saulės elektrinių kainoms, jos atsipirkimo laikas yra tik 8 metai. Žinant pastarųjų kelių metų tendencijas susijusias su elektros energijos kainų augimu bei pingančiomis saulės elektrinių įrengimo kainomis, namų ūkiams panašiams į šiame darbe nagrinėtą namų ūkį yra rekomenduotina atkreipti dėmesį į asmeninį elektros energijos suvartojimą, naudojamus prietaisus

bei elgseną kuri galėtų įtakoti elektros energijos suvartojimą ir apsvarstyti galimybę investicijoms saulės elektrinei. Pasinaudojant šiais žingsniai, sumažinus elektros energijos suvartojimą, elektros energijos išlaidas ir ŠESD emisijų kiekį, kartu prisidedama prie energetinio skurdo mažinimo, kadangi mažesnė dalis pajamų tenka elektros energijos išlaidoms ir gali būti panaudota kitoms būtinoms reikmėms.

Išvados

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę nustatyta, kad pagrindinės energetinio skurdo priežastys yra žemas metinių pajamų lygis, aukštos energijos kainos bei energetiškai neefektyvūs pastatai. Europoje energetinio skurdo lygis vertinamas pagal individualaus namų ūkio galimybę palaikyti tinkamą namų temperatūrą, t.y., gyvenamuosiuose kambariuose temperatūra turėtų būti bent 21°C, o kituose kambariuose bent 18°C. Nustatyta, kad Lietuvoje net 22,5 % gyventojų susiduria su problemomis siekiant palaikyti tinkamą gyvenamųjų patalpų temperatūrą dėl aukštų energijos kainų.
2. Atlikta Lietuvos pagrindinių energetinių rodiklių palyginamoji analizė su kitomis ES šalimis parodė, kad siekiant mažinti energetinį skurdą būtina didinti individualių namų ūkių energetinį efektyvumą, didinant namų ūkiuose naudojamų elektros prietaisų efektyvumą, integruojant atsinaujinančius energijos išteklius bei keičiant vartotojų elgseną.
3. Nustatyta, kad parengtas galutinio elektros vartojimo modelis bei palyginamoji analizė leidžia įvertinti energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir vartojimo elgsenos pokyčių įtaką elektros energijos suvartojimui bei išlaidoms.
4. Pasirinkto tyrimo objekto atveju, taikant galutinio elektros vartojimo modelį bei palyginamųjų išlaidų analizės metodą įvertinta, kad metinis elektros energijos suvartojimas ir išlaidos gali sumažėti 14,7% didinant buityje naudojamų elektros prietaisų efektyvumą, o didinant efektyvumą ir keičiant vartotojų elgseną elektros energijos sąnaudas ir išlaidas galima sumažinti net 20,7%. Įvertinus papildomus pokyčius susijusius su vartotojo elgsena bei analizuojant skirtingų elektros energijos tarifų įtaką nustatyta, kad elektros energijos išlaidas galima sumažinti iki 47,2%.
5. Remiantis gautais elektros energijos sutaupymo rezultatais įvertintas galimas CO₂ emisijų sumažinimas skirtingais scenarijais parodė, kad didinant prietaisų efektyvumą per metus CO₂ emisijas galima sumažinti apie 10,6%, o didinant efektyvumą ir keičiant vartotojų elgseną metines CO₂ emisijas galima sumažinti apie 15,0%.
6. Atlikus saulės elektrinės kaštų ir naudos analizę nustatyta, kad tyrimo objektui parinktos 5 kW saulės elektrinės projektas yra ekonomiškai priimtinas, šiuo atveju saulės elektrinės atsipirkimo laikas yra 8 metai. Analizės metu taip pat įvertinta, kad elektros prietaisų efektyvumo didinimas, elgsenos pokyčiai ir saulės elektrinės įdiegimas, leistų metines elektros energijos išlaidas sumažinti 86,5%.

Literatūros sąrašas

1. HAO F., WANYUN S., What Really Drives the Deployment of Renewable Energy? A Global Assessment of 118 Countries. 2020 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629620304552>
2. BARBIR, F., et al. Environmental Damage Due to Fossil Fuels Use. 2003 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/036031999090005J>.
3. Tarptautinė Energetikos Agentūra (IEA). *Global Energy Review 2021* [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d0031107-401d-4a2f-a48b-9eed19457335/GlobalEnergyReview2021.pdf>
4. Bp Global. Primary Energy: Energy Economics: Home. 2021 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>
5. European Commission. Paris Agreement. 2019 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en
6. WATARI, T, et al. Total Material Requirement for the Global Energy Transition to 2050: A Focus on Transport and Electricity. 2019 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919302290>
7. GIELEN, D., et al. The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation. 2019 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300082>
8. PACHAURI, S., and Daniel Spreng. Measuring and Monitoring Energy Poverty. 2011 [žiūrėta 2022-06-17] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421511005313>
9. Our World in Data. RITCHIE, H, et al. Access to Energy., 2020 [žiūrėta 2022-06-17] Prieiga per internetą: <https://ourworldindata.org/energy-access>
10. BOEM, S., and AGIS M., P., Energy Poverty and Energy Efficiency Improvements: A Longitudinal Approach of the Hellenic Households. 2019 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778818323752>
11. GONZALEZ-EGUINO, M., Energy Poverty: An Overview. 2015 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115001586>
12. HEFFNER, G., CAMPBELL, N., Evaluating the co-benefits of low-income energy efficiency programmes. 2011 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.ippr.org/publications/the-long-cold-winter-beating-fuel-poverty>
13. KARPINSKA, L., Invisible energy poverty? Analysing housing costs in Central and Eastern Europe. 2020 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629620302450>
14. WANGZI, X., BAIWEI, X., Assessing the effect of energy poverty on the mental and physical health in China—Evidence from China family panel studies. 2022 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2022.944415/full>
15. INSTITUTE OF HEALTH EQUITY, The Health Impacts of Cold Homes and Fuel Poverty. 2011 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.instituteofhealthequity.org/resources-reports/the-health-impacts-of-cold-homes-and-fuel-poverty/the-health-impacts-of-cold-homes-and-fuel-poverty.pdf>

16. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Review of Costs and Benefits of Energy Savings Task 1 Report. 2013 [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/6e86a027-d8bc-4e41-9f00-b9337645c111/Energy_Savings_2030_IEEP_Review_of_Cost_and_Benefits_of_Energy_Savings_2013_published.pdf?v=63664509827.
17. LOPES, M.A.R., et al. Energy Behaviours as Promoters of Energy Efficiency: A 21st Century Review. 2012 [žiūrėta 2022-06-17] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032112002171>.
18. Resources for the Future. Energy Efficiency 101. 2020m. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: https://www.rff.org/documents/3000/Energy_Efficiency_101.pdf.
19. EUROPOS BENDRIJŲ KOMISIJA. Efektyvaus energijos vartojimo veiksmų planas: išnaudoti potencialą. 2016. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0545&from=DE>
20. EUROPOS BENDRIJŲ KOMISIJA. On energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. 2012. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>
21. European Comission. Energy efficiency directive. 2019m. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en
22. European Comission. Energy efficiency statistics. 2021m. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_efficiency_statistics&fbclid=IwAR0QemimHLBNT4MNC-LsuLSk86Xs-z75n15MBiRF3_EynuDIDXWpjI6J0Bs#Final_energy_consumption_and_distance_to_2020_and_2030_targets
23. THIESEN, J., et al. Rebound Effects of Price Differences - the International Journal of Life Cycle Assessment. 2006m. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1065/lca2006.12.297>.
24. BARKER, T., et al. The Macro-Economic Rebound Effect and the UK Economy. 2007m. [žiūrėta 2022-06-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421507001565>.
25. CLIMATE KNOWLEDGE PORTAL, Historical climate data. 2020. [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/lithuania/climate-data-historical>
26. European Comission, Population unable to keep home adequately warm by poverty status. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_60/default/table?lang=en
27. VISUALCAPITALIST, Mapped: Global Energy Prices, by Country. 2022 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.visualcapitalist.com/mapped-global-energy-prices-by-country-in-2022/>
28. European Comission, Energy import dependency by products. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_50/default/table?lang=en

29. European Commission, Greenhouse gas emissions intensity of energy consumption. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_20/default/table?lang=en
30. European Commission, Energy productivity. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_30/default/table?lang=en
31. European Commission, Average full time adjusted salary per employee. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_FTE__custom_4232263/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=fafb4e3b-f3aa-4907-9102-16be8df6f775
32. European Commission, Energy consumption in households. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households
33. REUTER, M., et al. The A comprehensive indicator set for measuring multiple benefits of energy efficiency 2020m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0301421520300434?token=C47053982AA329AE96B7D2507AF06F36733FEC138AF5CDFD6937258E2CD3D515F723356DD464AE9CD35B05111E0459DC&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230117221347>
34. Tarptautinė Energetikos Agentūra (IEA). Economic benefits 2019m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/economic-benefits-2>
35. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). Saving Energy Improves Americans' Health and the Environment [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://www.aceee.org/sites/default/files/ee-improves-environment.pdf>
36. Tarptautinė Energetikos Agentūra (IEA). Emissions savings 2019m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/emissions-savings>
37. ŠTREIMIKIENĖ, D., Energijos veiksmingumo didinimo priemonės ir jų efektyvumas. 2012m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/energetika/article/view/2462>
38. Jungtinių Tautų Aplinkosaugos Programa (UNEP). Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings. 2007m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://envsci.ceu.edu/sites/envsci.ceu.hu/files/attachment/project/500/unepfullreport.pdf>
39. HUNKIN S., KATHARINA K., et al. Behaviour change for energy efficiency. 2018m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://euagenda.eu/upload/publications/untitled-192854-ea.pdf>
40. LETWIN, O., B., G., STUNELL, A., et al. Behaviour Change and Energy Use. 2018m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48123/2135-behaviour-change-and-energy-use.pdf
41. Tarptautinė Energetikos Agentūra (IEA). *The Potential of Behavioural Interventions for Optimising Energy Use at Home* 2021m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <https://www.iea.org/articles/the-potential-of-behavioural-interventions-for-optimising-energy-use-at-home>

42. DIET, T., PAUL, C., Reducing Carbon-Based Energy Consumption through Changes in Household Behavior. 2013 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://direct.mit.edu/daed/article/142/1/78/26966/Reducing-Carbon-Based-Energy-Consumption-through>
43. SOMMERFELDT, N, et al. Solar PV in prosumer energy systems A techno-economic analysis on sizing, integration, and risk. 2019m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.33534.74566>
44. European Commission. Solar energy – harnessing the power of the sun. 2022m. [žiūrėta 2023-01-18]. Prieiga per internetą: https://commission.europa.eu/news/focus-solar-energy-harnessing-power-sun-2022-09-13_en
45. ELEKTRUM, Elektros planų skaičiuoklė. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.elektrum.lt/lt/namams/elektra#electricity-calculator>
46. Climate transparency, CLIMATE TRANSPARENCY REPORT COMPARING G20 CLIMATE ACTION AND RESPONSES TO THE COVID-19 CRISIS. 2020 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2020/11/EU28-CT-2020-WEB.pdf>
47. GORDIC, D., Offsetting carbon emissions from household electricity consumption in Europe. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032123000102>
48. GREENUP, Saulės elektrinės namams. 2023 [žiūrėta 2023-05-18]. Prieiga per internetą: <https://greenup.lt/saules-elektrines-namams/>