



**Kauno technologijos universitetas**

Elektros ir elektronikos fakultetas

## **Energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Andžejus Gabrunas**

Projekto autorius

**Lekt. Aistija Vaišnorienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2020**



**Kauno technologijos universitetas**

Elektros ir elektronikos fakultetas

## **Energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose**

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

---

**Andžejus Gabrunas**

Projekto autorius

**Lekt. Aistija Vaišnorienė**

Vadovė

**Doc. Renata Miliūnė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2020**



**Kauno technologijos universitetas**

Elektros ir elektronikos fakultetas

Andžejus Gabrunas

## **Energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Andžejaus Gabruno, baigiamasis projektas tema „Energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)

Gabrunas, Andžejus. Energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose. Magistro baigiamasis projektas / vadovė lekt. dr. Aistija Vaišnorienė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

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

Reikšminiai žodžiai: energetinis auditas, energetinis efektyvumas, ekonominis vertinimas.

Kaunas, 2020. 55 p.

### **Santrauka**

Magistro baigiamajame projekte aptariamas energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose. Atlikta literatūros analizė, kurioje apžvelgta energetinio efektyvumo infrastruktūros padėtis bei audito problematika. Apžvalginėje dalyje pateikta informacija, kokiomis priemonėmis energijos vartojimo efektyvumas didinamas Lietuvoje bei kuo audito struktūra skiriasi didelėse ir mažose įmonėse. Aptarti moksliniai tyrimai, kuriuose analizuojama, kaip energetiniai auditi didina investicijas į energetinio efektyvumo didinimo priemones ir kokią įtaką modernizavimo įgyvendinimui turi nacionalinė politika, įmonės struktūra bei jos dydis.

Metodinėje dalyje aprašyti tyrimų metodai, leidžiantys apskaičiuoti sutapytos energijos kiekį. Pateikta pagrindinė skaičiavimo metodika, kuri remiasi pastato ar įrenginio energijos galių ir kiekių balanso skaičiavimu, skirta įvertinti energijos efektyvumą verslo organizacijose. Apžvelgtos Lietuvos energetikos instituto ir LR energetikos ministerijos energijos intensyvumo mažėjimo ir efektyvumo didėjimo prognozės 2050 metams.

Atlikti energijos vartojimo auditi trijose Lietuvos pramonės įmonėse, besiverčiančiose tekstilės prekių gamyba, pieno pramonėje ir paukštinkininkystėje. Pastebėta, kad šiose įmonėse energija neefektyviai panaudojama dėl pernelyg susidėvėjusios įrangos naudojimo. Tirtoms įmonėms pateikti ekonominio efektyvumo vertinimai su rekomendacijomis ir galimais sutaupymų bei atsipirkimų skaičiavimais.

Pateiktas siūlymas, kaip galima papildyti dabartinę audito etapų schemą, kad energetinių auditų teikiama nauda įmonėms būtų kuo didesnė. Pasiūlytos rekomendacijos, kaip reikia keisti auditorių struktūrą ir paties auditavimo procesą, kad audito atlikimas būtų ženkliai paprastesnis, bet tuo pačiu ir efektyvesnis.

Gabrunas, Andžejus. Efficiency of Energy Audit in Business Organisations. Master's Final Degree Project / supervisor PhD Lect. Aistija Vaišnorienė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology

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

Keywords: energy audit, energy efficiency, economic assessment.

Kaunas, 2020. 55.

### **Summary**

This final master project aims to discuss the efficiency of the energy audit in business organisations. Carried out an analysis of the literature in which the situation of energy efficiency infrastructure and issues of the audit were reviewed. The overview provides information on how energy consumption efficiency is being increased in Lithuania and how the structure of audit differs between large and small companies. Described how energy audits increase investments in energy efficiency measures and what impact the national policy, structure, and size of the company have on the implementation of modernization.

The methodological part describes the research methods that show how to calculate the amount of energy that can be saved. The main calculation methodology which is used to assess the efficiency of energy in business organisations is based on the calculation of the balance of energy power and quantities of a building or equipment. Forecasts of energy intensity decrease and energy efficiency increase for 2050 of the Lithuanian Energy Institute and the Ministry of Energy of the Republic of Lithuania were reviewed.

Energy consumption audits were performed in three Lithuanian industrial organisations engaged in the production of textile goods, the dairy industry, and poultry farms. It has been observed that these companies use energy inefficiently mostly due to the use of excessively worn equipment. Economic assessments with recommendations and possible savings and payback calculations were provided for these companies.

A suggestion has been made as to how to modify the current scheme of audit phases to maximize the benefits of energy audits for companies. Recommendations have been made on how to change the structure of the auditors and the audit process itself to make the audit significantly simpler, but at the same time more efficient.

## Turinys

<b>Santrumpų ir terminų sąrašas</b> .....	<b>7</b>
<b>Įvadas</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Apžvalginė dalis</b> .....	<b>11</b>
1.1. Infrastruktūros padėtis ir problematika .....	11
1.2. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės Lietuvoje .....	15
1.3. Energetinio audito skirtumai didelėse ir mažose įmonėse .....	19
1.4. Atlikti tyrimai .....	21
<b>2. Metodinė dalis</b> .....	<b>26</b>
2.1. Tyrimo metodikos pagrindimas .....	26
2.2. Skaičiavimo metodika (balanso sudarymas) .....	29
2.3. Ekonominio efektyvumo įvertinimas .....	31
<b>3. Tyrimų rezultatų dalis</b> .....	<b>34</b>
3.1. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas tekstilės pramonės įmonėje	34
3.2. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas pieno pramonės įmonėje...	38
3.3. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas paukštininkystės įmonėje..	40
<b>4. Rekomendacijos</b> .....	<b>44</b>
<b>Išvados</b> .....	<b>47</b>
<b>Literatūros sąrašas</b> .....	<b>48</b>
<b>Priedai</b> .....	<b>52</b>
1 priedas. Metodinės dalies teisės aktai, standartai .....	52
2 priedas. Lietuvos energetikos agentūros klausimynas .....	54

## Santrumpų ir terminų sąrašas

### Santrumpos:

MVĮ – mikroįmonės, mažosios ir vidutinės įmonės;

ES – Europos Sąjunga;

EEO – energy efficiency obligations (energijos vartojimo efektyvumo įpareigojimai);

AEI – atsinaujinantys energetiniai ištekliai;

EK – Europos Komisija;

LED – light – emitting diode – diodas, kurio sandara pritaikyta šviesai skleisti. Tai kryptinis apšvietimas, kur šviesos diodas nukreipia srovę tekėti tiesiogine kryptimi;

GDV – grynoji dabartinė vertė, pinigų srautai. Rodikliai skaičiuojami šviestuvų tarnavimo laikotarpiui išreikšti eurai;

VGN – vidinės gražos normos rodikliai skaičiuojami šviestuvų tarnavimo laikotarpiui išreikšti procentais;

PV – dabartinė grynujų pinigų srautų vertė;

IO – pradinė investicija;

FEM – foto elektriniai moduliai;

CŠT – centralizuoti šilumos tiekimo tinklai;

BVP – bendrasis vidaus produktas;

Tne – energetinės vertės ekvivalentas, angliškai toe. Energijos ištekliai pagal energetinį potencialą vertinami naftos ekvivalentu tne;

ESCO – energijos sprendimų centras, energetinių paslaugų įmonės.

### Terminai:

**Dienolaipsniai** – tai pastato patalpų vidaus ir išorės oro temperatūrų, skirtumo ir audituojamo periodo parų skaičiaus sandauga.

**Energijos ar šalto vandens sąnaudos** – kiekybiniai energijos ar šalto vandens sąnaudų rodikliai, išreikšti kiekio matavimo vienetais per audituojamą laikotarpį (pvz., MWh/metus, m<sup>3</sup>/metus).

**Energijos ar šalto vandens išlaidos** – kiekybiniai energijos ar šalto vandens išlaidų rodikliai, išreikšti piniginiiais vienetais per audituojamą laikotarpį.

**Energijos ir šalto vandens sąnaudų balansai** – energijos ar šalto vandens kiekybinė lygybė tarp patiektos pastatui energijos ar šalto vandens ir jų suvartojimo pastato konstrukcijose ar įrenginiuose.

**Išorės oro norminė temperatūra** – išorės oro daugiametė vidutinė temperatūra, išmatuota meteorologinėje stotyje, esančioje arčiausiai audituojamo objekto ir pateikta statybos normose.

**Išsamusis energijos vartojimo auditas** – audito atlikimo modelis, numatantis išsamų veiksmų, darančių įtaką objekto energijos ir šalto vandens sąnaudoms, tyrimą panaudojant matavimo prietaisus, energijos ir šalto vandens sąnaudų skaičiavimo metodikas ir pateikiant pasiūlymus ekonomiškai pagrįstoms energijos ir šalto vandens taupymo priemonėms įgyvendinti.

**Likusios veiklos ciklo trukmė** – laiko dalis paroje, kurios metu nėra vykdomos objektui priskirtos pagrindinės veiklos funkcijos ir pastato patalpose palaikoma žemesnė aplinkos oro temperatūra nei pagrindinio veiklos ciklo trukmės metu.

**Norminis šildymo sezonas** – šildymo sezonas, kurio trukmė ir išorės oro vidutinė temperatūra yra lygi trisdešimties metų laikotarpio šildymo sezono trukmių ir išorės oro temperatūrų vidurkiui, išmatuotam meteorologinėje stotyje, esančioje arčiausiai audituojamo objekto.

**Pagrindinės veiklos ciklo trukmė** – laiko dalis paroje, kurios metu vykdomos pagrindinės objektui priskirtos veiklos funkcijos ir jų vykdymui pastato patalpose turi būti palaikoma nustatyto dydžio aplinkos oro temperatūra.

**Pastato vidaus patalpų oro norminė temperatūra** – pastato vidaus patalpų oro vidutinė temperatūra, nustatyta norminiais dokumentais įvairios paskirties patalpoms.

**Pastato energetiniai parametrai** – fizikiniai dydžiai, charakterizuojantys pastato energijos sąnaudas ir statinio inžinerinių sistemų darbą.

**Objektas** – juridinis asmuo, kuriam pastatas (pastatai) priklauso nuosavybės teise arba kuris pastatą (pastatus) valdo, naudoja bei juo (jais) disponuoja turto patikėjimo teise.

**Vidutinė energijos ar šalto vandens vieneto kaina** – energijos ar šalto vandens vieneto kaina litais, kuri apskaičiuojama energijos ar šalto vandens metines išlaidas padalijus iš sunaudotos energijos ar šalto vandens kiekio.

**Žemutinė kuro degimo šiluma** – sudegusio kuro šiluma, kurios vertė nustatyta pagal išsiskyrusios šilumos kiekį degimo proceso metu, atėmus energijos dalį, kuri sunaudojama išsiskyrusių vandens garų kondensacijai.



## Ivadas

**Temos aktualumas.** Kuriama ir įgyvendinama energijos vartojimo auditų infrastruktūra šiuo metu yra aktuali mokslinių tyrimų sritis visoms pasaulio šalims, todėl Lietuvos atveju būtina analizuoti šio proceso ypatybes ir empiriniais tyrimais pagrįsti siūlymus energetikos išteklių plėtrai. Lietuvos energetikos sektoriaus padėtį formavo istorinės ir politinės aplinkybės bei turimi riboti vidiniai energijos ištekliai. Todėl energetikos išteklių plėtros valdymas tapo ypač aktualus siekiant užtikrinti Lietuvos energetinę nepriklausomybę, energetinį saugumą ir konkurencingumą. Energetinė nepriklausomybė sudaro sąlygas laisvai pasirinkti energijos išteklių rūšį ir jų tiekimo šaltinius (įskaitant vietinę gamybą), labiausiai atitinkančius valstybės energetinio saugumo poreikius ir Lietuvos vartotojų interesus įsigyti energijos išteklius palankiausia kaina. Energetinė nepriklausomybė aktuali energijos vartotojams. Ji taip pat svarbi šalies energetiniam saugumui bei rinkos konkurencingumui. Energijos vartojimo efektyvumas ir ateityje išliks tiek Lietuvos, tiek Europos Sąjungos prioritetu, kur konkrečios priemonės ir formos bei institucinė sąranga tiesiogiai priklauso nuo vykdomosios valdžios sprendimų. Įgyvendinant Europos Sąjungos direktyvų reikalavimus, Lietuvos Respublikos Seimas 2016 m. lapkričio 3 d. priėmė Energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymą, kuriame nustatė energijos vartojimo auditų organizacijose tvarką. Taip pat vis aktualesnė tampa energijos vartojimo auditų sistemos kokybė.

Energetinio audito efektyvumas pastaruosiu metu Lietuvai yra ypač aktualus. Jis aprėpia visumą sąlygų, užtikrinančių tradicinių ir atsinaujinančių pirminių energijos šaltinių įvairovę, energijos tiekimo įvairovę ir patikimumą bei nepriklausomybę nuo monopolinio tiekėjo diktato. Lietuva energetinį saugumą sieja su energetikos sistemų integracija į Europos Sąjungos energetikos sistemas ir su veiksminga Europos Sąjungos bei nacionaline energetikos politika. Energetinio saugumo užtikrinimas reikalauja prognozuojamo, patikimo, ekonomiškai priimtino ir aplinką tausojančio energijos tiekimo.

Lietuvos energetikos politika nėra nuosekli ir sklandi, ji nuolat kinta, todėl užtikrinant energetinio audito efektyvumą aktualu ieškoti konkrečių priemonių problemoms nustatyti bei jų įveikimo būdams atskleisti.

**Problematika.** Neefektyvus ir neracionalus energijos naudojimas kelia didelių problemų. Organizacijose jos gali būti veiksmingai sprendžiamos tik kartu su kvalifikuotais ir atestuotais audito įmonių specialistais. Energijos sąnaudų ekonomija bei jos vartojimo mažinimas yra svarbūs daugeliui šiandieninių organizacijų. Todėl visų rūšių energijos taupymas leidžia organizacijoms sunaudoti daug mažiau energijos išteklių ir pasiekti aukštesnę efektyvumą.

Nustatyta, kad Lietuvos verslas tam pačiam kiekiui produktų pagaminti sunaudoja daug daugiau energijos nei kitos Europos Sąjungos šalys. Tai yra didelė problema, nes neefektyvus ir neracionalus energijos naudojimas dažnai lemia įvairias gamybos problemas, didėja organizacijų išlaidos, mažėja konkurencingumas. Šias problemas sprendžia auditas, kuris gali padėti nustatyti organizacijoje energijos intensyvumą, energijos vartojimo mažinimo galimybes, taip pat parinkti atitinkamas priemones energijos vartojimo efektyvumui didinti. Tačiau Lietuvos verslo organizacijoms iškyla daug neaiškumų ir atsiranda problemų dėl informacijos trūkumo. Dažnai organizacijoms sudėtinga suprasti, koks tai procesas ir kas jį gali atlikti. Taip pat kartais neaišku, kokius reikalavimus turi atitikti auditoriai, kokią ES paramą galima gauti, iki kada organizacija turi atlikti auditus, kokia audito apimtis ir iš jo gaunama nauda. Todėl, siekiant energetinio efektyvumo, verslo organizacijoms būtina

padėti nagrinėti šias problemas, kurios priklauso nuo vykdomosios valdžios sprendimų. Būtina išaiškinti organizacijoms šiuos klausimus, kad jos sudarytų sąlygas auditui ir leistų naudoti audito pasiūlytas priemones, nes tik tokiu būdu būtų mažinamos energetinės sąnaudos. Organizacijos, investuojančios į veiklos energetinį efektyvumą, tampa konkurencingomis, taupo lėšas ir gali išvengti bankroto, todėl investicijos į energetinį auditą ir auditoriaus pasiūlytų sprendimų įgyvendinimą greitai atsiperka. Organizacija pritaikiusi auditorių pasiūlytas priemones turi galimybę didinti energijos vartojimo efektyvumą ir pasinaudoti Europos Sąjungos parama energetinio efektyvumo tikslams pasiekti. Tai leidžia atnaujinti organizacijų technologijas, diegti atsinaujinančius energetinius išteklius ir spręsti daugelį organizacijos problemų.

**Tyrimo objektas.** Energetinis auditas verslo organizacijose.

**Tyrimo hipotezė.** Lietuvos verslo organizacijos vis dar patiria sunkumų užtikrindamos energetinio audito efektyvumą, todėl formuluojama mokslinė prielaida, kad jų valdymas negali būti efektyvus nesukūrus naujų tobulinimo galimybių.

**Tyrimo tikslas** – išanalizuoti ir įvertinti energetinio audito situaciją verslo organizacijose ir nustatyti jų trūkumus ir privalumus.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. apžvelgti energetinio audito infrastruktūrą;
2. aptarti problemas, susijusias su audito įgyvendinimu;
3. išanalizuoti energetinio efektyvumo audito situaciją verslo organizacijose Lietuvoje;
4. pateikti ekonominio efektyvumo skaičiavimo metodiką;
5. atlikti empirinius tyrimus trijose skirtingų veiklų įmonėse;
6. pateikti pagrįstus siūlymus dėl priemonių, reikalingų energetinio audito efektyvumui verslo organizacijose, įgyvendinimo.

**Tyrimo metodologija ir metodai.** Energetinio audito metodologija nagrinėjama tiek užsienio, tiek Lietuvos autorių mokslinėje literatūroje, tačiau ji nėra iki galo aiškiai susisteminta. Todėl projekte atlikta mokslinės literatūros analizė parodė, kad energetinis auditas yra svarbus visoje audito sistemoje, nes jis yra dalis vertinimo proceso, kuriuo auditoriai atskleidžia tobulintinas organizacijos veiklos sritis. Remiantis šiomis nuostatomis projekte suformuluoti šie **tyrimo metodai**: dokumentų analizė, lyginamoji analizė, sisteminė analizė, atliktų mokslinių tyrimų analizė ir kiti teoriniai bei empiriniai mokslo metodai. Projekte suformuluota skaičiavimo metodika, atliktas empirinis tyrimas pieno pramonės įmonėje, naudojami matematiniai metodai ekonominių ir finansinių rodiklių vertinimui. Projekte išnagrinėti ir panaudoti teoriniai ir praktiniai duomenų šaltiniai: Lietuvos ir užsienio šalių norminiai teisės aktai, Lietuvos ir užsienio mokslininkų teoriniai ir praktiniai darbai.

## 1. Apžvalginė dalis

### 1.1. Infrastruktūros padėtis ir problematika

**Infrastruktūros padėtis.** Kuriama ir įgyvendinama energijos vartojimo audito infrastruktūra didina energijos išteklių ir energijos vartojimo efektyvumą. Efektyvus energijos vartojimas pasiekiamas teisinėmis, ekonominėmis ir organizacinėmis priemonėmis. Europos Sąjungos teisės aktų perkėlimo ir įgyvendinimo planai nustato energijos vartojimo efektyvumo rodiklius bei reglamentuoja energijos vartojimo audito sistemą. Energetinio audito efektyvumas priklauso nuo vertinimo, todėl būtina atlikti energijos sąnaudų charakteristikų ir energijos taupymo priemonių organizacijose analizę. Atliekant auditą taip pat būtina vadovautis anksčiau atliktomis energijos vartojimo auditų ataskaitomis. Vartojimo efektyvumui didinti pateikiamas vartojimo efektyvumą didinančių priemonių ir jomis pasiekiamų sutaupymų katalogas, rengiamos ataskaitos apie pažangą, padarytą įgyvendinant nacionalinius energijos vartojimo efektyvumo tikslus, skatinant ir naudojant atsinaujinančius energijos išteklius [53].

Lietuvos atsinaujinančių energetikos išteklių politikos formavimas sutampa su Europos Sąjungos tikslais, kurie buvo nulemti šių pagrindinių uždavinių: padidinti atsinaujinančių energetikos išteklių dalį bendrajame suvartojamos energijos kiekyje ir užtikrinti energetinį saugumą. Taip pat buvo siekiama mažesnių energijos išteklių kainų, įgyvendinti aplinkosaugos tikslus, sukurti bendrą energetikos rinką, kurios pagrindu būtų suderintas teisinis reglamentavimas ir teisinė sistema.

Visos Europos Sąjungos šalys narės kelia energetikos išteklių plėtros tikslą, tačiau skiriasi tiek atskirų šalių bendro progreso greitis, tiek kiekvienoje šalyje naudojamų energetikos išteklių pasiskirstymas pagal rūšį. Europos Sąjungos įstatymai palieka daug erdvės atskiroms šalims, kurios gali numatyti konkrečias priemones savo nuožiūra ir formuoti bei įgyvendinti energetikos plėtros politiką. Teisinis reglamentavimas turi ne tik tenkinti Lietuvos vidaus poreikius, bet ir padėti lengviau harmonizuotis su bendra Europos Sąjungos teisine sistema. Europos Sąjungos teisės aktai skatina energetikos sektoriaus konsolidaciją ir sprendžia daugelį aktualių problemų.

Kadangi Lietuvos integracija į Europos Sąjungos energetines sistemas yra neatsiejama, tai energetiką reglamentuojantys teisės aktai turi būti derinami su Europos Sąjungos teise, Jungtinių Tautų Organizacijos ir Europos Tarybos reikalavimais bei įgyvendinami vadovaujantis Europos Sąjungos direktyvų ir kitų teisės aktų nuostatomis. Tarptautiniai įsipareigojimai, Europos Sąjungos direktyvos bei vietinė įstatyminė bazė reglamentuoja minimalius energetinio saugumo reikalavimus ir energijos rinkų liberalizavimą.

Lietuvos Respublikos energetikos ministro 1993 m. spalio 25 d. įsakymu Nr. 193/K, vadovaujantis užsienio specialistų rekomendacijomis, pateiktomis atsižvelgiant į Europos šalių analogiškų įmonių veiklos pavyzdžius buvo įsteigta „Valstybės įmonės Energetikos agentūra“ (toliau – Agentūra). Agentūros veiklai tiesioginės įtakos turi Europos Sąjungos ir nacionalinis teisinis reguliavimas. Įgyvendinant Europos Sąjungos direktyvų reikalavimus, Lietuvos Respublikos Seimas 2016 m. lapkričio 3 d. priėmė Energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymą, kuriame, be kitų klausimų, yra nustatytas energijos vartojimo auditų privalomumas. Agentūrai paskirta vykdyti šios organizacijų prievolės įgyvendinimo priežiūrą. Agentūra nustato energijos vartojimo efektyvumo rodiklius, administruoja energijos vartojimo audito sistemą. Ji teikia ekspertines konsultacijas energijos vartojimo audito ir kitais energijos vartojimo efektyvumo didinimo klausimais. Agentūra 2019 metais ir vėliau numato gauti papildomų pajamų iš komercinės veiklos vykdydama energijos vartojimo

auditorių mokymus ir dalyvaudama tarptautiniuose projektuose energijos vartojimo efektyvumo didinimo klausimais. Taigi, energijos vartojimo audito atlikimo ir ataskaitų teikimo priežiūros funkcija yra perduota vykdyti Agentūrai. Energijos vartojimo auditą privalo atlikti Lietuvoje registruotos ir jos teritorijoje ūkinę veiklą vykdančios organizacijos. Tam, kad auditas būtų pripažintas tinkamu pagal ES direktyvų reikalavimus, jį turi atlikti savarankiškai dirbantis fizinis asmuo ar juridinio asmens darbuotojas, kuriam teisė atlikti auditą suteikta pagal LR energetikos ministro 2012 m rugpjūčio 2 d. įsakymu Nr. 1-148 patvirtintą tvarkos aprašą „Dėl Energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams audito atlikimo tvarkos ir sąlygų ir energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams audito atliekančių specialistų rengimo ir atestavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“, didelės įmonės vidaus ekspertas ir kitų ES valstybės narių kvalifikuoti arba atestuoti auditoriai [36]. Būtina paminėti, kad pagal šiuo metu galiojančią tvarką yra dviejų tipų auditoriai: energijos vartojimo pastatuose ir energijos vartojimo įrenginiuose bei technologiniuose procesuose. Pavyzdžiui, atliekant pramonės įmonės auditą ir auditoriui įvertinus, kad energijos sąnaudos pastate gyvenančių, dirbančių ar jį kitaip naudojančių žmonių poreikiams tenkinti yra didesnės nei 20 procentų, šios įmonės auditą turi atlikti abu atestatus turintys asmenys. Ūkio ministerija teikia finansinę paramą verslo organizacijoms dėl įrenginių ir technologinių procesų audito atlikimo pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programą. Valstybinė energetikos inspekcija, nuo 2019 m. liepos 1 d. Valstybinė energetikos reguliavimo taryba (toliau – VERT), turi teisę už energijos vartojimo auditų neatlikimą ar ataskaitos nepateikimą organizacijoms skirti įspėjimą, o už pakartotinį, per 3 mėnesius nuo įspėjimo skyrimo nurodyto pažeidimo padarymą, baudą iki 0,5 procento nuo bendrųjų metinių pajamų.

ES skatina taupyti energiją. Direktyvoje 2012/27/ES [**Error! Reference source not found.**] dėl energijos vartojimo efektyvumo nurodyta, kad energijos vartojimo auditas turėtų būti privalomas ir reguliariai atliekamas visose didelėse organizacijose, nes jose gali būti sutaupyti dideli energijos kiekiai [7]. Direktyvoje teigiama, kad šis reikalavimas turi būti taikomas ne tik gamybinėms pramonės organizacijoms, bet visoms, kurios nėra mažos ar vidutinės įmonės. Direktyvoje numatyta, kad auditus, ne vėliau kaip kas ketverius metus, turi atlikti kvalifikuoti ir akredituoti ekspertai. Numatytos ir išimties, bet tik toms organizacijoms, kurios įgyvendina nepriklausomas organizacijos pagal atitinkamus Europos arba tarptautinius standartus sertifikuotą energijos naudojimo vadybos sistemą [39]. Tarptautinės standartizacijos organizacijos (ISO) standartas padeda sumažinti išlaidas energijai, sukurdamas tam tikslui skirtą energijos vadybos sistemą. Standartas yra aktualus šiandien, nes sparčiai augančios energijos kainos, tarptautiniai reikalavimai sumažinti anglies dvideginio išmetimo į aplinką kiekį ir kova su klimato kaita bei su tuo susijusios problemos, tampa vis didesniu rūpesčiu verslo ir valstybinėms įmonėms.

ES nuolat susiduria su pasauliniais kovos su klimato kaita veiksmais. Ji parengė įvairias plataus užmojo energetikos ir klimato politikos priemones, skirtas klimato kaitai sušvelninti ir apriboti pasaulinį temperatūros didėjimą iki mažiau nei 2° C [7]. Nepaisant to, kad pastaruoju metu ES ir atskiros valstybės narės padarė didelę pažangą įgyvendindamos 2020 m. tikslus, reikėtų dėti daugiau pastangų, kad būtų pasiekti 2030 m. tikslai energijos vartojimo efektyvumo srityje [17]. Pagal naujausią Europos Parlamento ir Tarybos Direktyvą 2018/2002/ES, išleistą 2018 metų gruodžio mėnesį, Europos Sąjungai buvo iškeltas tikslas iki 2030 metų galutinės energijos suvartojimą sumažinti bent 32,5 %. Remiantis „European Environment Agency“ [17] teiginiais, visų pirma, energijos trūkumo Europoje 2030 m. tikslams pasiekti yra investicijų trūkumas namų ūkiuose. Ypač tai paminėtina kalbant apie pramonę. Šie du sektoriai yra didžiausi ES energijos vartotojai, kurie

sudaro atitinkamai 40 ir 30 proc. suvartojamos energijos. Todėl vartojimo efektyvumo didinimas duos didelės naudos. Atsižvelgdami į tai, F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] paminėjo, kad energetinis auditas yra esminė priemonė siekiant įveikti energijos vartojimo efektyvumo kliūtis ir palengvinti energijos vartojimo efektyvumo priemonių įgyvendinimą. Remiantis empiriniais tyrimais šie mokslininkai padarė išvadą, kad energijos vartojimo auditas esąs viena iš efektyviausių priemonių, kurios plačiai naudojamos diagnozuojant, analizuojant ir gerinant energijos naudojimą.

Atsižvelgiant į Europos Sąjungos direktyvas ir norint pasiekti būtina reguliariai kartoti energijos vartojimo auditą [18]. Direktyvų reikalavimus turi vykdyti visos organizacijos, ypač didelės. Nepaisant išleidžiamų poįstatyminių aktų, įvairių skatinimo priemonių Lietuvos organizacijų vadovams kyla daugybė neatsakytų klausimų. Dažnai sudėtinga suprasti, ar jų organizacija taip pat bus įpareigota atlikti energijos vartojimo auditą, koks tai procesas ir kas jį gali atlikti. Taip pat kartais neaišku, kokius reikalavimus turi atitikti auditoriai, kokią ES paramą galima gauti, iki kada organizacija turi atlikti auditus, kokia audito apimtis ir iš jo gaunama nauda organizacijai.

Apibendrinant būtina pažymėti, jog nors energijos vartojimo auditas turi būti atliekamas pagal patvirtintas privalomas metodikas, tačiau palikta ir pakankama laisvė. Vadovui dirbant kartu su auditoriumi galima pasiekti organizacijai naudingų ir reikalingų tikslų bei sutaupyti lėšų. Auditas naudingas organizacijos veiklos analizei, patikrinti savo įmonės darbo efektyvumą. Energijos vartojimo auditas tam yra puiki priemonė sumažinti energijos sąnaudas, paskaičiuoti jų galimus sutaupymus, visas alternatyvas palyginti skaitine reikšme, naudojant ekonominius rodiklius ir pasiūlyti ekonomiškai pagrįstas energijos taupymo priemones.

**Infrastruktūros problematika.** Apžvelgiant kai kurių šalių energijos efektyvumo valdymo sistemą ir energijos vartojimo auditavimo proceso problematiką matome, kad energetinio audito matmenų formulavimas apima daugelį svarbių sudedamųjų dalių. Tai audito tikslų bei problemų pasirinkimas, rodiklių bei kriterijų identifikavimas ir įvairūs kiti klausimai bei tyrimų aspektai. Paprastai auditas iškelia daugelį klausimų, kurie apibūdina problemą.

Analizuojant energijos vartojimo audito problemas F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] J. Schleich ir T. Fleiter [47] ir kiti mokslininkai nustatė, kad auditas atskleidžia problemas, susijusias su atliekamu darbu, žmonėmis, įrenginiais ir informacija. Taip pat įvertina atitiktį reikalavimams nuosekliai pagal atliekamų veiklų eiliškumą. Auditoriai naudoja klausimyną, siekiant įvertinti operacijų valdymo adekvatumą. Tačiau mokslininkų tyrimų rezultatai rodo ir tai, kad dažnai yra diskutuotina, jog energijos vartojimo auditas ne visada įvertina:

- sistemos veiksmingumą ir sistemos rezultatus;
- patikrina skyrių bendradarbiavimą;
- susitelkia į padalinio procesus, užduotis ir produktus;
- bei vertinant skyrių veiklą laikosi darbų eiliškumo.

Todėl, bet kokios neatitikties koregavimas padidina sistemos veiksmingumą. Siekiant pašalinti šiuos trūkumus mokslininkai siūlo susitelkti į veiksmingumą ir rezultatus, o ne į reikalavimus. Taip pat veiklas reikia sujungti į procesus, atsirinkti rizikingiausias, tikrinti rizikos mažinimo priemones, o procesus išdėstyti pagal vertės kūrimo grandinę [29] [47]

Moksliniai tyrimai rodo, kad energetinio audito problemos ir procedūros iš esmės nelabai skiriasi nuo taikomų kitose valstybėse. Tačiau konkreti kiekvienos valstybės patirtis yra svarbi sudėtingoje

energijos vartojimo audito sistemoje. Remiantis šia nuostata, būtina apžvelgti kuo daugiau įvairių pasaulio šalių mokslinių tyrimų, kuriose energijos vartojimo audito problemos būtų apibrėžtos procedūromis ir atsakomybe (aut. past.) Atsakomybės problemų analizė yra vienas iš svarbiausių audito tikslų. Todėl atsakomybės valdymas yra pažangiausios praktikos siekis. Audito institucija ar auditoriai, esant reikalui, gali konsultuotis su įvairiomis juridinėmis institucijomis. Juridinių konsultacijų gali prireikti, jei jos kelia teises kolizijas dėl galiojančių įstatymų teisinių ar kitų problemų.

Analizuojant auditorių problemas, matome, kad dažnai jiems pritrūksta laiko tinkamai pasirengti ir atlikti auditą, nes tiriamas didelis audituojamų dokumentų kiekis, be to, stokojama ir žmogiškųjų išteklių. Mokslininkų nuomone, kartais sutinkamas menkas kai kurių auditorių pasirengimas specifiniams energetiniams auditams. Todėl auditoriai, prieš nusprenddami pasigilinti į vieną ar kitą energetinio audito problemą, turėtų nusistatyti rizikos veiksnius ir pasirinkti svarbiausias procesų vietas, kurių valdymą turėtų patikrinti, nes nuo audito proceso veiksmingumo priklausys jo nauda. Iš karto sudėlioti veiksmingiausią audito procesą ypač sudėtinga, todėl būtina tobulinti audito sistemą. Tačiau energetinio audito proceso tobulinimas nemažai priklauso ir nuo pačios audito organizacijos, nes kiekviena turi galimybių audito procesą patobulinti, atsižvelgdama į turimą intelektualinį potencialą, patirtį ir organizacijos tradicijas. Su palaikančia politika, kainodara, taisyklėmis, standartais ir įgalinančiomis technologijomis, kurios informuoja, motyvuoja ir įtraukia klientų dalyvavimą bei daro įtaką vartotojų elgesiui, yra daug galimybių optimizmui.

Remiantis I. Pečiulytės ir J. Ruževičiaus [41], F. Kalantzis ir D. Revoltella [29], J. Schleich ir T. Fleiter [47] atliktais moksliniais tyrimais buvo nustatytos tokios pagrindinės audituojamų organizacijų energetinio audito problemos:

- ne visi organizacijų vadovai supranta, kad energijos vartojimo audito sistemą reikia traktuoti kaip gerinimo galimybes;
- dalies vadovų susidomėjimas auditu yra labai menkas, todėl jie turėtų labiau domėtis sistemos projektavimu, diegimu, tobulinimu ir palaikymu;
- trūksta organizacijos bendrosios energijos vartojimo sistemos vientisumo;
- formalus organizacijų darbuotojų požiūris į energetinio audito efektyvumą;
- audituojamieji nepasirengę auditui, apie jį neinformuoti, nesuvokia savo atsakomybės;
- dalies vadovų ir darbuotojų požiūris į auditorius yra priešiškas;
- po audito dažnai nėra realių prevencinių ar koregavimo veiksmų, neanalizuojamas audito rekomendacijų įdiegimo veiksmingumas.

Išvardytos problemos yra sietinos su pačia organizacija, kurioje yra atliekamas auditas arba ketinama jį atlikti. Remiantis asmenine patirtimi, po pirminio pasiūlymo atlikti energetinį auditą apie 60 % įmonių to atsisako. Išsamiai paaiškinus audito esmę ir jo keliamas naudas, sprendimą įgyvendinti auditą priima tik apie 50 % apklaustųjų. Galutinis nutarimas atlikti auditą dažniausiai būna tik tuomet, kai Valstybinė energetikos eguliavimo taryba to pareikalauja.

Apibendrinant problemas sietinas su auditoriais, daroma išvada, kad šiuo metu būtina ypatinga auditorių žinių ir patirties tobulinimo būtinybė, nes auditoriai susiduria su vis sudėtingesnėmis audito problemomis, o jiems suteikiami vis didesni įgaliojimai ir savarankiškumas. Auditorių patirties tobulinimui būtinas nenutrūkstamas procesas, kuriame jie turi rasti būdų efektyvumui gerinti. Šiuo

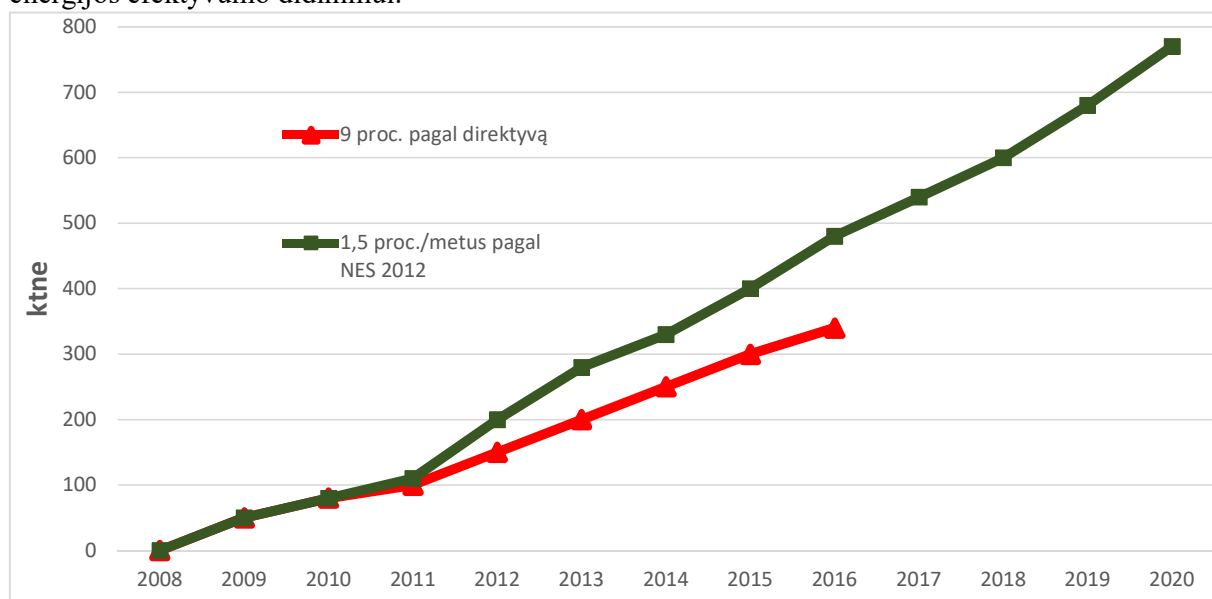
požiūriu joks auditorius nėra visiškai parengtas, kadangi kiekvienas auditas turi ypatingų bruožų, o energijos efektyvumo valdymas kelia vis naujus reikalavimus.

Apibendrinant problemas sietinas su organizacijomis, daroma išvada, kad energetinio audito problemos pirmiausia susijusios su nepakankamu vadovų dėmesiu, atvirumu ir pozityvumu stoka, požiūriu į auditą kaip į kontroliuojančios institucijos patikrinimą, baime kažką pakeisti.

## 1.2. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės Lietuvoje

Energijos vartojimo efektyvumo didinimas yra prioritetinga energetikos politikos sritis. ES, įgyvendindama energijos efektyvumo didinimo politiką, patvirtino daug svarbių politinių dokumentų bei direktyvų, nustatančių energijos efektyvumo didinimo tikslus bei priemones jiems įgyvendinti [52].

Lietuva yra iškėlusį tikslą energetinio efektyvumo didinimo srityje iki 2020 metų siekti kiekvienais metais po 1,5 procento didinti energijos vartojimo efektyvumą ir pasiekti 740 tūkst. tne metinius energijos sutaupymus iki 2020 m. Pagal 2019 m. Valstybinės energetikos reguliavimo tarybos veiklos ataskaitą vien VERT per 2019 metus atliko 1 374 eksploatuojamų energetikos objektų ir įrenginių patikrinimus, išdavė 15 720 techninių būklės įvertinimo pažymų sumontuotiems ar rekonstruotiems energetikos įrenginiams. Platus patikrinimų mastas reiškia, kad skiriamas vis didesnis dėmesys energijos efektyvumo didinimui.



1 pav. Lietuvos energijos vartojimo pokyčiai pagal NES2012 ir direktyvos 2006/32/EB reikalavimus

Šioje schemoje efektyvumo didinimo priemonės pateiktos pagal NES2012 ir direktyvos 2006/32/EB reikalavimus. Tokiu atveju energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių dėka, 2020 metais būtų pasiektas 5,018 milijonų tne. Įgyvendinus energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones, galutinis energijos suvartojimas iki 2020 metų, sumažėtų 0,740 milijonų tne, tai yra apie 14,7 proc. arba vidutiniškai po 0,082 milijonų tne per metus. Tuomet bendras galutinis energijos poreikis 2020 metais būtų 4,278 milijonai tne.

Lietuvoje jau yra taikomi keli fiskaliniai energijos vartojimo efektyvumo skatinimo instrumentai: PVM lengvata, akcizų lengvata, pelno mokesčio lengvata, taršos mokesčio lengvata, elektros

skatinamųjų supirkimo tarifų nustatymas (kogeneracinėms jėgainėms ir elektrai iš atsinaujinančių energijos išteklių). Pagal skiriamas lėšų apimtis pagrindiniai finansiniai instrumentai taikomi Lietuvoje yra subsidijos investicijoms iš ES struktūrinių fondų; Vyriausybės tvirtinamos viešosios paskirties pastatų modernizavimo programos, kurių įgyvendinimas finansuojamas iš valstybės ir savivaldybių biudžetų; daugiabučių namų modernizavimo programa; klimato kaitos specialioji programa.

Siekiant efektyvaus energijos vartojimo technologijų ir metodai, kurių poveikis yra galutinio energijos suvartojimo mažinimas, reguliuojami reglamentais arba savanoriškais susitarimais, standartais ir normomis. Bendrą Lietuvos energijos efektyvumo didinimo rodiklį nustato LR Vyriausybė. LR Energetikos ministerijos, įgaliotos LR Vyriausybės funkcijos:

- nustatyti konkrečias įpareigojamas šalis ir įpareigojimus atskirais laikotarpiais;
- nustatyti sankcijų skyrimo principus;
- nustatyti energijos sutaupymų vertinimo principus;
- nustatyti priemonių diegimo kaštų, kuriuos patiria reguliuojamos energetikos įmonės kaip įpareigosios šalys, kompensavimo tvarką.

Taip pat energijos vartojimo efektyvumo įpareigojimų sistemos, 2012/27/ES direktyvos kontekste, numato skirti sankcijas įsipareigojimų nevykdančioms ar tinkamai informacijos neteikiančioms įpareigotosioms šalims.

Energetikos agentūros funkcijos yra:

- sudaryti standartinių priemonių ir jomis pasiekiamų energijos sutaupymų katalogą;
- patvirtinti metodikas, pagal kurias turi būti skaičiuojami sutaupymai;
- atlikti dalies įgyvendintų priemonių auditą – tikrinti jų įgyvendinimo faktą ir kokybę;
- kaupti informaciją apie priemonių įgyvendinimo apimtis ir kaštus;
- nustatyti dažnumu rengti ir teikti ataskaitas apie pasiektus įpareigotųjų šalių tikslus.

Į įpareigotųjų šalių funkcijos įeina Lietuvos energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių įgyvendinimo pas galutinius vartotojus užtikrinimas, vartotojų informavimo organizavimas, marketinginių veiksmų atlikimas ir energijos vartojimo auditų vykdymas. Taip pat būtina teikti informaciją apie įgyvendintų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių apimtis, kaštus ir energijos sutaupymus bei teikti pasiūlymus dėl naujų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių įtraukimo į standartinių priemonių katalogą. Tokioje energijos vartojimo efektyvumo didinimo schemoje būtina turi dalyvauti energijos vartojimo audito kvalifikaciją turintys asmenys, įrangos pardavėjai ir įmonės.

Remiantis užsienio šalių patirtimi ir energijos vartojimo efektyvumo įpareigojimais, 2012/27/ES direktyvos kontekste siūloma, kad administruojanti Energetikos agentūra prie Energetikos ministerijos didintų patirtį, kuriant ir administruojant savanoriškų susitarimų su energetikos įmonėmis sistemą. Šiam tikslui siekti būtina kompetencija energijos vartojimo efektyvumo didinimo pas galutinį vartotoją priemonėse ir energijos vartojimo auditų schemos administravimas.

Remiantis šiomis nuostatomis ir išnagrinėtais LR teisinės bazės, apimančios energijos vartojimo efektyvumo didinimo valstybinio valdymo, reglamentavimo bei priežiūros teisinius pagrindus, energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių sutaupyta energijos apskaičiavimo ir priežiūros



tvarkos aprašu, energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2017–2019 metų veiksmų planu ir kitais dokumentais, nustatytos šios svarbiausios energijos vartojimo efektyvumo didinimo Lietuvoje priemonės:

1. *Mokesčiai ir akcizai degalams.* Dėl kurui taikomų didesnių mokesčių ir akcizų taupomas energijos vartojimas.
2. *Daugiabučių namų atnaujinimas* skatina daugiabučių namų savininkus modernizuoti namus, kad didėtų energinis jų naudingumas.
3. *Viešųjų pastatų energinio efektyvumo didinimo esmė* – pastatas po atnaujinimo didina energijos vartojimo efektyvumą.
4. *Energijos vartojimo auditai pramonės įmonėse* skatina energijos efektyvumo ir atsinaujinančių išteklių energijos gamybą ir naudojimą. Pažymėtina, jog Lietuvoje ES struktūrinės paramos ir biudžeto lėšomis yra remiamos pramonės įmonės, siekiančios atlikti energijos vartojimo auditą ir diegti audito ataskaitoje rekomenduojamas energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones.
5. *Susitarimai su energijos tiekėjais dėl vartotojų švietimo ir konsultavimo.* Energijos tiekėjai užtikrina susitarimuose nustatytų vartotojų švietimo ir konsultavimo apimčių ir priemonių įgyvendinimą. Valstybinė energetikos reguliavimo taryba gali skirti energijos tiekėjams šias sankcijas: už ataskaitos nepateikimą susitarime dėl vartotojų švietimo ir konsultavimo nustatyta tvarka – įspėjimą; už atsisakymą sudaryti su Energetikos ministerija susitarimą dėl vartotojų švietimo ir konsultavimo arba šiuo susitarimu nustatytų reikalavimų ar sąlygų nesilaikymą – baudą iki 3 procentų nuo bendrųjų metinių pajamų.
6. *Susitarimai su energetikos įmonėmis dėl energijos sutaupymo* įpareigoja sudaryti su Energetikos ministerija viešai skelbiamus susitarimus dėl energijos sutaupymo. Tai yra, energetikos įmonė privalo sutaupyti energijos ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir numatyti šio kiekio sutaupymo grafiką. Energetikos įmonės privalo sutaupyti susitarimuose dėl energijos sutaupymo nustatytus energijos kiekius diegdamos ekonomiškai pagrįstas energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones galutinės energijos vartotojų objektuose (patalpose, įrenginiuose, transporto objektuose ir pan.).
7. *Katilų keitimas namų ūkiuose.* Priemonės paskirtis – neefektyviai biomasę naudojančių individualių katilų keitimas į efektyvesnes technologijas (individualius katilus, šilumos siurblius, saulės kolektorius ir kitas energinio efektyvumo priemones), naudojančias atsinaujinančių išteklių energiją šilumos gamybai, namų ūkiuose, kurie nėra prijungti prie centralizuotai tiekiamos šilumos sistemos. Įgyvendinant šią priemonę kompensuojama iki 30 proc. prie centralizuotai tiekiamos šilumos sistemos neprijungtų namų ūkių išlaidų, patirtų keičiant neefektyviai biomasę naudojančius individualius katilus į efektyvesnes technologijas naudojančias individualius katilus. Įgyvendinus šias priemones, būtų pasiektas pagrindinis tikslas – iki 2023 m. Lietuvos namų ūkiuose kasmet sutaupyti mažiausiai 209,34 GWh arba 108 000 kietmetrių medienos bei sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį mažiausiai 2 795 t CO<sub>2</sub> ekvivalentų.
8. *Taikomos matavimo arba apskaičiavimo metodikos.* Energijos išteklių ir energijos efektyvaus vartojimo stebėseną apima pastatuose, įrenginiuose, technologiniuose procesuose ir transporto priemonėse įdiegtų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių vertinimą, rezultatų apibendrinimą ir prognozavimą;
9. *Pažanga, susijusi su didelio naudingumo kogeneracijos plėtra.* Nacionalinės šilumos ūkio plėtros 2014–2021 metų programos tikslo mažinti šilumos energijos kainas ir aplinkos taršą, šilumos energijai gaminti naudojamo kuro balanse teikiant pirmenybę atsinaujinantiems ar vietiniams energijos ištekliams vienas iš uždavinių – siekiant didinti vietinės konkurencingos elektros

energijos gamybos apimtį ir skatinti didelio naudingumo kogeneraciją. Viena iš nustatytų minėto uždavinio įgyvendinimo priemonių – statant naujus kogeneracinius pajėgumus užtikrinti, kad kitų miestų (išskyrus Vilnių ir Kauną) centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje papildomai būtų įrengta 43 MW elektrinės galios biokuro ar biodujų kogeneracinių įrenginių. Ši priemonė skirta užtikrinti efektyvesnę energijos gamybą bei paskatinti didesnę atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą šilumos ūkio sektoriuje.

10. *Energijos vartojimo auditas ir energijos naudojimo vadybos sistemos.* Energijos vartojimo auditą pastatuose, įrenginiuose ir technologiniuose procesuose reguliuoja auditą atliekančių specialistų rengimo ir atestavimo tvarkos aprašas, patvirtintas LR energetikos ministro 2012 m. rugpjūčio 2 d. įsakymu Nr. 1-148 „Dėl Energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams audito atlikimo tvarkos ir sąlygų ir energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams audito atliekančių specialistų rengimo ir atestavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“. Energijos vartojimo audito atlikimą viešojo naudojimo paskirties pastatuose reglamentuoja Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika, patvirtinta LR ūkio ministro 2008 m. balandžio 29 d. įsakymu Nr. 4-184 „Dėl Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodikos patvirtinimo“. Energijos vartojimo audito atlikimą technologiniuose procesuose ir įrenginiuose reglamentuoja Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2010 m. gegužės 10 d. įsakymu Nr. 1-141 „Dėl Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodikos patvirtinimo“. Naujai įsteigtos įmonės, kurios nėra smulkiojo ir vidutinio verslo subjektai energijos vartojimo audito ataskaitą privalo pateikti ne vėliau kaip per 2 metus nuo įmonės įsteigimo dienos. Įmonėms, kurios nėra smulkiojo ir vidutinio verslo subjektai ir kurios įgyvendino nepriklausomos organizacijos pagal atitinkamus ES ir tarptautinius standartus sertifikuotą energijos vartojimo arba aplinkos vadybos sistemą, atskiros energijos vartojimo audito ataskaitos neteikia, jeigu jų turima vadybos sistema apima energijos vartojimo auditą. Detalesnę energijos vartojimo audito atlikimo ir priežiūros tvarką nustato įmonių, kurios nėra smulkiojo ir vidutinio verslo subjektai, vadovaujantis energijos vartojimo audito atlikimo ir ataskaitų teikimo priežiūros tvarkos aprašu, patvirtintu LR energetikos ministro 2017 m. vasario 22 d. įsakymu Nr. 1-46 „Dėl įmonių, kurios nėra smulkiojo ir vidutinio verslo subjektai, energijos vartojimo audito atlikimo ir ataskaitų teikimo priežiūros tvarkos aprašo patvirtinimo“. Didelių įmonių audito aprašas yra taikomas Lietuvoje registruotoms ir jos teritorijoje ūkinę veiklą vykdančioms įmonėms, kurios pagal Lietuvos smulkiojo ir vidutinio verslo plėtros įstatymo 3 straipsnio 1–3 dalyse nustatytas sąlygas nepriskiriamos labai mažoms, mažoms ar vidutinėms įmonėms, atliekančioms energijos vartojimo auditą joms nuosavybės teise priklausančiuose pastatuose, įrenginiuose, technologiniuose procesuose, geležinkelių bei sausumos kelių transporto priemonėse, neatsiejamuose nuo įmonės vykdomos ūkinės veiklos. Energijos vartojimo audito metu turi būti analizuojama ne mažiau kaip 80 proc. visų didelei įmonei nuosavybės teise priklausančių pastatų, įrenginių, technologinių procesų, patikimai nustatant energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones. Audito sistemą prižiūri ir administruoja Energetikos ministerijos paskirtoji institucija.

Apibendrinant galima teigti, kad vykdant energijos vartojimo auditus, pateiktos energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės padeda sutaupyti energijos kiekį, kad būtų pasiektas galutinis Lietuvos energijos vartojimo efektyvumo tikslas.

### 1.3. Energetinio audito skirtumai didelėse ir mažose įmonėse

Didelėmis laikomos tokios įmonės, kuriose dirba 250 arba daugiau darbuotojų, o metinės pajamos viršija 40 mln. eurų. Įmonės balanse nurodyto turto vertė turi viršyti 27 mln. eurų. Didelėse įmonėse privaloma atlikti energijos vartojimo auditą, kur analizuojama ne mažiau kaip 80 proc. visų didelei įmonei nuosavybės teise priklausančių pastatų, įrenginių, technologinių procesų, o taip pat transporto priemonių, kurios neatsiejamos nuo įmonės veiklos bei būtinų šiai veiklai vykdyti energijos sąnaudų, jei jos yra pakankamos energijos vartojimo efektyvumo rodikliams įvertinti ir sudaro galimybes patikimai nustatyti energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones. Pasak F. P. Sioshansi [48], su palaikančia politika, kainodara, taisyklėmis, standartais ir įgalinančiomis technologijomis, kurios informuoja, motyvuoja ir įtraukia klientų dalyvavimą bei daro įtaką vartotojų elgesiui, didelėms įmonėms yra daug galimybių optimizmui.

Tačiau, kai kuriais atvejais pastatui audito atlikti nereikia, jei didelės įmonės pastatui yra išduotas pastato energinio naudingumo sertifikatas. Taip pat nereikia atlikti audito, jei didelės įmonės yra įgyvendinusios arba įgyvendina nepriklausomos organizacijos pagal atitinkamus ES ir tarptautinius standartus sertifikuotą energijos vartojimo sistemą, o jų turima vadybos sistema apima energijos vartojimo auditą. Jeigu didelė įmonė įgyvendina sertifikuotą energijos vartojimo arba aplinkos vadybos sistemą, ji kasmet Energetikos agentūrai privalo pateikti tos sistemos aprašymą, visų siūlomų energijos išteklių ir vandens vartojimo efektyvumo didinimo priemonių pasiūlymų suvestinę ir energijos vartojimo arba aplinkos vadybos sistemos galiojančio sertifikato kopiją.

Didelių įmonių energetiniai auditai finansuojami, jei energijos vartojimo auditas atliekamas papildomai pagal Direktyvą 2012/27/ES privalomu energijos vartojimo auditu. Yra numatytas toks finansavimo dydis:

- 50 proc. didelėms įmonėms;
- 60 proc. vidutinėms įmonėms;
- 70 proc. labai mažoms ir mažoms įmonėms.

Valstybinė energetikos inspekcija, dabar VERT, turi teisę didelėms įmonėms už energijos vartojimo auditų neatlikimą ar ataskaitos nepateikimą skirti įspėjimą, o už pakartotinį pažeidimo padarymą baudą iki 0,5 procento nuo bendrųjų metinių pajamų [26] [54] [50] [29].

Mokslininkai pažymi, kad didelės įmonės turi didesnius energijos vartojimo audito dalyvavimo veiksmus nes jose yra didesnės energijos sąnaudos, našumas ir kapitalo intensyvumas. Taigi, didelėse įmonėse energetinio audito efektyvumas padidėja iki tam tikro lygio, proporcingai su organizacijos dydžiu.

Smulkią ir vidutinį verslą, mažas ar vidutinės įmonės (MVI) atliekančioms energijos vartojimo auditą neatsiejamos nuo vykdomos ūkinės veiklos. Apie tai byloja didžiausia Europoje politikos konferencija skirta efektyviam energijos vartojimui. Europos Komisijos ir energetikos suinteresuotųjų šalių organizuotuose posėdžiuose didžiausias dėmesys skiriamas tvarios energijos klausimams, svarstomi nauji politikos pokyčiai, geriausia praktika ir tvarios energijos idėjos. Auditas yra esminė priemonė siekiant įveikti energijos vartojimo efektyvumo kliūtis ir palengvinti energijos vartojimo efektyvumo priemonių įgyvendinimą MVI. Europos investicijų bankas yra nepriklausoma ES institucija, teikianti paskolas ir garantijas investiciniams projektams. Pagrindinis institucijos

uždavinys – ekonomiškai silpnesnių regionų plėtros parėmimas, teikiant finansavimą smulkų ir vidutinių įmonių projektams [15].

Taigi MVĮ – tai įmonės, kuriose dirba mažiau negu 250 darbuotojų ir kurių metinė apyvarta neviršija 50 mln. eurų, arba bendras metinis balansas neviršija 43 mln. eurų. Pagal šią apibrėžtį MVĮ įmonė turi patekti į sąvoką įmonė, t. y. būti bet kuriuo ūkinę veiklą vykdančiu subjektu, neatsižvelgiant į teisinį statusą. Iš apibrėžties aišku, kad darbuotojų skaičius yra lemiamas kriterijus nustatant, ar įmonė yra MVĮ. Kartu su darbuotojų skaičiumi taikomas finansinis visos apyvartos arba balanso kriterijus.

Pavyzdžiui, dvi susijusios mažos įmonės dar gali būti MVĮ. Tačiau dauguma MVĮ yra savarankiškos, nes jos yra visiškai nepriklausomos arba turi nedaug kitų įmonių akcijų, kiekviena iš jų – mažiau kaip 25 proc. kitų įmonių akcijų. Jeigu įmonė yra savarankiška, kad patikrinti, ar atitinka MVĮ kriterijus, ji turi panaudoti tik savo ataskaitose pateiktus darbuotojų skaičius ir finansinius duomenis. Todėl vienoje valstybėje narėje esantiems mažiems filialams gali reikėti kas ketverius metus atlikti energijos vartojimo auditą, jei jie nepatenka į MVĮ apibrėžtį ir todėl priklauso didelių įmonių kategorijai. To nereikėtų laikyti papildoma našta ar disproporcija, nes, tokios įmonės gali naudoti energijos valdymo sistemas arba gali naudotis susitarimu, pagal kurį atlikti auditą filialui gali padėti, pavyzdžiui, patronuojančiosios bendrovės vidaus ekspertai, o kita vertus, atitinkamas energijos vartojimo auditas gali būti mažesnės aprėpties ir kainuoti mažiau. Eurostatas ir statistinės tarnybos atlieka tam tikrą analizę pagal įmonės dydį, atskirdamos dideles įmones ir MVĮ pagal ES mastu suderintą sąvokos MVĮ apibrėžtį.

Kaip jau buvo minėta, dauguma MVĮ yra savarankiškos, nes jos yra vienos ar kelių kitų įmonių smulkiosios akcininkės. Tačiau jeigu ši akcijų dalis neviršija 50 proc., jos laikomos įmonėmis partnerėmis. Jeigu akcijų dalis viršija 50 proc., įmonės laikomos susijusiomis. Todėl energijos vartojimo auditas turi būti proporcingas. Pagal proporcingumo principą reikia tikrinti, ar teisės aktas arba administracinė priemonė yra tinkama ir būtina audito tikslui pasiekti. ES Teisingumo Teismas taiko proporcingumo principą, siekdamas įvertinti teisės aktų ir privačių interesų, asmenų teisių bei pagrindinių laisvių pusiausvyrą.

Energijos vartojimo auditas turi būti grindžiamas naujausiais energijos suvartojimo duomenimis ir apimti išsamią energijos vartojimo charakteristikų analizę, pagrįstą gyvavimo ciklo sąnaudų analize. Iš energijos vartojimo audito duomenų turi būti galima patikimai nustatyti reikšmingiausias energijos vartojimo efektyvumo gerinimo galimybes, kad būtų galima išsamiai apskaičiuoti siūlomas priemones. Iš energijos vartojimo auditui naudojamų duomenų turi būti galima nustatyti rezultatyvumą. Todėl taikant nacionalinius būtiniausias kriterijus turėtų būti galima atlikti pakankamai išsamų ir visapusišką energijos vartojimo auditą. Jeigu MVĮ energijos vartojimo auditas gali būti ekonomiškai neefektyvus, jis turi būti grindžiamas naujausiais, išmatuotais ir galimais atkartoti duomenimis apie energijos suvartojimą ir apkrovos charakteristikas. Pavyzdžiui, vartojimo auditas turi apimti išsamią pastatų ar pastatų grupių, ar įrenginių, įskaitant pervežimą, energijos suvartojimo charakteristikos apžvalgą. Atlikus tokią išsamią apžvalgą galima gauti duomenis, kuriais remiantis būtų nustatytos galimybės pagerinti energinį naudingumą.

Pagal ES reikalavimus valstybės narės turi rengti programas, kuriomis MVĮ būtų skatinamos atlikti energijos vartojimo auditą ir būtų didinamas namų ūkių informuotumas. MVĮ gali teikti didžiules energijos taupymo galimybes. Kad valstybės narės skatintų taikyti energijos vartojimo efektyvumo priemones, jos turėtų nustatyti palankią sistemą, kuria MVĮ būtų siekiama teikti techninę pagalbą ir

tikslinę informaciją. Valstybės narės turi atkreipti į MVĮ dėmesį per atitinkamas atstovaujamas organizacijas į konkrečius pavyzdžius, kaip energijos naudojimo vadybos sistemos gali padėti joms vykdyti veiklą.

Valstybės narės turi diegti auditorių mokymo programas, kuriomis MVĮ būtų skatinamos atlikti energijos vartojimo auditą ir paskui įgyvendinti šio audito rekomendacijas. Turi būti numatytos MVĮ paramos programos, kad jos galėtų vykdyti ir įgyvendinti energijos vartojimo auditą. Remiantis skaidriais ir nediskriminaciniais kriterijais valstybės narės turi nustatyti paramos sistemas MVĮ, apimančias savanoriškus susitarimus, kad būtų padengtos energijos vartojimo audito ir jame siūlomų ekonomiškai efektyviausių energijos vartojimo rekomendacijų įgyvendinimo sąnaudos. Be to, valstybėms narėms aiškiai leidžiama taikyti paskatas ir paramos programas MVĮ energijos vartojimo audito ir panašių priemonių rekomendacijoms įgyvendinti.

Panašios priemonės – tai energijos arba aplinkos vadybos sistemos, kurios įgyvendinamos vienos arba pagal savanorišką susitarimą, lygiavertės energijos vartojimo auditui [47] [43] [4] [15].

Energetinio audito didelėse ir mažose įmonėse skirtumų analizė leidžia daryti išvadą, kad audito skatinimas yra svarbus tikslas, juo šalinamos kliūtys ir trūkumai trukdantys įgyvendinti energetinio audito vartojimo efektyvumą. Tokiu būdu šalinamos tokios kliūtys kaip namų ūkių ir MVĮ

informuotumo ir patirties stoka, mažai apmokytų specialistų ir didelės pradinės įgyvendinimo sąnaudos. Energijos auditai MVĮ yra reikšmingai naudingi. Apskaičiuotas energijos audito poveikis pastatų energiniam naudingumui yra teigiamas ir statistiškai reikšmingas beveik visiems MVĮ dydžiams. Akivaizdu, jog šis poveikis mažėja, kai įmonės dydis yra mažesnis, o tai rodo, kad informacija apie energijos auditą yra labai svarbi mažesnėms MVĮ nei didelėms įmonėms. Didelėms įmonėms informacijos asimetrija gali būti mažesnė, nes jie dažniau vertina ir naudojami egzistuojančiu energijos auditu. Tam yra įvairių priežasčių: masto ekonomija, energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės, techninių arba finansinių išteklių prieinamumo galimybė, įmonių informacijos lygio pasiekiamumas, sandorio sąnaudos, kurios yra pripažintos pagrindiniais veiksniais organizacijose priimant sprendimus dėl energetinio audito efektyvumo.

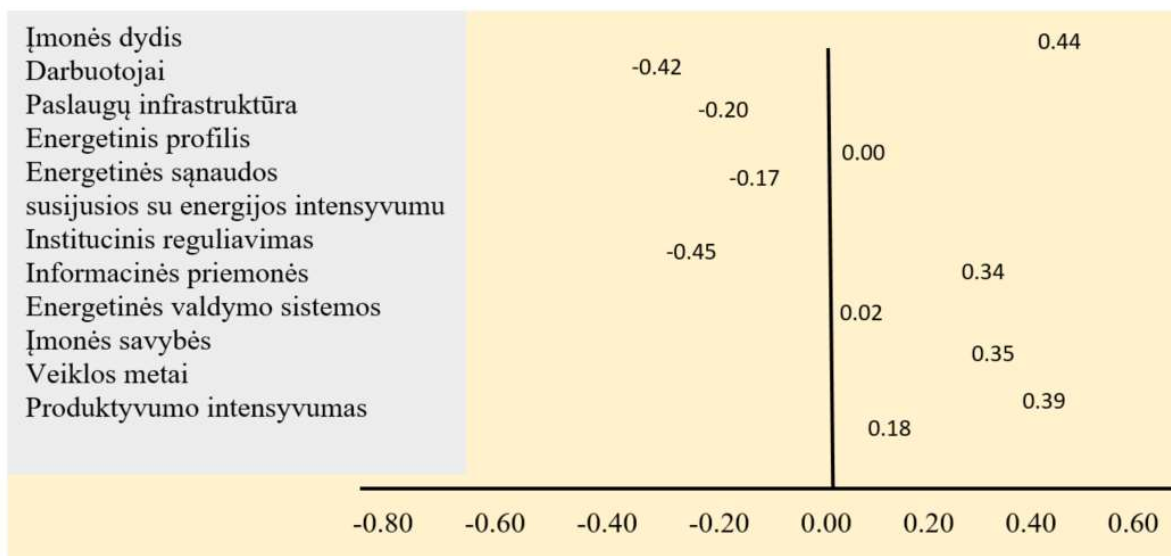
#### **1.4. Atlikti tyrimai**

Europos investicijų banko<sup>1</sup> specialistai, mokslininkai F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] paskelbė baigtų mokslinių tyrimų rezultatus – kaip energijos auditas skatina investicijas į mažų, vidutinių (MVĮ) ir didelių įmonių energijos vartojimo efektyvumą.

2 paveiksle pateikti mokslininkų skaičiavimai rodo, kad sprendimus dėl energijos audito užbaigimo lemia tvirtos ypatybės, tiek didelėms įmonėms, tiek MVĮ. Remiantis analizės rezultatais, svarbiausias veiksnys šiame procese yra įmonės dydis. Šis koeficientas rodo, kad didėjant dydžiui didėja polinkis auditui (dydžio poveikis). Pagrindinė šių sprendimų varomoji jėga galėtų būti santykinė energijos sąnaudų svarba. Šie skaičiavimų rezultatai patvirtina ankstesnes daugelio šalių empirines išvadas.

---

<sup>1</sup> *Europos investicijų bankas (Liuksemburgas) yra nepriklausoma ES institucija. Jis teikia paskolas ir garantijas investiciniams projektams. Pagrindinis EIB uždavinys – ekonomiškai silpnėsių rajonų plėtros parėmimas. Teikiant finansavimą daugiausiai dėmesio skiriama smulkų ir vidutinių įmonių projektams.*



2 pav. Apskaičiuoti audito dalyvavimo koeficientai [29]

Mokslininkai pažymėjo, kad energetiniai audita teigiamai veikia sprendimus pradėti investicijas į energijos vartojimo efektyvumą. Jie vadovavosi Europos investicijų banko apklausų metu surinktais duomenimis, kuriuose buvo pateikta informacija iš ES 28 valstybių narių.

Gauti tyrimo rezultatai leido mokslininkams padaryti išvadas, kad energetinis auditas yra naudinga priemonė, siekiant įveikti informacinės kliūtis ir palengvinti investicijas į energijos vartojimo efektyvumo priemones. Todėl, remiantis tyrimo rezultatais galima teigti, kad informacinės kampanijos yra viena iš veiksmingiausių prieinamų priemonių, tarp kitų priemonių (reguliavimo, finansinių ir savanoriškų susitarimų), skatinančios energetinį auditą.

Projekto autoriaus nuomone, šių tyrimų rezultatai yra svarbesni mažoms įmonėms ir investicijoms į apšvietimą, sienų izoliaciją, efektyvesnę langų izoliaciją, šildymo sistemos keitimą ir t.t., nei į gamybos procesus, kur didžiąją dalį nuostolių sudaro technologiniai nuostoliai, t. y. nuostoliai dėl pasenusių ir nenašių technologijų bei įrengimų naudojimo, neracionalaus gamybos proceso bei energetikos ūkio organizavimo.

Remiantis atliktais tyrimais F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] daro išvadą, kad pramonė yra mažiau tiriama sritis dėl duomenų trūkumo, lyginant su namų ūkiais. Dažniausiai ši kliūtis energijos vartojimo efektyvumui yra susijusi su:

- dideliais informacijos srautais;
- paslėptomis išlaidomis;
- finansine ir technologine rizika;
- kapitalo rinkos apribojimais;
- organizacinio požiūrio nuostatomis;
- ir kitomis sąnaudomis.

Tyrimams buvo pasitelkta ekonometrinė ir kitos mokslinių tyrimų metodikos. Remiantis ekonometrinės metodikos skaičiavimais buvo nustatytas energetinio audito vaidmuo, skatinantis energijos vartojimo efektyvumo priemones. Empiriniai kintamieji leido įvertinti polinkį atlikti

energijos auditą. Struktūriniai kintamieji, įskaitant dydį, ekonomikos sektorių ir vietą, taip pat organizacijų ypatybės, pavyzdžiui, energijos intensyvumas ir energijos kainos atskleidė svarbią informaciją apie organizacijų pastangas ir orientaciją į inovacijas. Galiausiai, atsižvelgiant į struktūrinius kintamuosius, daugiašaliais metodais pagrįsti tyrimai leido apsvarstyti tokius aspektus, kaip rinkos ypatybės ir sunkumai, kurie susiję su investicijų finansavimu.

Remiantis F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] skaičiavimais, didesni energijos vartojimo audito dalyvavimo veiksniai yra didesnės energijos sąnaudos, našumas ir kapitalo intensyvumas. Analizė apima du kintamuosius energijos sąnaudų efektui nustatyti: lūkesčiai dėl aukštesnių energijos kainų ir energijos intensyvumo rodo teigiamus koeficientus. Panašiai teigiami koeficientai dokumentuoja įmonės našumo ir kapitalo intensyvumo laipsnį. Energetiniams auditams organizacijoje skiriama daugiau dėmesio, kai didelės energijos kainos verčia apsvarstyti visas galimas energijos sąnaudų mažinimo priemones, kad jos išliktų konkurencingos. Nepaisant energijos sąnaudų dydžio, palyginti su pridėtine verte, padidėjusios energijos sąnaudos neigiamai veikia pramonės šakos rezultatus ir konkurencingumą, dėl to sumažėja gamyba ir kai kuriais atvejais priimamas sprendimas perkelti ją į užsienį. Kita vertus, padidėjęs energijos vartojimo efektyvumas teigiamai ir tiesiogiai veikia įmonės bendrąsias sąnaudas, o tai dažnai lemia didesnę našumą ir savo ruožtu padidina pelną.

Pradėti ir baigti energetinį auditą linkusios ir naujoviškos organizacijos. Šį sprendimą gali lemti ne tik finansiniai ir veiklos tikslai, bet ir dideli aplinkosaugos siekiai. Dauguma jų į savo gamybos funkciją įtraukia energijos vartojimo efektyvumo elementus kaip priemonę „energijos vartojimo efektyvumui“ įveikti. Naujoviškoms organizacijoms energijos audito metu teikiama informacija atlieka esminį vaidmenį, įveikiant esamus rinkos poreikius ir elgesį, ypač kai energijos audito metu nustatomi vis didėjantys ekologiniai reikalavimai, į kuriuos atsižvelgiant užtikrinamas organizacijos ilgaamžiškumas ir galima sutaupyti daug lėšų.

Tyrimo rezultatai parodė, kad skatinti energetinį auditą daro kiekvienos ES valstybės politika ir tam skiriamos priemonės. Valstybės, kurios sėkmingai perkėlė ES energetinio vartojimo efektyvumo direktyvų reikalavimus į savo nacionalinius teisės aktus, padarė teigiamą įtaką įmonių sprendimams atlikti energetinį auditą. Teigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį energetinio audito sprendimams daro investicijomis pagrįstos paskatos, pavyzdžiui, mokesčių lengvatos, subsidijos ir paskolos.

Energetinio audito tikimybė taip pat susijusi su organizacijos akcijų ar nuosavybės struktūra, kapitalo atsargomis. Todėl, norint nustatyti galimų intervencijų į energijos taupymo potencialą ir su tuo susijusias išlaidas, energetinis auditas tampa neišvengiamas. Ypač, jei tai liečia didesnes tarptautines organizacijas, turinčias dukterines įmones.

Remiantis šiais tyrimų rezultatais F. Kalantzis ir D. Revoltella [29] daro išvadą, kad prieiga prie ES priemonių finansavimo, skirtų klimato kaitai sušvelninti tai pat daro reikšmingą įtaką energetinio audito poreikiui skatinti. Rezultatai rodo, kad energijos audito nauda nustoja egzistuoti, kai organizacijos yra ribotos. Tai reiškia, kad riboti kapitalo ištekliai verčia organizacijas atsisakyti arba atidėti energijos vartojimo efektyvumo investicijas, nepaisant naudos, kurią siūlo energetinis auditas. Todėl politikos formuotojai turėtų atkreipti dėmesį į mažąsias ir vidutines įmones, kad jie galėtų lengviau gauti finansavimą, skirtą klimato kaitai sušvelninti, ir kad investicijos į energijos vartojimo efektyvumą būtų patrauklesnės lengviau išnaudojant energijos vartojimo efektyvumo nepanaudotą potencialą.

Energetinis auditas verslo organizacijoms buvo skatinamas jau daugiau nei keturis dešimtmečius, tačiau dar nebuvo atliktas panašaus dydžio veiklos vertinimas. Siekiant išspręsti šią spragą mokslininkai J. Schleich ir T. Fleiter [47] ištyrė Vokietijos energetikos audito programos, apimančios daugiau nei 1400 mažų gamybos ir ne gamybos organizacijų, poveikį. Buvo sujungti ir analizuojami kito, lygiagrečiai atlikto tyrimo rezultatai, kuriame dalyvavo daugiau nei 2000 organizacijų. Abu energetinio audito tyrimai grindžiami dviejų Vokietijoje vienu metu atliktų tyrimų duomenimis, kurie apėmė identiškus klausimų apie audito programos dalyvavimą ir papildomų energijos vartojimo efektyvumo priemonių priėmimą. Abiejuose tyrimuose buvo pateikti vienodi klausimai dėl energijos vartojimo efektyvumo priemonių, apimančių energinį optimizavimą.

Iki šiol tik keletas tyrimų bandė įvertinti energijos audito programų, susijusių su technologijų diegimu, efektyvumą. Paprastai šie tyrimai remdavosi subjektyviais vertinimais, kurie renkami per apklausas, todėl respondentai buvo linkę į socialinį šališkumą. Šiame tyrime mokslininkai bandė panaikinti tokią spragą. Abiejuose tyrimuose buvo renkama informacija apie energijos vartojimo efektyvumo priemonių taikymą pramonėje ir kombinuotoje prekybos bei paslaugų sektoriuje bei analizuojami patikimais moksliniais metodais. Darbuotojų skaičius apibrėždavo organizacijos dydį. Tyrimo rezultatai parodė, kad didesnių organizacijų efektyvumo įgyvendinimo priemonių tendencijos buvo geresnės, nes jos turėjo daugiau technologinių ir finansinių išteklių. Be to, didesnės organizacijos galėjo geriau paskirstyti technologijų diegimo riziką ir lengviau skirti auditui finansavimą. Tokios organizacijos buvo labiau linkusios priimti energijos vartojimo efektyvumo priemones, kontrolę ir optimizavimą.

Šiame tyrime J. Schleich ir T. Fleiter [47] empiriškai tyrė ir analizavo Vokietijos energetikos audito programos poveikį dėl energijos vartojimo efektyvumo priemonių, kurių imasi organizacijos, veikiančios pramonės ir ne gamybos sektoriuose. Rezultatai taip pat parodė, ar audito efektyvumas šiuose sektoriuose skiriasi. Kadangi ši programa subsidijuoja tiek paprastus, tiek išsamesnius energijos auditus, buvo tiriamas ir audito intensyvumo santykinis veiksmingumas.

Audito grupėje dalyvavo nepriklausomi profesionalūs energetikos auditoriai, kurie atliko Vokietijos programos finansuojamus auditus vietoje. Dotacijos buvo skirtos tiek paprastiesiems, tiek išsamiems auditams. Paprastas auditas atliekamas ne vėliau kaip per dvi dienas ir daugiausia dėmesio skiriama pagrindinių energijos taupymo galimybių ir matavimų nustatymui audituojamose vietose. Jos skirtos ypač toms organizacijoms, kurios naudoja mažai energijos ir turi gana paprastas energijos sistemas. Išsamūs auditai finansuojami iki dešimties dienų ir apima išsamesnę analizę, išsamią stebėseną ir išsamius veiksmų planus bei rekomendacijas. Paprastas auditas buvo subsidijuojamas iki 80 proc. energijos auditoriaus dienos normos, bet ne daugiau kaip 640 eurų per dieną. Detaliam auditui finansavimas buvo skirtas 60 proc. kasdienio audito normos, bet ne daugiau kaip 480 eurų per dieną. Taigi maksimalus paprasto audito finansavimas buvo 1280 eurų, o detalus auditas – 4800 eurų. Per energetinio audito programą buvo finansuojama daugiau kaip 24 300 organizacijų.

Remiantis tyrimo rezultatais mokslininkai padarė išvadą, kad Vokietijos energetikos audito programa labiau pagreitino energijos vartojimo efektyvumo priemonių taikymą smulkaus verslo organizacijose. Didelėse organizacijose energetinio audito efektyvumas padidėjo iki tam tikro lygio, proporcingai su organizacijos dydžiu. Nors keli ankstesni tyrimai, kuriuose įvertintas energijos audito poveikis organizacijų, naudojančių energiją taupančias technologijas, pasitikėjimas yra subjektyvus, mūsų išvadose pateikiami patikimesni įrodymai, susiję su energijos audito veiksmingumu, pažymėjo J.



Schleich ir T. Fleiter [47]. Išvados yra tvirtos ir skaičiavimais argumentuotos visuose tyrimo etapuose.

Šiame tyrime J. Schleich ir T. Fleiter [47] auditų poveikį energijos vartojimo efektyvumui analizavo remdamiesi Roy–Rubin rezultatų vertinimo sistema [42] [45]. Remiantis svertinėmis priemonėmis tyrimo rezultatai gauti statistiškai reikšmingi ir patikimi, taikytas algoritmas ir atlikti skaičiavimai davė patikimus rezultatus pagal įvairius bendrus ir įvairius suderintų audito grupių organizacijų rinkinius [47].

Remiantis šių tyrimų rezultatais daroma išvada, kad sprendimus dėl energijos audito užbaigimo lemia rinkos sąlygos ir nacionalinė politika tiek didelėms įmonėms, tiek MVĮ. Svarbiausias veiksnys šiame procese, remiantis dominuojančios analizės rezultatais, yra organizacijos dydis. Konkrečiai, dydžio koeficientas rodo, kad didėjant dydžiui didėja polinkis atlikti ir užbaigti energijos auditą (dydžio poveikis). Pagrindinė šių sprendimų varomoji jėga galėtų būti santykinė energijos sąnaudų svarba gamybos funkcijai. Sektorių skirtumai yra labai svarbūs nustatant, ar organizacija atliks energijos auditą. Šių tyrimų rezultatai parodė, kad gamybos ir paslaugų sektoriuose veikiančios organizacijos, labiau linkusios atlikti energetinį auditą nei statybos sektoriuose. Šie rezultatai patvirtina ankstesnes daugelio šalių empirines išvadas.

## 2. Metodinė dalis

Projekto autorius konstatuoja, kad metodinė energetinio audito efektyvumo verslo organizacijose projekto dalis paremta trijose skirtingose įmonėse atliktų auditų metu naudota metodika. Tai reiškia, kad šie audito atlikimo metodai tinkamiausiai atskleidžia energetinio audito efektyvumą.

### 2.1. Tyrimo metodikos pagrindimas

Audito metodologija plačiai nagrinėjama tiek užsienio, tiek Lietuvos autorių mokslinėje literatūroje, tačiau išsamių studijų, kuriose būtų sistemingai analizuojamas energetinio audito efektyvumas verslo organizacijose nėra daug. Energetinio audito metodologija taip pat nėra iki galo iširta ir aiškiai susisteminta. Energetinis auditas yra svarbus visoje audito sistemoje, nes jis yra dalis vertinimo proceso, kuriuo auditoriai atskleidžia tobulintinas organizacijos veiklos ir efektyvumo sritis. Todėl analizuojant energetinio audito efektyvumą minėtoje bendrovėse suformuotas audito sistemos pagal funkcinių požymių modelis, identifikuoti audito atlikimo būdų pranašumai ir trūkumai, pateiktos energetinio efektyvumo tobulinimo rekomendacijos.

LR Energetikos ministro įsakymu 2019 m. gruodžio 10 d. Nr. 1-319 „Dėl energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodikos patvirtinimo“ pateiktas reglamentas, kuris nustato energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose etapus ir šio audito ataskaitos parengimą. Išsamiojo energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito tikslas – įvertinti inžinerinių sistemų būklę, nustatyti veiksnius, lemiančius energijos ir šalto vandens sąnaudas, parinkti tinkamas priemones, kurių įgyvendinimas leidžia sumažinti ne tik pastato energijos ir šalto vandens sąnaudas, bet ir pagerinti komfortines sąlygas, padidinti pastato ar atskirų jo dalių gyvavimo trukmę. Metodikoje pateiktos pagrindinės sąvokos bei apibrėžtys, energetinio audito atlikimo etapai ir nuorodos į teisės aktus ir standartus reglamentuojančius energetinio audito efektyvumą verslo organizacijose (žr. 1 priedą).

Veiksmų plane pateikiamas LR energijos taupymo tikslas, šiam tikslui siekti numatytos energetinio audito efektyvumo priemonės, kurių vienas iš rezultatų – galutinės energijos taupymas, aprašymas, pagal kiekvieną efektyvumo politikos derinį, kur energijos numatoma sutaupyti iki 2020 metų, taikomos matavimo ir apskaičiavimo metodikos, naudojamos sutaupytos energijos kiekiui apskaičiuoti aprašymas, energijos vartojimo audito ir energijos vadybos sistemos rekomendacijos.

Bendras pagal priemones sutaupyta energijos kiekis iki 2020 metų, skaičiuojant suminiu metodu, yra 3 932,5 GWh, tai sudaro 33,7 proc. nuo 11,67 TWh privalomo sutaupyti energijos. Kainų elastingumo dydžiai paimti iš Europos Komisijos (EK) užsakymu kompanijos Europe Economics atliktos Nacionalinių finansinių priemonių ir tyrimo metodikų, skirtų įgyvendinti Energijos vartojimo efektyvumo direktyvos 7 straipsnį, vertinimo ataskaitos [16].

Šis tyrimo metodas pateikia nacionalinio orientacinio energijos vartojimo efektyvumo tikslo ir bendro galutinio energijos suvartojimo taupymo rodiklio skaičiavimo prielaidas, šiuo metodu atskleidžiami pakankamai patikimi rezultatai.

Pagrindžiant tyrimo metodiką taikomos apskaičiavimo metodikos. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės finansiniai rodikliai ir jų apskaičiavimo metodai yra vertinami vadovaujantis LRV Energijos išteklių ir energijos efektyvaus vartojimo stebėsenos tvarkos aprašu, patvirtintu

Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2016 m. kovo 30 d. nutarimu Nr. 332. Energijos išteklių ir energijos efektyvaus vartojimo stebėseną apima pastatuose, įrenginiuose, technologiniuose procesuose ir transporto priemonėse įdiegtų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių vertinimą, rezultatų apibendrinimą ir prognozavimą.

Vertinant sutaupyta energiją, pasiektą taikant efektyvumo priemones, kurių poveikis yra galutinės energijos suvartojimo mažinimas, taikoma tyrimo metodika, kuri leidžia apskaičiuoti sutaupyta energiją, kai atliekamas įrenginių techninių parametrų vertinimas. Toks metodas gali būti naudojamas tik tada, kai sunku arba neproporcingai brangu nustatyti patikimus konkretaus įrenginio matavimo duomenis, arba kai vadovaudamiesi nustatytais metodikomis ir kriterijais, tai atlieka kvalifikuoti auditoriai, kurie yra nepriklausomi nuo efektyvumo priemonės įgyvendinančių šalių.

Sutaupytas energijos kiekis skaičiuojamas atskiroms energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonėms metodu „nuo atskiro prie bendro“. Naudojant šį metodą „nuo atskiro prie bendro“ vertinamas sutaupytas energijos kiekis dėl kiekvienos atskirai įgyvendintos energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės, sumuojant jomis pasiektus energijos sutaupymus.

Siekiant energetinio efektyvumo, auditoriai naudoja šias sutaupymų skaičiavimo metodikas:

- numanomai sutaupytas energijos kiekis (deemed savings);
- išmatuotas sutaupytas energijos kiekis (metered savings);
- moduluotas sutaupytas energijos kiekis (scaled savings), naudojant inžinerinius skaičiavimus [44].

Numanomai sutaupyto kiekio metodas taikomas, atsižvelgiant į nepriklausomai stebėto ankstesnio energijos vartojimo efektyvumo padidėjimo panašiuose įrenginiuose rezultatus. Pavyzdžiui, tai gali būti sutarimas, kad individualios apskaitos pas šilumos vartotojus įrengimas sutaupo apie 20 proc. šilumos. Tokiu atveju, nevertinami konkretūs sutaupymai kiekvienu atveju, o daroma prielaida dėl numanomai sutaupyto energijos kiekio. Išmatuotas sutaupytas energijos kiekis nustatomas, matuojant ir apskaičiuojant suvartojimą prieš ir po to, kai buvo įgyvendintos viena ar daugiau energijos vartojimo priemonių.

Energijos efektyvumas gali būti fiksuojamas atliekant energijos vartojimo auditą prieš ir po to, o taip pat atliekant ir įvairius matavimus (atitvarų varžos). Šiuo atveju skaičiavimams jau naudojama ne numanoma sienų varža, o faktinė. Šis metodas taikomas tada, kai sunku arba neproporcingai brangu nustatyti patikimus konkretaus įrenginio matavimo duomenis [49] [41] [16] [37] [44] [35].

Atlikto audito technologiniuose procesuose ir įrenginiuose tekstilės bei pieno pramonės įmonėse, buvo taikyti tiesioginis ir atvirkštinis audito skaičiavimo metodas. Tiesioginis metodas – kai nuostoliai dėl degimo produktų tiesiogiai priklauso nuo degimo produktų temperatūros ir oro pertekliaus koeficiento. Įrenginio naudingumo koeficientas (bruto) apskaičiuojamas kaip santykis tarp naudingai pagamintos šilumos kiekio ir sudeginto kuro šilumos kiekio. Atvirkštinis metodas – kai naudingumo koeficientas apskaičiuojamas įvertinus visus susidarančius nuostolius.

Šiluma, išsiskyrusi degant kurui, yra sunaudojama naudingai šilumai gauti, garui gaminti arba vandeniui šildyti. Ne visa kuro degimo šiluma yra naudingai sunaudojama. Energijos generavimo įrenginiuose susidaro įvairių šilumos nuostolių. Išskiriami tokie pagrindiniai rodikliai ir nuostoliai:

- $Q_1$  – naudingas šilumos kiekis;

- $Q_2$  – šilumos kiekis, prarandamas su degimo produktais (dūmais);
- $Q_3$  – šilumos kiekis, prarandamas dėl nevysiško cheminio kuro sudegimo;
- $Q_4$  – šilumos kiekis, prarandamas dėl nevysiško mechaninio kuro sudegimo;
- $Q_5$  – šilumos kiekis, prarandamas nuo karštų įrenginio išorinių paviršių;
- $Q_6$  – šilumos kiekis, prarandamas su šalinamu iš kūryklos šlaku ir pelenais.

Be išvardytų nuostolių, susidarančių tiesiogiai energijos generavimo įrenginiuose (katiluose), katilinėse papildomai susidaro įvairių nuostolių. Tai nuostoliai dėl įvairių išlakų, tokių kaip išgaros iš deaeratoriaus, katilų prapūtimų su šalinamu į kanalizaciją karštu vandeniu ir susidarančiu antriniu garu. Visi šie nuostoliai gali būti pažymėti  $Q_{isl}$ .

Katilinėse taip pat sueikvojama dalis kuro savo technologinėms reikmėms, pavyzdžiui, mazuto šildymui rezervuaruose, išpurškimui gariniu būdu, katilų paviršių apipūtimas. Visos šios sąnaudos yra žymimos  $Q_{san}$ .

Katilo šilumos balansas:

$$Q_{disp} = Q_1 + \sum Q_n \text{ (kJ/kg s.k.)}; \quad (1)$$

čia  $Q_{disp}$  – kūrykloje disponuojama šiluma;

$Q_1$  – naudinga šiluma;

$\sum Q_n$  – visų susidarančių nuostolių suma.

Įrenginio naudingumo koeficientas (bruto) apskaičiuojamas kaip santykis tarp naudingai pagamintos šilumos kiekio ir sunaudoto kuro degimo šilumos kiekio. Tai ir yra tiesioginis metodas. Tačiau dažnai taikomas atvirkštinis metodas, kai naudingumo koeficientas apskaičiuojamas įvertinus visus susidarančius nuostolius. Toliau pateikiamos tiesioginio ir atvirkštinio metodų išraiškos:

$$\eta_{bruto} = Q_1 / Q_{disp} \times 100 \text{ proc.} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 \text{ (proc.)}; \quad (2)$$

čia  $\eta_{bruto}$  – įrenginio naudingumo koeficientas proc;

$q_n$  – santykiniai nuostoliai, išreikšti procentais, kurie apskaičiuojami absoliutinį atitinkamo nuostolio dydį, išreikštą šiluminiais vienetais, padalijus iš disponuojamos šilumos kiekio:

$$q_n = Q_n / Q_{disp} \times 100 \text{ proc.} \quad (3)$$

Visos katilinės naudingumo koeficientas (neto) apskaičiuojamas iš įrenginio vidutinio naudingumo koeficiento atėmus santykinius nuostolius, susidariusius dėl įvairių išlakų ir santykinės sąnaudas savoms katilinės reikmėms. Bendra išraiška būtų tokia:

$$\eta_{neto} = \eta_{bruto} - \sum q_{isl} - \sum q_{san} \text{ (proc.)}. \quad (4)$$

Remiantis katilo nuostolių skaičiavimo metodika aukštesnė oro padavimo temperatūra lemia didesnę katilo efektyvumą [1] [3].

Tyrimo metodikos pagrindimas leidžia daryti prielaidą, kad pateikti moksliniai metodai, kurių pagrindinė idėja – įvertinti energetinio efektyvumo didinimo galimybes: energetinis auditas, medžiagų ir energijos balansas, kuro ir energijos balansas, švaresnės gamybos diegimo koncepcijos įvykdomumo analizė (techninis, aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas), ir aplinkosauginio veiksmingumo vertinimas. Šie metodai ekonomiškai efektyvūs, o vertinimo metodika taikoma, analizuojant energijos intensyvumo mažinimo galimybes. Svarbiausias vertinimo tikslas yra atlikti

energetinį auditą, nustatantį šilumos ir energijos naudojimo intensyvumą bei identifikuoti problematiką. Todėl būtina taikyti energijos šaltinių ir energijos gamybos analizės metodus, vertinti įvairias sąnaudas. Remiantis skaičiavimo metodikomis būtina apskaičiuoti energijos nuostolius. Aplinkosauginio veiksmingumo įvertinimui būtina taikyti lyginamosios analizės metodą – santykinį aplinkos apsaugos indikatorių.

## 2.2. Skaičiavimo metodika (balanso sudarymas)

Energetinio audito efektyvumo verslo organizacijose techninės analizės metodinį pagrindą sudaro pastato, ar įrenginio energijos galių ir kiekių balansai. Esant nusistovėjusiam energijos vartojimo režimui skaičiuojant į pastatą patenkančius ir jį paliekančius energijos kiekius ar srautus, jie turi būti lygūs. Praktikoje galių balansai, vadinamieji šilumos nuostoliai, nagrinėjami projektinėmis norminėmis sąlygomis. Jie naudingi skaičiuojant statinio inžinerinėms sistemoms reikalingas investicijas, o atliekant balanso sudarymą ir investicijas energijos taupymo priemonėms.

Energetinio audito efektyvumo techninė analizė pagrįsta tam tikro laikotarpio energijos vartojimo skaičiavimais, todėl tikslui pasiekti šioje metodikoje pasirenkama tokia balanso forma. Svarbus yra pasirinkto laikotarpio energijos kiekių (šilumos, elektros, kuro) balansas. Pavyzdžiui, jei į pastatą įeinanti energija gali būti šilumos, elektros ar kuro formos, tai išeinanti energija, kaip įprasta, yra šilumos formos. Pastatų praktikoje sudaromas pastato ar jo dalies šilumos (šiluminės energijos) balansas, o elektros ir kuro kiekių įtaka skaičiuojama kartu su kitokios prigimties šilumos pritekiais. Jei kurios nors sistemos, pavyzdžiui oro kondicionavimo, technologinės, apšvietimo, naudoja ekonomišką vertinimą, o kitu požiūriu - svarbų elektros ar kuro kiekį, reikia atlikti šių sistemų specifinius energetinius auditus. Tuomet jų analizės metodinį pagrindą sudarys atskiros sistemos energijos balansas. Priimant sprendimą dėl energetinio audito efektyvumo tikslinga patikrinti, kokią bendro energijos balanso ir išlaidų energijai dalį sudaro elektra.

Skaičiavimo metodika leidžia nustatyti neatitikimus, kurie turėtų būti traktuojami kaip techninių reglamentų, kitų privalomųjų reikalavimų, norminių aktų nesilaikymas projektuojant, statant pastatą ar įrengiant inžinerines sistemas.

Siekiant balanso, pastato, ar įrenginio inžinerinių sistemų energijos skaičiavimai atliekami pagal šią lygtį:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 - Q_N. \quad (5)$$

Toliau apibūdinami šios principinės energijos balanso lygties nariai.

čia  $Q_1$  – reikalingos energijos kiekis per laikotarpį  $z$ .

Siekiant balanso narių skaičiavimus susieti su funkcinė prigimtimi, jų skaitiniai indeksai turi būti pakeisti šiais raidiniais:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = (t_{in} - t_{ex})z \left( \sum A_i U_i + cp \sum V_j n_j \right). \quad (6)$$

Šio balanso dešiniąja puse išreikštą energijos poreikį kompensuoja panaudota tiekiamą energija  $Q_3$  ir panaudotas pritekis  $Q_2$ . Pritėkio komponentė pagal pobūdį yra daugialypė. Visų pirma bendras disponuojamas pritekis skirstomas į išorinį ir vidinį:  $Q_p = Q_{p, in} + Q_{p, in}$ . Išorinį energijos pritekį sudaro

per neskaidrias atitvaras, per langus patenkanti šiluma, šviesa ir vėsa<sup>2</sup>. Pastate vidinis šilumos pritekis susiformuoja nuo patalpų naudotojų ir ne šildymo ar vėdinimo tikslų. Tokios yra apšvietimo, kitos elektros paskirstymo sistemos kartu su ją naudojančiais prietaisais, karšto vandens paskirstymo ir ruošimo sistema. Tuomet vidinio disponuojamo pritekio išraiška skaičiuojama pagal šią formulę:

$$Q_{p,in} = \sum Q_{p,k} + Q_{p,žm}. \quad (7)$$

Šilumos pritekis prisideda prie patalpų šildymo ir mažina šildymo sistemos apkrovą. Tačiau ši papildoma šiluma nėra išnaudojama iki galo. Panaudotas pritekis yra mažesnis negu disponuojamas. Skaičiavimai rodo, kad kai kurie šilumos pritekio į patalpas komponentai paprastai būna trumpalaikiai, todėl šildymo sistema, kaip gana inertiška, nespėja sureaguoti į sumažėjusį tiekiamos šilumos poreikį ir toliau šildo patalpas tuo pačiu intensyvumu. Šilumos pritekio panaudos koeficientų skaičiavimai priklauso nuo nagrinėjamo laikotarpio trukmės (pavyzdžiui, šildymo sezono, mėnesio). Tuomet panaudotas pritekis energijos balanse skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$Q_2 = Q_{pp} = \Psi_p (Q_{p,ex} + Q_{p,in}). \quad (8)$$

Panaudota energija  $Q_3$  – tai statinio inžinerinėmis sistemomis tiekiamą ir dėl pastato sistemų techninio tobulinimo įgaunama energija:

$$Q_3 = Q_5 - Q_N + Q_{AEI}. \quad (9)$$

Ši lygtis formaliai apskaičiuoja atvejį, nesant sistemų efektyvumo didinimo technologinių sprendinių. Vienas iš esminių, bet ne vienintelis sprendinys, yra vadinamoji šilumos grąža.

Pastato įgaunamos energijos dalis  $Q_4$  susidaro dėl atsinaujinančiosios energijos naudojimo ir sistemų efektyvumo didinimo technologinių sprendinių įdiegimo. Atsinaujinančioji energija  $Q_{AEI}$  – tai iš atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) gauta energija. Šiuolaikinėje praktikoje tai kol kas gana retai pasitaikantis sprendimas, bet jau nagrinėtas tiek metodinių, tiek galimų siūlyti priemonių požiūriu. Šios energijos kiekio nustatymas balanso lygtimi gali pareikalauti specialių matavimų, jei naudojama įranga neturi gaunamos energijos kiekio ir parametrų registravimo. Sistemų efektyvumo didinimo technologinių sprendimų rezultatu skaičiuojama šilumos grąža  $Q_{R,k}$  glaudžiai siejama su pateikta energija  $Q_5$ .

Energijos kiekis  $Q_5$  skaičiuojamas pagal  $Q_5 = \sum Q_{SIS,k}$ . Kiekviena statinio inžinerinė sistema energijos balanso požiūriu skaičiuojama tokia lygtimi:

$$Q_{SIS,k} = Q_{F,k} + Q_{R,k} + Q_{N,k} \quad (10)$$

čia  $Q_{SIS,k}$  pateikta energija numatyta funkcijai apskaičiuoti.

Skaičiavimo metodikos ir balanso sudarymo tikslas sumažinti išlaidas ir siekti energetinio efektyvumo. Todėl atliekant auditą taikoma ši lygtis, atitinkanti energijos balanso lygtį:

$$\sum Q_{šV,f} = (t_{in,f} - t_{ex,f}) \sum V_j n_j - \Psi_p (Q_{p,ex} + Q_{p,in}) - Q_{AEI} - \sum \Psi_{R,k} Q_{NR,k} + \sum Q_{Nf,k} \quad (11)$$

Šios lygties kairėje esantis narys  $\sum Q_{šV,f}$  lygus faktiniam suvartojamos energijos kiekiui per analizuojamą laikotarpį  $z_f$ , esant vidutinių faktinių vidaus ir lauko oro temperatūrų skirtumui tuo laikotarpiu

<sup>2</sup> Šioje metodikoje projektavimo metu natūralaus ir dirbtinio apšvietimo derinimo energetiniai aspektai nenagrinėjami, o šviesos pritekis energiniame balanse nevertinamas.

$(t_{in,f} - t_{ex,f})$ . Sandauga  $(t_{in,f} - t_{ex,f}) z_f$  energetinio skaičiavimo praktikoje vadinama dienolaipsniais. Šiuo atveju yra faktiniai dienolaipsniai,  $z_f$  išreiškiami paromis. Jei kitais lygties nariais energija vertinama kWh ar kartotiniu dydžiu,  $z_f$  ji turi būti skaičiuojama valandomis. Be to, tokias lygtis auditoriai sudaro kiekvienam šildymo sezono mėnesiui, arba kitiems laikotarpiams, pagal turimus temperatūrų ir suvartotos energijos duomenis [25] [47] [30] [23] [24].

Šios lygtys leidžia analizuoti energetinio taupymo priemonių efektyvumą, todėl metodiškai energijos galių ir kiekių balansai turi būti skaičiuojami norminėmis sąlygomis.

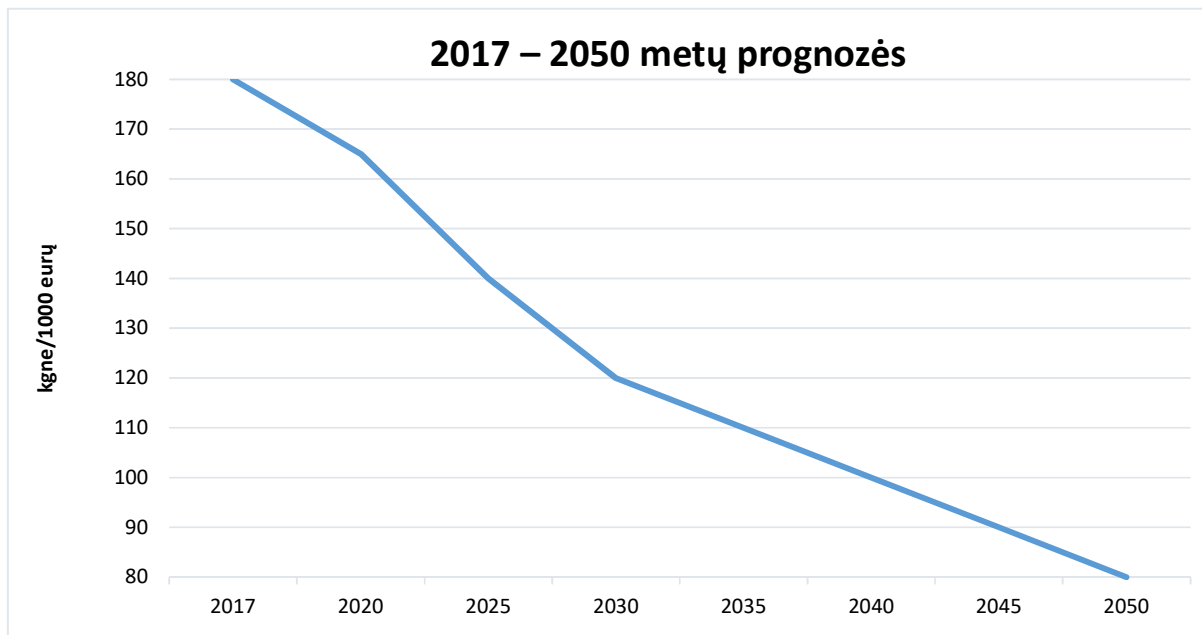
### **2.3. Ekonominio efektyvumo įvertinimas**

Kiekvienos šalies energijos vartojimo efektyvumas vertinamas pagal pirminės ir galutinės energijos intensyvumą, kuris nurodo, kiek energijos sąnaudų teko konkrečiam kiekiui prekių ir paslaugų šalyje sukurti, pagal šalies ūkio energijos sąnaudų ir BVP santykį. Energijos intensyvumas – tai sunaudotos pirminės energijos kiekis vienam bendrojo vidaus produkto (BVP) vienetui sukurti. Jis matuojamas tne/mln. eurais. Norint įvertinti energijos efektyvumą įvairiose šalyse, BVP perskaičiuojamas palyginamosiomis kainomis, o nacionalinės valiutos vertinamos pagal oficialų jų kursą [9].

Energijos vartojimo efektyvumo didinimas – vienas iš svarbiausių ES ir Lietuvos nacionalinių tikslų. Didžiausias energijos vartojimo efektyvumo didinimo potencialas įvertinus efektyvumo priemonių ekonominį pagrįstumą yra pramonės, pastatų ir transporto sektoriuose. Pramonės sektoriuje energijos sąnaudos vertinant gaminio savikainą išlieka didelės ir yra 20 proc. didesnės negu ES vidurkis, todėl, norint mažinti energijos sąnaudas ir didinti įmonių konkurencingumą, būtina diegti efektyvesnes ir modernesnes technologijas bei energijos vartojimo vadybos priemones [11].

Daugiabučiams gyvenamiesiems pastatams Lietuvoje sunaudojama daugiausia šilumos energijos, t. y. 54 proc. galutinės suvartojamos šilumos energijos. Būtent šioje srityje, kuri sudaro 60 proc. visų Lietuvos pastatų fondo pagal plotą, pastebimas didžiausias šilumos energijos kiekio taupymo potencialas.

Transporto sektoriuje suvartojama apie 38 proc. visos galutinės energijos, todėl būtina šiame sektoriuje didinti energijos suvartojimo efektyvumą ir įvertinti susijusias energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones.



3 pav. Energijos intensyvumo mažėjimo ir efektyvumo didėjimo prognozės [57]

Vertinant ekonominį efektyvumą būtina užtikrinti, kad iki 2030 metų pirminės ir galutinės energijos intensyvumas būtų 1,5 karto mažesnis negu 2017 metais, o iki 2050 metų – apie 2,4 karto mažesnis negu 2017 metais. Toliau pateikiamos energijos efektyvumo didėjimo prognozės.

Šioje diagramoje (žr. 3 pav.) pateiktos Lietuvos energetikos instituto ir LR energetikos ministerijos [57] energijos intensyvumo mažėjimo ir energijos efektyvumo didėjimo prognozės iki 2050 metų.

Siekiant energijos vartojimo efektyvumo didinimo, būtina įvertinti ekonominio pagrįstumo didinimo tikslus, kur pirmenybė turi būti teikiama ekonomiškai efektyviausioms energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonėms. Kadangi energijos vartotojai, keisdami savo elgseną ir įpročius, gali prisidėti prie energijos vartojimo efektyvumo didinimo, turi būti stiprinamas energijos vartotojų mokymas ir švietimas. Būtina sudaryti sąlygas investuotojams į energijos vartojimo efektyvumo didinimą konkuruoti tarpusavyje dėl ekonomiškai daugiausiai naudos duodančių projektų įgyvendinimo, įvertinant ir vykdant energijos efektyvumo didinimo įpareigojimus.

Įvertinant ekonominio efektyvumo didinimo tikslą būtina užtikrinti nustatytus ES reikalavimus ir iki 2030 metų sutaupyti 5 – 6 TWh energijos. Taip pat būtina sparčiai plėtoti mažai energijos suvartojančias ir energijos vartojimo efektyvumą didinančias pramonės šakas, diegti ir išiegti naujausias bei aplinkai palankias technologijas ir įrenginius.

Įvertinus ekonominio energijos vartojimo efektyvumą transporto sektoriuje, atnaujinti automobilių parką, pereinant prie modernaus ir efektyvaus viešojo transporto, optimizuojant transporto ir alternatyvių degalų panaudojimo infrastruktūrą, ją elektrifikuojant ar naudojant alternatyvius degalus.



Energijos vartojimo audito metu turi būti įvertinti energijos ištekliai ir energijos sąnaudos pastatuose, transporto priemonėse, įrenginiuose ir technologiniuose procesuose ir ekonomiškai pagrindžiamos energijos išteklių bei energijos taupymo priemonės [11].

### 3. Tyrimų rezultatų dalis

#### 3.1. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas tekstilės pramonės įmonėje

Šiame poskyryje atliekama analizė, remiantis tekstilės pramonėje atliktu technologinių procesų ir įrenginių energijos vartojimo auditu.

Remiantis LR Aplinkos ministro įsakymu Nr. D1-754 dėl statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ iš tinklo gaunamos energijos emisijų faktorius priimtas lygus 0,6 kgCO<sub>2</sub>/kWh. Vertinamo laikotarpis 12 metų [33].

Audito metu nustatyta, kad taupant energijos priemones būtina modernizuoti lauko apšvietimo sistemą. Reikia keisti esamą lauko apšvietimą į LED tipo lempas, kurios yra iki 12 kartų efektyvesnės nei kaitinamosios lempos ir tris kartus – nei fluorescencinės lempos [58]. Tokiu būdu investavus 5769,18 EUR, būtų galima sutaupyti iki 673,23 EUR per metus. Lempoms suteikiama 3 metų garantija, galima įsigyti papildomą garantiją, kuri kainuoja 10 proc. nuo bendros pasiūlymo kainos. LED apšvietimas yra kryptinis, todėl šviesos srautas bus nukreiptas reikiamu kampu. Dėl šios priežasties apšvietimo rezultatas bus geresnis nei buvo prieš tai. Prieš ir po lempų keitimo yra vykdomi šviesos srauto matavimai. Yra galimybė rinktis šviesos spalvą nuo šiltai gelsvos iki šaltai baltos spalvos. Lempų kiekiai ir kaina pateikiami 1 lentelėje, o sutaupymų skaičiavimai pateikiami 2 lentelėje.

1 lentelė. LED sprendimai (sudaryta autoriaus)

Eil. Nr.	Galia, W	Kiekis, vnt.	Šviestuvo kaina, vnt. EUR	Darbu kaina, EUR	Suminė kaina, EUR
1	20	9	16,07	50	594,61
2	50	3	32,14	50	246,41
3	50	47	32,14	50	3.860,39
4	50	13	32,14	50	1.067,77

2 lentelė. Sutaupymų skaičiavimas

	El. energijos suvartojimas per metus, MWh	Sutaupymas, EUR per metus	Investicija, EUR	Atsipirkimo laikas, metai
Esama situacija	17,712	-	-	-
Įrengus LED apšvietimą	7,193	673,23	5.769,18	8,57

Skaičiavimai rodo, kad priemonės įdiegimas leidžia sutaupyti elektros energijos apie 10519,00 kWh per metus. Investicijos į taupymo priemonę galėtų sudaryti apie 5769,18 EUR. Priemonės paprastas atsipirkimo laikas siekia 8,6 metų. Projekto GDV (grynoji dabartinė vertė) siekia 528,01 EUR, VGN (vidinė gražos norma) siekia 6 proc.

GVD metodas koreguoja pinigų srautus. GDV yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$GDV = PV - IO \quad (12)$$

čia  $PV$  – dabartinė grynujų pinigų srautų vertė;

$IO$  – pradinė investicija;

VGN skaičiuojama Microsoft Excel aplinkoje pagal šią formulę:

$$VGN = IRR (-LV_0; PS_1; PS_2; \dots PS_5 + LV_5) \quad (13)$$

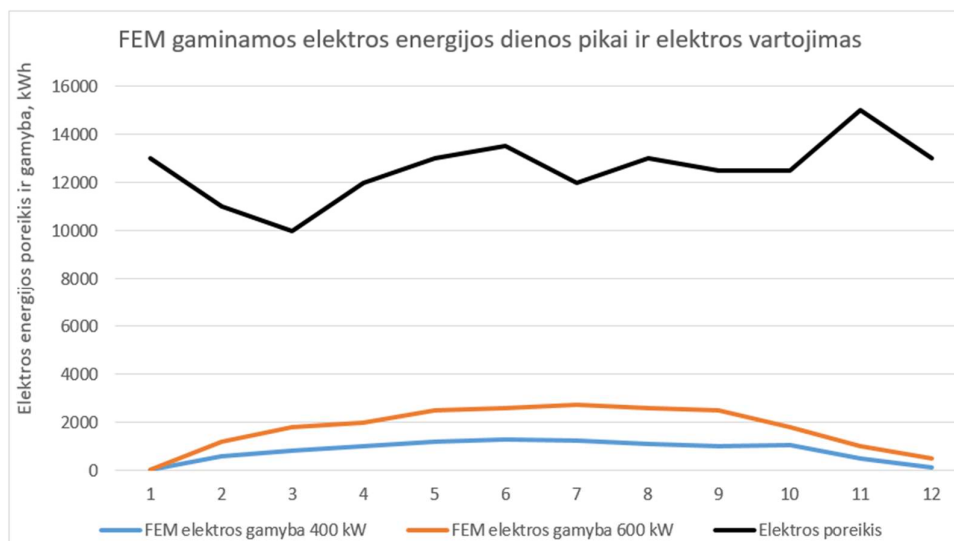
čia  $LV_0$  – ūkio subjekto investuoto kapitalo vertė ataskaitinių metų pabaigoje (ilgalaikis turtas (išskyrus finansinį turtą) + atsargos + biologinis turtas + gautinos prekybos skolos – skolos tiekėjams ir gauti išankstiniai apmokėjimai. Naujo ūkio subjekto investuoto kapitalo vertė ( $LV_0$ ), skaičiuojama iš pradžios balanso, jeigu prieš investicijas nėra ataskaitinių metų finansinės atskaitomybės.

$PS_1; PS_2; \dots PS_5$  – ūkio subjekto planuojamojo laikotarpio metų pagrindinės veiklos pinigų srautų ir investicinės veiklos pinigų srautų suma išreikšta eurais.

$LV_5$  – ūkio subjekto investuoto kapitalo vertė eurais penktaisiais planuojamojo laikotarpio metais (skaičiuojama analogiškai kaip  $LV_0$  iš planuojamojo laikotarpio metų balanso).

Taip pat nustatyta, jog būtina modernizuoti ir vidaus apšvietimo sistemą. Pakeitus esamą patalpų apšvietimą į LED tipo lempas ir investavus 67 077,61 EUR, būtų galima sutaupyti iki 24 675,98 EUR per metus.

Vertinant esamą bendrovės elektros energijos poreikį, buvo nagrinėta galimybė dalį elektros energijos pasigaminti bendrovės teritorijoje, panaudojant saulės energiją. Skaičiuojant reikalingą foto – elektrinių modulių (FEM) maksimalią galią, buvo atsižvelgta į esamą bendrovės elektros energijos poreikį, svyravimą ir metinę saulės apšvietą, optimaliu kampu pasvirusių FEM modulių paviršių. Bendrovės metinis elektros poreikis siekė 5 618 814,00 kWh. Nustatant galimą saulės jėgainės gamybos intensyvumą, pasinaudota ES geografinės informacinės sistemos (GIS) skaičiuoklės sudarytu metiniu saulės apšvietos modeliu. Buvo nustatyta, kad 1 kW monokristalinio silicio saulės jėgainėje galimas pagaminti elektros energijos kiekis yra lygus 934,00 kWh per metus. 400 kW ir 600 kW galios FEM jėgainės maksimalios dienos elektros energijos gamybos palyginimas su bendru elektros energijos poreikiu pateikiamas 4 pav.



4 pav. FEM gaminamos elektros poreikis

Saulės elektrinės techninis gyvavimo laikotarpis siekia 30 metų. FEM efektyvumas dėl nusidėvėjimo krenta apie 0,3 proc. per metus. Preliminari investicija į saulės jėgainę siekia apie 1 036,00 EUR/kW.

Metiniai eksploataciniai ir aptarnavimo kaštai įrengtam kW siekia 125 EUR per metus. Apskaičiuoti skirtingų galių jėgainių suvestiniai rodikliai pateikiami 3 lentelėje.

**3 lentelė.** FEM jėgainių rodikliai

FEM jėgainės galia, kW	Investicija, EUR	Eksploatacinės sąnaudos, EUR	Reikiamas stogo plotas, m <sup>2</sup>	Pagamintos elektros kiekis per metus, kWh	Dalis pagamintos, bet nepanaudotos elektros	Pagaminta metinio energijos poreikio	Vidutiniai metiniai sutaupymai, tūkst. EUR
200	206.800	2.500	2.700	186.800	23 proc.	3,3 proc.	11 – 12
400	414.400	5.010	5.400	373.600	25 proc.	6,7 proc.	23 – 24
600	621.600	7.524	8.100	560.400	30 proc.	10 proc.	34 – 36

Atliekant finansinius skaičiavimus buvo daromos prielaidos, kad FEM jėgainė yra įrengiama be išorinio finansavimo ir atsižvelgta į tai, kad FEM efektyvumas dėl nusidėvėjimo krenta apie 0,3 proc. metus. Instaliuotos galios 200 kW, 400 kW ir 600 kW saulės jėgainių pagrindinių finansinių rodiklių skaičiavimai pateikiami 4 lentelėje.

**4 lentelė.** Saulės jėgainių finansinių rodiklių skaičiavimai

FEM jėgainės galia, kW	Paprastasis atsipirkimo laikotarpis, metai	Grynoji dabartinė vertė, EUR	Vidinė grąžos norma, proc.
200	10,2	8.363,78 Eur	4 proc.
400	12,0	3.910,77 Eur	4 proc.
600	13,1	2.540,77 Eur	4 proc.

Remiantis 4 lentelėje pateiktais duomenimis daroma išvada, kad netaikant išorinio finansavimo saulės jėgainės projektas nėra patrauklus finansiniu požiūriu, todėl būtinas išorinis finansavimas.

Audito metu atlikti oro padavimo matavimai, skaičiuojant garo katilo efektyvumą. Oro padavimo temperatūra siekia 22°C. Tuo tarpu palubėje esanti oro temperatūra yra 35°C. Remiantis katilo nuostolių skaičiavimo metodika temperatūra yra aukštesnė, ji lemia 0,42 proc. didesnę katilo efektyvumą. Atsižvelgiant į tai, kad katilinės atitvarų šiluminė varža nėra gera, šaltuoju periodu paduodama temperatūra gali būti dar mažesnė. Tuo tarpu taupymas įrengus šilumos paėmimą nuo katilinės viršaus gali pasiekti 1 proc. nuo bendrų sąnaudų.



5 pav. Oro matavimai

Todėl auditas siūlo įdiegti oro paėmimo ortakius, kurie orą trauktų nuo katilinės lubų. Taip pat būtina numatyti katilinės ištraukiamo oro ventiliatoriaus sklendės automatinį valdymą pagal temperatūrą. Investicija ortakių įrengimui sudarytų 4 479 EUR.

Siekiant užtikrinti didesnę grįžtančio kondensato kiekį rekomenduojama įrengti nuolatinę automatizuotą pH lygio stebėseną, kuri leistų sumažinti kenksmingų medžiagų patekimą į katilą. Šios energijos taupymo priemonės susijusios su garo šilumokaičių eksploatacija. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad metinis eksploatacijos mokestis siektų 6 000 EUR per metus, o išlaidos vandens paruošimui yra prarandamos su kiekvienu m<sup>3</sup> kondensato.

Parenkant energijos priemones ir siekiant galimų sutaupymų, audito metu identifikuotas garo katilo efektyvumo monitoringas. Nustatyta, jog kelių papildomų garo katilinės automatizavimo sprendinių įgyvendinimas leistų sumažinti energijos išlaidas. Tačiau tam tikri katilo veikimo sutrikimai gali lemti papildomai iki 2 proc. didesnes išlaidas. Todėl daroma prielaida, kad garo katilo įsijungimų, išsijungimų monitoringas, arba modulatoriaus monitoringas leistų greičiau reaguoti į sutrikimus ir išvengti nuostolių dėl efektyvumo sutrikimų.

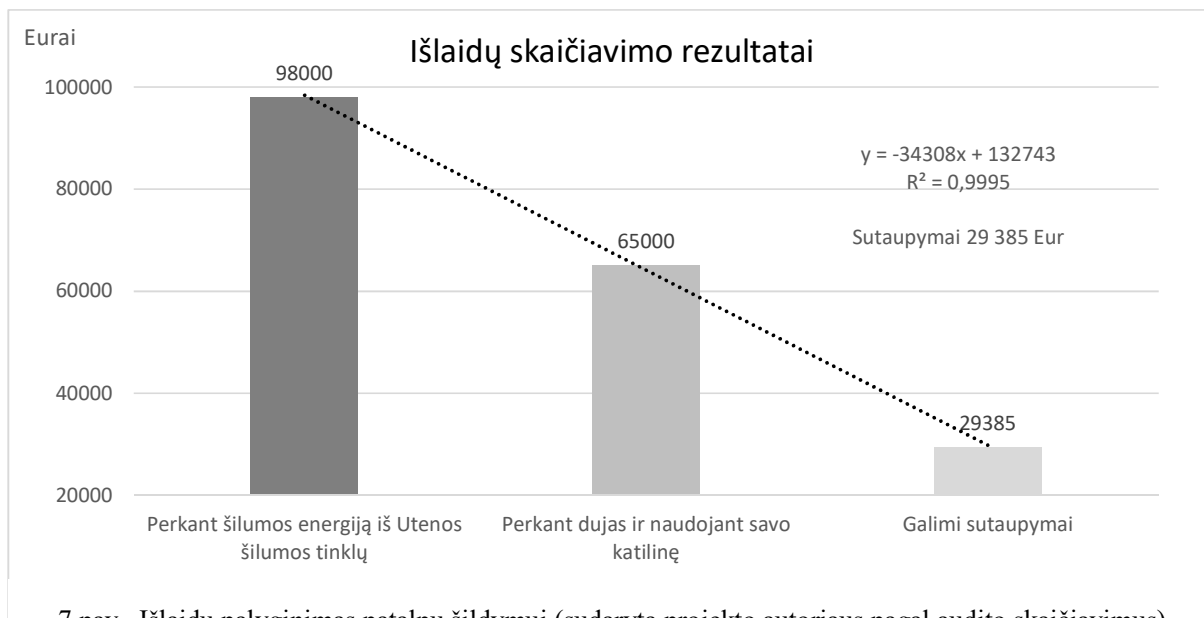
Audito metu nustatyta, kad grįžtantis kondensatas patenka į tarpines talpas esančias šilumos centre. Iš jų, per kondensato aušyklę kondensatas paduodamas į kondensato talpą esančią katilinėje prie 70°C. Tarpinis kondensato bakas yra valdomas pagal užpildymo lygį. Todėl auditas daro prielaidą, kad tarpinio bako užpildymą reiktų reguliuoti pagal vandens papildymą. T. y. prioritetas teikiamas kondensatui ir jeigu minimalus lygis tarpinėje kondensato talpoje yra pasiektas, tik tuomet atidaromas šalto vandens papildymas. Daroma išvada, kad kondensato tiekimas nėra subalansuotas, o naudojamas papildomas vanduo naudojamas neefektyviai. Todėl įdiegus automatinį valdymą galima užtikrinti tolygesnį kondensato grąžinimą. Tam reikia atlikti papildomus naudingumo skaičiavimus, tačiau atlikti paskaičiavimai leidžia daryti išvadą, kad įdiegus automatizuotą nuskaitymo sistemą papildant automatinio valdymu išlaidos siektų 6 300 EUR.



6 pav. katilo našumas

Garo ir kondensato sistema yra sena, dėl nusidėvėjimo nuolat atsiranda vamzdinių trūkiai, patiriami garo nuostoliai. Atsižvelgiant į grįžtančio kondensato temperatūrą (110°C) auditas daro išvadą, kad kondensato indai yra užstrigę, į kondensato sistemą prapučiamas garas. Dėl šių priežasčių garo kondensato sistema yra neefektyvi ir reikalauja papildomų investicijų ir eksploatacinių išlaidų. Paskaičiuota, kad 1 mm<sup>2</sup> plyšys, gaminant garą garo sistemoje pareikalauja papildomų 4 300 m<sup>3</sup> dujų sąnaudų per metus. Jeigu gamykloje visus metus nuolatos yra bent 3 garo nuotėkiai tai gali lemti iki 130 MWh šilumos nuostolių. Remiantis audito skaičiavimais, tokio tipo nuostoliai gali siekti iki 500 MWh per metus. Daroma išvada, kad esami smulkūs garo kondensato sistemos sutrikimai 1 proc. sumažina garo sistemos efektyvumą. Tai lemia papildomus 250 MWh nuostolių per metus. Todėl rekomenduojama investuoti į dažnesnę kondensato indų profilaktiką ir remontą. Paskaičiuota, jog profilaktikai ir remontui per metus papildomai tektų investuoti ne mažiau kaip 7180 EUR. Šios investicijos atsipirktų per 5 metus.

Įmonė patalpų šildymui perka šilumos energiją iš Utenos CŠT (centralizuotų šilumos tinklų). Tačiau atlikus dujų ir iš CŠT tiekiamos šilumos energijos kainų analizę nustatyta, kad įmonė ženkliai sutaupyti šildydamas pastatą šiluma, kuri būtų pagaminta nuosavoje katilinėje.



Remiantis sutartimi su Utenos šilumos tinklais nustatyta, kad tekstilės įmonė nėra įsipareigojęs vartoti šilumos energiją iš CŠT. Audito skaičiavimai parodė, kad įmonė per metus vidutiniškai sutaupyti iki 29 385 EUR, gamindamas šilumą savo katilinėje.

### 3.2. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas pieno pramonės įmonėje

Vertinant audito metu ekonominį efektyvumą pieno pramonės įmonėje, energijos sąnaudos buvo nustatytos pasitelkus MASTECH MS2001 matavimo reples. Buvo išmatuotos elektros energijos imtuvų apkrovos, įvertinti energijos suvartojimai iš įvadinųjų komercinių apskaitos prietaisų, buvo apskaičiuotas ir įvertintas energijos ekonominis efektyvumas.

Technologinio proceso ekonominio efektyvumo vertinimas yra vienas esminių energijos sąnaudas lemiančių veiksnių. Auditas pateikė išvadą, kad technologinių sprendinių ekonominis atsipirkimo laikas gali būti didesnis nei 6 metai.

Audito metu buvo atlikti kompresorinių sistemų efektyvumo skaičiavimai. Gauti rezultatai leidžia daryti išvadą, kad sistemos galia yra sąlyginai nedidelė, todėl ekonomiškai nėra naudinga įrenginėti dažnio keitiklius. Energijos taupymo priemonę diegia ESCO įmonė, kuri visiškai atsako už ekonominį taupymo priemonės efektą. Šiuo atveju ESCO įmonė įdiegia techninę įrangą reikalingą sprendimams įgyvendinti. Pasiektas regeneruojamos energijos kiekis fiksuojamas apskaitos prietaisų pagalba, o ekonominė nauda tam tikromis proporcijomis dalinama ESCO įmonei ir užsakovui.

Viename iš pieno pramonės įmonės filialo šildymo sistemą sudaro elektriniai radiatoriai. Kadangi toks šildymo sistemos tipas yra ekonomiškai neefektyvus, rekomenduojama įrengti oro kondicionavimo įrenginius su šildymo funkcija, tokiu būdu efektyviai išnaudojant elektrą šildymui, o taip pat užtikrinant komfortinę patalpos temperatūrą šiltuoju periodu. Elektros energijos taupymas

lygus 5,4 MWh. Priėmus, kad elektros kaina 0,0815 €/kWh, per metus sutaupymai siektų 440 Eurų, Preliminarus atsipirkimo laikas 6 – 7 metai.

Atlikus šaldymo sistemų matavimus ir išnagrinėjus jų veikimą, buvo nustatyta, kad daugelis kompresorių neturi dažnio keitiklių ir veikia on/off būdu. Atlikus elektros vartojimo vertinimą buvo nustatyta, kad daliai sistemų (kurių elektros vartojimas yra pakankamai didelis) yra ekonomiškai naudinga įrengti dažnio keitiklius, tokiu būdu sutaupant iki 15 proc. metinio elektros vartojimo. Skaičiavimai parodė, kad metinis elektros energijos sutaupymas sudarytų 4 086 eurų. Preliminari investicija į šių sistemų modernizaciją siektų 16 500 Eurų, o atsipirkimo laikas būtų 4,04 metų.

Vertinant ekonominį efektyvumą buvo analizuojami vamzdyno šilumos nuostoliai, skaičiuojant, kad vieno pasterizatoriaus vamzdyno ilgis lygus 50 m, o vamzdyno skersmuo DN65. Audito metu nustatyta, kad pieno pasterizatoriaus karšti vamzdynai yra neizoliuoti, dėl šios priežasties patiriami šilumos nuostoliai, tokiu būdu atgaunama mažiau šilumos ir pasterizacijos. Todėl įrengus vamzdyno šilumos izoliaciją šilumos nuostoliai sumažėtų 3,68 kW ir padidėtų ekonominis efektyvumas.



8 pav. Šilumos punktas

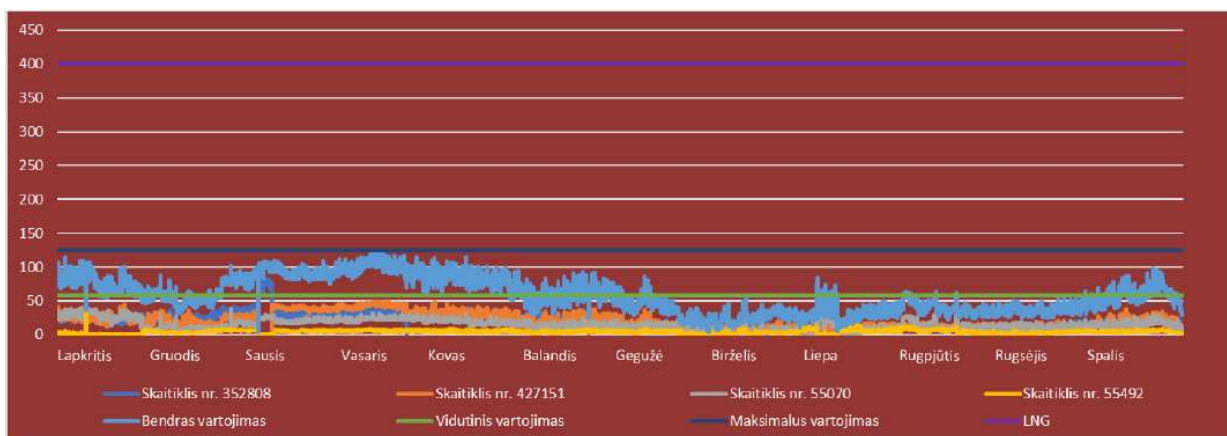
Ekonominiuose skaičiavimuose priimta elektros kaina 0,0815 Eur/kWh. Darbų kaina neįskaičiuota. Skaičiavime vertinama, kad įrengus kondensacinį ekonomizaizerį, galima būtų padengti 80 – 90 proc. šilumos poreikio karštam vandeniui ruošti, o tai yra iki 12 692 MWh šilumos energijos. Ši priemonė padidintų decentralizacijos ekonominę naudą ir bendras atsipirkimo laikas sumažėtų iki 2,24 metų [3].

Bendrinant ekonominio efektyvumo įvertinimo rezultatus, galima daryti prielaidą, kad audito metu įvertinus įmonės būklę, įmonė gali priimti optimaliausius ir geriausius sprendimus. Ekonominio efektyvumo tikslas siekti kuo didesnės naudos panaudojus mažiausius ribotus išteklius. Energijos vartojimo efektyvumo didinimas palengvina ne tik konkrečios įmonės ekonomines problemas, bet sprendžia ir visos šalies energetinio nepriklausomumo, energijos tiekimo saugumo ir aplinkosaugos problemas. Todėl auditui būtina tirti visas išvardytas priemones, kadangi jose yra tam tikrų energijos vartojimo efektyvumo didinimo rezervų, kartais ir gana didelių. Ekonominio efektyvumo metodai leidžia užtikrinti mažesnes įmonės sąnaudas, tačiau tai negali būti daroma produkcijos ar darbo aplinkos kokybės sąskaita. Ekonominių skaičiavimų tikslas yra atlikti išlaidų, apimties ir pelno analizę. Audito metu turi būti įvertintos numatytos pajamos, išlaidos, taip pat atsipirkimo laikas, produkcijos išlaidos ir maksimali paskolos palūkanų norma, kad būtų išvengta ekonominį pagrįstumą lemiančių nuostolių.

### 3.3. Situacijos apibendrinimas ir ekonominio efektyvumo vertinimas paukštinkystės įmonėje

Įmonėje kuri verčiasi paukštinkyste, naudoja svaiginimą elektros srove. Tai labiausiai paplitęs metodas, kuris naudojamas komercinėse paukštinkystės įmonėse tiek Europoje, tiek JAV. Apsvaiginimas elektros srove pasiekiamas praleidžiant pakankamą kiekį elektros srovės per smegenis, kad broileris prarastų sąmonę. Priklausomai nuo paukščio dydžio elektros srovė praleidžiama per visą kūną arba svaiginimas nukreipiamas tik į galvą. Paukščių svaigintuvo elektrinė galia 2,4 kW, veikimo laikas apie 5 000 valandų per metus. Vidutinis metinis elektros suvartojimas siekia apie 12 000 kWh. Toliau bendrovėje taikomi jau aprašyti tiesioginio ir atvirkštinio metodų išraiškos [2].

9 paveiksle pateikiama metinė aktyviosios energijos vartojimo analizė viename iš paukštyno padalinių Neravų kaime. Pateikiamame grafike matome, kad objekte maksimali vartojama galia siekia 124,36 kW, kai leistina naudoti elektros galia (LNG) šiame objekte siekia – 400 kW. Įmonė turi 275,64 kW galios rezervą. Atsižvelgiant į tai, kad pramonės įmonėse galios poreikis gali augti nusprendus įdiegti papildomos įrangos ar atidaryti papildomą gamybos liniją, siūlome apsvaistyti LNG mažinimo galimybę.



9 pav. Vartojamos elektrinės galios kitimas 2016-2017 metais

Rekomenduojama sumažinti LNG nuo 400 kW iki 170 kW. Tokiu būdu lieka rezervas 30 procentų nuo esamo maksimalaus elektros vartojimo. Įrengus šią priemonę taupymas per metus sieks 1 600,8 EUR.

Paukštinkystės įmonėje yra įrengta garo katilinė, kurią sudaro 5 garo katilai. Šiuo mrutu iš jų tik 3 veikiantys. Garo katilų techninės specifikacijos:

- Maksimalus garo slėgis – 13 bar;
- Palaikomas garo slėgis – 9 bar;
- Maksimalus katilo našumas – 10 t/h (7,27 MW);
- Kuras – gamtinės dujos.

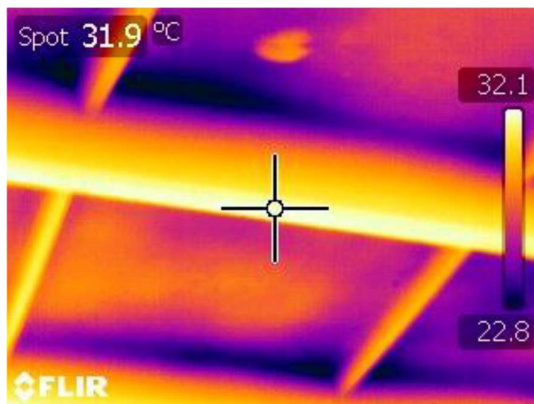
Apibendrinantys paukštinkystės įmonės katilinės efektyvumą lemiantys veiksniai pateikti 5 lentelėje. Veiksnių būklė suskirstoma į 3 grupes (I – gera, II – vidutiniška, III – bloga). Spalvotuose langeliuose aprašoma esama būklė, nespaltuose (nuo I iki III stulpeliuose) – ką reikia įdiegti, norint pagerinti būklę.



5 lentelė. Katilinės efektyvumą lemiantys veiksniai

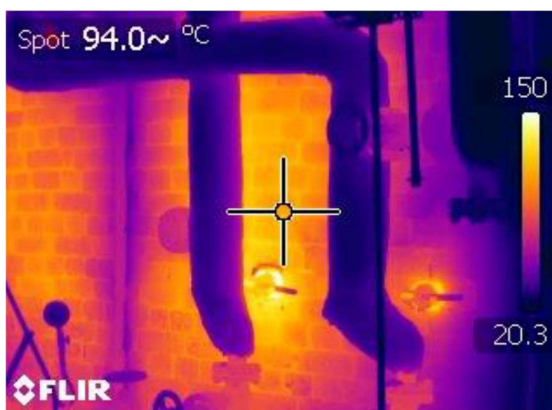
Pavadinimas	Išpildymas	I	II	III
Šilumos nuostoliai dėl išeinančių degimo produktų	Oro pertekliaus koeficientas		1,36-1,87	-
	Degimo produktų temperatūra	Rekomenduojamas papildomas ekonomaizeris (60-80 °C) kuris: a) pašildytų kondensatą tekantį į deaeratorių b) pašildytų vandens papildymą	Įrengtas ekonomaizeris, kuris atgauna dalį išmetamos šilumos, atvėsina nuo ~190 iki ~95-120 °C	-
Paduodamo oro temperatūra	-	Rekomenduojama įrengti oro paėmimą iš viršutinės patalpos zonos	-	22 °C
Šilumos nuostoliai dėl cheminio/mechaninio kuro nesudegimo	CO, H <sub>2</sub> , angliavandeniliai	Cheminis nesudegimas minimalus	-	-
Šilumos nuostoliai dėl katilų karštų paviršių	Katilo paviršiaus temperatūra	-	-	Katilų ir jų ekonomaizerių izoliacijos būklė yra prasta
Papildomos kuro sąnaudos	Katilų prapūtymas – nuolatinis	-	-	Viršutinio prapūtimo sklendė yra nuolat atidaryta
	Katilų prapūtymas – periodinis	-	-	Periodinis prapūtymas vyksta viena kartą per parą 15 min
	Deaeratoriaus	-	-	Vandens temperatūra deaeratoriuje 70 °C. Nėra išgarų šilumokaičio
	Vamzdynai, šilumokaičiai		Vamzdynų būklė yra vidutinė būklės	-
	Katilo degikliai	-	-	Visų katilų degikliai yra pakopiniai

5 lentelėje galima pastebėti, jog katilinės efektyvumą mažina paduodamas per mažos temperatūros oras. Oras katilui imamas iš apatinės patalpos zonos (išmatuota oro temperatūra lygi 22 °C). Norint sumažinti dujų suvartojimą, reikėtų įrengti oro paėmimą iš viršutinės patalpos zonos (išmatuota temperatūra viršutinėje zonoje ~32 °C). Įdiegus šią priemonę galima būtų sumažinti dujų vartojimą ~0,5 - 1 %.



10 pav. Viršutinės zonos termovizinė nuotrauka

Dar vienas veiksnys mažinantis katilo efektyvumą yra katilo paviršiaus temperatūra. Katilų paviršius prastai izoliuotas, vyraujanti paviršiaus temperatūra ~70-90 °C. Rekomenduojama izoliuoti katilą, kad sumažinti šilumos nuostolius, bei eliminuoti apsideginimo riziką.



11 pav. Katilo izoliacijos termovizinė nuotrauka

Degimo produktų temperatūra taip pat turi įtakos efektyvumui. Garą generuojančiuose katiluose įrengti ekonomizeriai (žr. 12 pav.), kurie grąžina dalį šilumos ir sumažina išmetamų dūmų temperatūrą. Išmetamų dūmų temperatūra už katilo lygi 190 °C, už ekonomizerio temperatūra sumažėja iki 95-120 °C. Norint sumažinti šilumos nuostolius su išmetamais dūmais, reikėtų įrengti papildomą kondensacinį šilumokaitį. Tokiu būdu galima būtų sumažinti kuro suvartojimą katilinėje 7-10 % (2 205 – 3 150 MWh).



12 pav. Ekonomizeris

Vienas iš optimaliausių šilumos atgavimo sprendimų - kondensacinis ekonomizeris. Jo pagalba, priklausomai nuo projektinių sprendinių, būtų galima atgauti didžiąją energijos dalį ir paruošti iki 80-90 % viso karšto vandens poreikio.

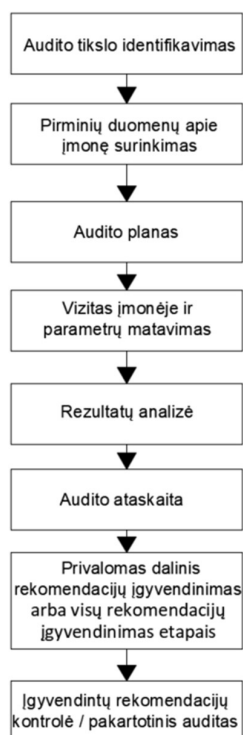
- Vertinama, kad priemonės įdiegimas leis sutaupyti apie 12 692 MWh/metus (dujų). Kadangi vidutinė MWh kaina 28,7 EUR/MWh, priemonės įdiegimas leis sutaupyti 364 260 EUR/metus.
- Investicijos į taupymo priemonę galėtų sudaryti apie 500 000 EUR.
- Priemonės paprastas atsipirkimo laikas siekia 1,92 metų.
- Projekto GDV siekia 5 467 662,51 EUR, VGN 73 %.

#### 4. Rekomendacijos

Energetinio efektyvumo auditas įmonėse – tai susisteminta procedūra, kurios tikslas įvertinti kaip naudingai yra panaudojami energetiniai ištekliai tiek vykdomuose procesuose ir įrenginiuose, tiek kitose įmonės veiklose. Audito procesas ir ataskaitos parengimo tvarka išsamiai aprašyti dokumente „Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodika“ (toliau – Metodika). Remiantis Metodika, paskutinis audito etapas yra ataskaitos parengimas. Tam, kad atliktu auditu būtų pasiekta kuo didesnė ekonominė bei ekologinė nauda, reikalingi papildomi žingsniai ir griežtesnė rekomendacijų vykdymo kontrolė.

Žemiau pateikiama schema (žr. 13 pav.), kurioje įtraukti papildomi etapai po ataskaitos parengimo:

- Privalomas dalinis rekomendacijų įgyvendinimas;
- Įgyvendintų rekomendacijų kontrolė / pakartotinis auditas arba visų rekomendacijų įgyvendinimas etapais.



13 pav. Audito etapų schema

Siūlymas toks, kad būtina įvesti griežtesnę kontrolę audito ataskaitose pateiktų rekomendacijų įgyvendinimui, t. y. kai kurias, lengviau įgyvendinamas rekomendacijas, pavyzdžiui, apšvietimo modernizavimą, padaryti privalomosiomis. Taip pat, privalomųjų rekomendacijų įgyvendinimas galėtų būti vykdomas etapais. Tokiu būdu įmonės nebūtų iš karto apkrautos didelio masto modernizavimu ir dėl to ženkliai nenukentėtų finansiškai. Žinoma, kaip ir iki šiol pramonės įmonės turėtų gauti finansavimą energijos vartojimo audito atlikimui pagal priemonę „Auditas pramonei LT“. Iki šiol pagal šį finansavimą Europos Sąjungos struktūrinių fondų lėšomis labai mažos arba mažos įmonės galėjo gauti finansavimą iki 10 000 Eurų, o vidutinės ar didelės pramonės įmonės – iki 18 000 Eurų.

Po suteikto griežto termino, per kurį turi būti įgyvendintos audito ataskaitoje pateiktos rekomendacijos, įmonėse turėtų būti atliktas pakartotinis dalinis auditas, kurio tikslas įvertinti, kaip

įvykdytos privalomosios priemonės pagerino energetinį efektyvumą. Remiantis 2019 m. Valstybinės energetikos reguliavimo tarybos veiklos ataskaita, skirtinguose sektoriuose dažnai nesilaikoma defektų šalinimo terminų. Neįvykdžius šių reikalavimų ar netilpus į duotus terminus, įmonei turėtų būti skiriama administracinė bauda.

Tam, kad būtų kuo optimaliau atliekami audita ir specialistai galėtų tinkamai įvertinti kiekvieną situaciją, bendras energetinis auditas galėtų būti išskirstytas į skirtingų sektorių auditus:

- šilumos ūkio energetinis auditas;
- elektros ūkio energetinis auditas;
- dujų ūkio energetinis auditas;
- naftos ūkio auditas;
- šalto vandens auditas;
- vėdinimo ir kondicionavimo sistemų auditas;
- automatizuoto valdymo sistemų auditas.

Taip pat ir patys auditoriai turėtų būti skirtingų specializacijų ir privalėtų turėti tinkamą kompetenciją atlikti auditą būtent tame sektoriuje. Šiuo metu pagal galiojančią tvarką auditoriai išskiriami į du tipus – specialistus, galinčius atlikti energijos naudojimo auditą pastatuose ir į specialistus, atliekančius auditą įrenginiuose ir technologiniuose procesuose. Jeigu auditoriai būtų labiau orientuoti į vieną iš aukščiau sąraše paminėtų sektorių, jie galėtų susikonzentruoti į vieną sritį ir pateikti aktualesnę informaciją bei tikslesnes rekomendacijas įmonėms. Tokiu būdu galėtų būti išvengiama audito spragų, atsiradusių dėl žmogiškojo faktoriaus.

Dar viena rekomendacija, kuri galėtų pagelbėti patiems auditoriams, būtų kontrolinių klausimynų pildymas elektroninėje erdvėje. Šiai dienai VERT savo internetiniame puslapyje pateikia net 41 skirtingą klausimyno formą skirtingiems ūkio sektoriams. Klausimynus elektroniniu būdu (kompiuteryje ar mobiliame prietaise) galėtų pildyti tiek užsakovas, kreipęsis į auditorių, tiek ir pats specialistas audito metu. Užpildyta forma vėliau turėtų būti patalpinta bendroje duomenų bazėje prie kurios prieigą galėtų turėti už auditą atsakingi asmenys. Tokiu būdu auditoriai nebūtų per daug apkrauti, audito pasiruošimui galėtų skirti mažiau laiko. Galimybė peržvelgti ankstesnio audito metu užpildytą klausimyną, ne tik audito ataskaitą, leistų lengviau susipažinti su situacija įmonėje ir padėtų nurodyti esmines vietas, kurioms audito metu reiktų skirti ypatingą dėmesį. Tokia sistema ženkliai palengvintų auditorių darbą prieš pakartotinį auditą, vykdomą privalomai po rekomendacijų įgyvendinimo.

Taip pat, bendra audito klausimynų sistema leistų lengvai atnaujinti ar papildyti esamus klausimynus. Vystantis naujoms technologijoms, atsiranda vis daugiau energijai imlių ar energiją taupančių įrenginių bei procesų. Dėl šios priežasties prieš kelis metus galiojusios klausimynų formos, kuriose nėra tam tikrų punktų, negalėtų tinkamai įvertinti energetinio efektyvumo. Privalu bent kas 3 metus klausimynus atnaujinti. 2 priede yra pateiktas šiuo metu naudojamas Lietuvos energetikos agentūros paruoštas klausimynas, kurį iš anksto turi užpildyti užsakovas ir pateikti auditoriui. Šis klausimynas privalo būti papildytas septintu skyreliu apie įmonėje naudojamus atsinaujinančios energijos šaltinius. Kadangi atsinaujinančius išteklius imta naudoti vis plačiau, jų energetiniai parametrai būtina turi būti įvertinti audito klausimynuose.

Vadovaujantis Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklėmis, jei turimų žemos įtampos įrenginių leista naudoti galia yra didesnė nei 30 kW, privaloma skirti už elektros ūkį atsakingą asmenį.

Šį įstatymo punktą būtų galima papildyti įterpiančiomis, jog įmonėse už elektros ūkį atsakingas asmuo privalėtų įdiegti monitoringo įrangą, skirtą elektros suvartojimo stebėjimui. Ši monitoringo įranga pasitarnautų tiek patiems įmonės darbuotojams, tiek audituojantiems specialistams. Iš anksto surinkta informacija apie įrenginių elektros suvartojimą pagreitintų visą audito procesą ir tuo pačiu, iš didesnės duomenų imties, ne tik iš kelių dienų stebėjimo statistikos, būtų galima tiksliau įvertinti elektros energijos suvartojimo kiekius.

## Išvados

1. Energijos efektyvumo auditas yra priemonė, skirta įgyvendinti Europos Parlamento ir Tarybos Direktyvą 2018/2002/ES, kuria siekiama sudaryti tvarią ir nepriklausomą energetikos sistemą.
2. Esminės efektyvaus energetinio audito vykdymo problemos, tokios kaip švietimo trūkumą, verslo įmonių abejingumą bei priešišką nusiteikimą įrodo tai, kad apie 60 % įmonių atsisako įgyvendinti auditą savu noru.
3. Lietuvoje energijos vartojimo efektyvumo didinimas verslo organizacijose remiasi lengvatomis, finansavimu projektams iki 18 000 Eurų bei privalomaisiais energijos vartojimo auditais.
4. Ekonominio efektyvumo skaičiavimo metodikos remiasi energetinio audito teisės aktuose ir standartuose (žr. 1 priedą) pateiktų energijos galių ir kiekių balanso skaičiavimais.
5. Audituotoje tekstilės pramonės įmonėje LED apšvietimo įrengimas atsipirktų per 8,7 metų ir per metus būtų sutaupomi 673 Eurai, o jei šiluma būtų gaminama savoje katilinėje per metus vidutiniškai išlaidos šildymui sumažėtų iki 29 385 Eurų. Ištirtoje pieno pramonėje viename iš filialų šildymo sistemą pakeitus į oro kondicionavimo įrenginius per metus galima sutaupyti 440 Eurų ir pati sistema atsipirktų per 6-7 metus. Paukštininkystės įmonėje įdiegus oro paėmimą iš viršutinės patalpos zonos dujų vartojimas galėtų būti sumažintas 0,5-1 %, o ekonomizerio įrengimas leistų per metus sutaupyti 364 260 Eurų, atsipirkimo laikas siektų 1,92 metų.
6. Energetinio audito efektyvumą gali padidinti verslo įmonėms taikoma griežtesnė audito rekomendacijų įgyvendinimo kontrolė, auditorių veiklos specializavimas į skirtingus sektorius ir audito sistemos perkėlimas į elektroninę erdvę.

## Literatūros sąrašas

1. AB „Utenos trikotažas“. *Technologinių procesų ir įrenginių energijos vartojimo auditas*. Vilnius, 2020.
2. AB „Vilniaus paukštynas“. *Energijos vartojimo įrenginiuose ir technologiniuose procesuose auditas*. Vilnius, 2020.
3. AB „Žemaitijos pienas“. *Technologinių procesų ir įrenginių energijos vartojimo auditas*. Vilnius, 2020.
4. ABRHAM J., BRITCHENKO I., JANKOVIC M., GARŠKAITĖ-MILVYDIENĖ K. Energy security issues in contemporary Europe. In *Academic Journal of Security and Sustainability Issues*, Volume 7 Number 3 March 2018. – 387-398 p. DOI: 10.9770/jssi.
5. ANSKAITIENĖ J. *Energetikos problemos, iššūkiai ir sprendimai*. EURONEST PA komiteto seminare Seime 2013 m. rugsėjo 18 d.
6. BAČIAUSKAS V., BORISEVIČIUS A., GAITANŽI A. *Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje*. Lietuvos Respublikos valstybės kontrolė, Valstybinio audito ataskaita 2010 m. sausio 15 d. Nr. VA-P-20-2-1. Vilnius, 2010. – 63 p.
7. EUROPEAN COMMISSION. *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT. Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency*. SWD, 2016/0405 final – 2016/0376.
8. COUNCIL ON FOREIGN RELATIONS. *Public Opinion on Global Issues: Chapter 5b: World Opinion on Energy Security*, January 18, 2012.
9. DANISH ENERGY MANAGEMENT. *Energijos vartojimo audito pramonės įmonėse vadovas. PHARE Projektas LT01.04.01, Energijos efektyvumo pramonėje gerinimas*. Vilnius, 2004.
10. DEMSKI Ch., POORTINGA W., PIDGEON N. 2014. Exploring public perceptions of energy security risks in the UK. In *Energy Policy*, Volume 66, Issue C, p. 369-378.
11. EUROPOS PARLAMENTAS. *EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS DIREKTYVA 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo, kuria iš dalies keičiamos direktyvos 2009/125/EB ir 2010/30/ES bei kuria panaikinamos direktyvos 2004/8/EB ir 2006/32/EB*. 2012.
12. *Energijos vartojimo efektyvumas*. Lietuvos energetikos agentūra [žiūrėta 2020 01 23]. Prieiga per: <https://www.ena.lt/uploads/PDF-EVE/Auditoriu-sarasas-2020-01-16pt.pdf>
13. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Dėl energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2017–2019 metų veiksmų plano patvirtinimo: Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas: 2017 m. liepos 7 d. Nr. 1-181* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/fe309ec0762b11e7aefae747e4b63286/asr>
14. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Dėl energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių sutaupytos energijos apskaičiavimo ir priežiūros tvarkos aprašo patvirtinimo: Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas 2016 m. gruodžio 5 d. Nr. 1-320* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/9281dea0bd8a11e6a3e9de0fc8d85cd8/asr>
15. EU SUSTAINABLE ENERGY WEEK. Shaping Europe’s Energy Future. Conference 17-21 June 2019.
16. EUROPE ECONOMICS. *Evaluation of Fiscal Measures in the National Policies and Methodologies to Implement Article 7 of the Energy Efficiency Directive*, 15 December 2016.
17. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Trends and projections in Europe 2018*. Report No 16/2018



18. EUROPEAN COMMISSION. *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Energy Roadmap 2050*. Brussels, 2011.
19. EUROPEAN COMMISSION. *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. Brussels, 2014.
20. EUROPOS KOMISIJA. *KOMISIJOS KOMUNIKATAS EUROPOS PARLAMENTUI, TARYBAI, EUROPOS EKONOMIKOS IR SOCIALINIŲ REIKALŲ KOMITETUI, REGIONŲ KOMITETUI IR EUROPOS INVESTICIJŲ BANKUI 2015 m. energetikos sąjungos būklė*. Briuselis, 2015.
21. EUROPOS PARLAMENTAS. *Europos Parlamento ir tarybos Direktyva 2000/60/EB nustatanti Bendrijos veikslių vandens politikos srityje pagrindus*. 2002.
22. GOLOMBEK R., AUNE F. R., HALLRE H., KNOPF B., NAHMMACHER B. P., SCHMID E. *Renewable energy supply in Europe addressing technological and political preconditions*. Entracte Report, 26 August 2014. P. 1–27. GA No. 308481.
23. Guidance Note on the carrying out of 2019 statutory energy audit by non-SMEs pursuant to LN 196/2014 transposing the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU
24. Guidelines for Energy Audits in accordance with the statutory provisions of §§ 8 ff. EDL-G. Publisher Federal Office for Economic Affairs and Export Control. Press and Special Tasks Unit Eschborn, 2020. P. 1-23.
25. HIRZEL S. *A Study on Energy Efficiency in Enterprises: Energy Audits and Energy Management Systems*. Report on the fulfilment of obligations upon large enterprises, the encouragement of small- and medium-sized companies and on good-practice. European Union, April 2016, p. 268.
26. HIRZEL S., NABITZ L., WOHLFARTH K., ROHDE C., BEHLING I., CLARKE D., PERERA N., TURNER R. *A Study on Energy Efficiency in Enterprises: Energy Audits and Energy Management Systems. Report on the fulfilment of obligations upon large enterprises, the encouragement of small- and medium-sized companies and on good-practice*. European Commission, European Union, 2016. P. 268.
27. JUN E, KIM W, CHANG S. H. The analysis of security cost for different energy sources. *In Applied Energy*. 2009. Volume 86, No. 10. P. 1894-1901.
28. *Paryžiaus klimato konferencija. Istorinė galimybė išvengti pavojingos klimato kaitos*. Europos Komisijos pranešimas spaudai, Briuselis, 2015.
29. KALANTZIS F., REVOLTELLA D. How energy audits promote SMEs' energy efficiency investment. *In Economics Working Paper*, The EIB Economics Department, February, 2019, p.1-21.
30. KARASEKA J., POJARA J., KALOCAI L., HERALOVA R. S. Cost optimum calculation of energy efficiency measures in the Czech Republic. *In Academic Journal Energy Policy*, Volume 123, December 2018, p. 155–166. Doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.049
31. KATSOUKAKOS N. M., KALIAMPAKOS D. C. Mountainous areas and decentralized energy planning: Insights from Greece. *In The International Journal Energy Policy*, Volume 91, April 2016. P. 174–118. doi:10.1016/j.enpol.2016.01.007
32. KEAY Malcolm. UK energy policy – Stuck in ideological limbo? *In Energy Policy*, Volume 94, July 2016, p. 247-252 doi:10.1016/j.enpol.2016.04.022
33. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“*

- patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas 2016 m. lapkričio 11 d. Nr. 27896 [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/15767120a80711e68987e8320e9a5185/asr>
34. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos Energetikos įstatymas 2002 m. gegužės 16 d. Nr. IX-884* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.167899>
  35. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Dėl energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodikos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas: 2010 m. gegužės 10 d. Nr. 1-141* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.372433?jfwid=-sxzzl7qh8>
  36. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKO MINISTERIJA. *Dėl energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams audito atlikimo tvarkos ir sąlygų ir energijos vartojimo pastatuose, įrenginiuose ir technologiniams procesams auditą atliekančių specialistų rengimo ir atestavimo tvarkos aprašo patvirtinimo: Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas: 2012 m. rugpjūčio 2 d. Nr. 1-148* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.431171/asr>
  37. LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTERIJA. *Dėl išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodikos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos ūkio ministro įsakymas: 2008 m. balandžio 29 d. Nr. 4-184* [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.319975?jfwid=rivwzvpvg>
  38. LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. Dėl energijos išteklių ir energijos efektyvaus vartojimo stebėsenos tvarkos aprašo patvirtinimo: Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas: 2016 m. kovo 30 d. Nr. 332 [interaktyvus]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/48199601fa6711e5bf4ee4a6d3cdb874>
  39. *LST EN ISO 50001:2011. Energijos naudojimo vadybos sistemos. Reikalavimai ir naudojimo vadovas = Energy management systems — Requirements with guidance for use: Lietuvos Standartas*. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2011.
  40. NOTTER Dominic. A. Small country, big challenge: Switzerland's upcoming transition to sustainable energy. In *Bulletin of the Atomic Scientists*, Volume 71, Issue 4. First published on June 17, 2015, p. 51 – 63. DOI: 10.1177/0096340215590792
  41. PEČIULYTĖ I., RUŽEVIČIUS J. *Kokybės auditas: koncepcija ir metodologijos tobulinimas*. Informacijos mokslai Nr 68, 2014. P. 23-43. ISSN 1392-0561.
  42. ROY A. *Some thoughts on the distribution of earnings*. Oxford, *Econ. Pap.* Volume 3, 1951, p. 135-145.
  43. ROLAND P., TZVETKOV T., DULKYS A., KRŪMINA E., HOLM J., CALDEIRA V. M. S., DOMOKOS L., MITRFK K. *Energy Efficiency of Public Sector Buildings*. EUROSAI WGEA, European Commission, 2018. – p. 42. ISBN 978-9949-9393-8-1.
  44. ROSENOW J., BAYER E. Costs and benefits of Energy Efficiency Obligations: A review of European programmes. In *Academic Journal Energy Policy* Volume 107, August 2017, p. 53 – 62. Doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.014
  45. RUBIN D. 1974. Estimating causal effects to treatments in randomised and nonrandomised studies. In *Journal of Educational Psychology*. Volume 66, 1974, p. 688-701.

46. SCHLEICH J., FAURE C., GASSMANN X. Household internal and external electricity contract switching in EU countries. In *Academic Journal Applied Economics*, Volume 51, Issue 1, 2019 p. 1-14. doi: 10.1080/00036846.2018.1494379
47. SCHLEICH J., FLEITER T. Effectiveness of energy audits in small business organizations. In *Academic Journal Resource and Energy Economics*, August 2017. P. 1-11.
48. SIOSHANSI F. P. Will Energy Efficiency make a Difference? In *Book with contributions from the Brattle Group, and, Gregory Wikler*, EnerNOC, 2013. – p. 613. ISBN 978-0-12-397879-0.
49. STANIŠKIS J. K., STASIŠKIENĖ Ž., KLIPOVA I., VARŽINSKAS V. *Darniosios inovacijos Lietuvos pramonėje: kūrimas ir diegimas*. Kaunas, Technologija, 2010. ISBN 978-9955-25-815-5.
50. STONKUS M. *Energijos vartojimo auditas didelėse įmonėse*. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2017. P. 10
51. STREIMIKIENE, D., VVEINHARDT, J. Community based social marketing for implementation of energy saving targets at local level. In *The Amfiteatru Economic journal*, Volume 17, Issue 39, May 2015 p. 723-734.
52. ŠTREIMIKIENĖ D., MIKALAUSKIENĖ A. *Energijos veiksmingumo didinimo priemonės ir jų efektyvumas*. Energetika. T. 58. Nr. 3. Lietuvos mokslų akademija, 2012, p. 117-130.
53. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Dėl Valstybės įmonės Energetikos agentūros 2018-2021 metų veiklos strategijos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas vasario 13 d. Nr. 1-31*. 2018.
54. VASAUSKAITE J., STREIMIKIENE D. Energy Efficiency Development in Lithuanian Furniture Industry. In *Journal of Advanced Management Science* Vol. 4, No. 1, January 2016, p. 1-15.
55. WORLD ENERGY COUNCIL, *World Energy Resources*, 2013. – 466 p. ISBN: 978 0 946121 29 8.
56. EUROPOS PARLAMENTAS. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS DIREKTYVA (ES) 2018/2001 2018 m. gruodžio 11 d. dėl skatinimo naudoti atsinaujinančiųjų išteklių energiją, 2018.
57. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija. Energija Lietuvos ateičiai*. Energetikos ministerija, 2018.
58. DRABATIUKAS A., LUBYS M., MILIŪNĖ R. *Elektriko vadovas*. Super namai, 2020. ISBN 978-609-8270-01-3

## Priedai

### 1 priedas. Metodinės dalies teisės aktai, standartai

LR Energetikos ministro įsakymo 2019 m. gruodžio 10 d. Nr. 1-319 „Dėl energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodikos patvirtinimo“ metodika.

Energetinio audito teisės aktai ir standartai:

1. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.04:2002 „Pastato šildymo sistemos galia energijos sąnaudos šildymui“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. spalio 22 d. įsakymu Nr. 552 (Žin., 2002, Nr. 118-5326).
2. Organizacinis tvarkomasis statybos techninis reglamentas STR 1.14.01:1999 „Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. rugsėjo 30 d. įsakymu Nr. 310 (Žin., 1999, Nr. 84-2507).
3. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. birželio 9 d. įsakymu Nr. D1-289 (Žin., 2005, Nr. 75-2729).
4. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. kovo 18 d. įsakymu Nr. D1-156 (Žin., 2005, Nr. 100-3733).
5. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. gruodžio 20 d. įsakymu Nr. D1-624 (Žin., 2005, Nr. 151-5568).
6. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. liepos 14 d. įsakymu Nr. 372 (Žin., 2003, Nr. 80-3670).
7. Pastatuose įrengtų šildymo katilų, naudojančių neatsinaujinantį kietąjį arba skystąjį kurą, kurių vardinė atiduodamoji galia ne mažesnė kaip 20 kW, bei šildymo sistemų su senesniais kaip 15 metų ir ne mažesnės kaip 20 kW vardinės atiduodamosios galios šildymo katilais, naudojančiais neatsinaujinantį kietąjį arba skystąjį kurą, efektyvumo tikrinimo reglamentas, patvirtintas Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2006 m. vasario 28 d. įsakymu Nr. 4-73 (Žin., 2006, Nr. 27-902).
8. Pastatuose įrengtų oro kondicionavimo sistemų, kurių vardinė atiduodamoji galia didesnė kaip 12 kW, efektyvumo tikrinimo reglamentas, patvirtintas Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2006 m. vasario 28 d. įsakymu Nr. 4-73.
9. Statybos norma „Statybinė klimatologija. RSN 156-94“, patvirtinta Lietuvos Respublikos statybos ir urbanistikos ministerijos 1994 m. kovo 18 d. įsakymu Nr. 76 (Žin., 1994, Nr. 24-394)
10. Lietuvos higienos norma HN 42:2004 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. birželio 29 d. įsakymu Nr. V-479 (Žin., 2004, Nr. 105-3911).
11. Lietuvos higienos norma HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“, patvirtinta Lietuvos

- Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. V-770 (Žin., 2004, Nr. 45-1485).
12. Lietuvos higienos norma HN 75:2002 „Ikimokyklinio ugdymo įstaigos. Higienos normos ir taisyklės“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2002 m. kovo 4 d. įsakymu Nr. 102 (Žin., 2002, Nr. 27-968).
  13. Lietuvos higienos norma HN 123:2003 „Patalpų ir įrangos, skirtų kūno kultūrai ir sportui, higienos reikalavimai“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. gruodžio 12 d. įsakymu Nr. V-737 (Žin., 2003, Nr. 119-5456).
  14. Šilumos tiekimo vamzdynų nuostolių nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2001 m. rugpjūčio 23 d. įsakymu Nr. 262 (Žin., 2001, Nr. 74-2613).
  15. Higienos norma HN 47-1995 „Medicinos įstaigos. Higienos normos ir taisyklės“, patvirtinta Lietuvos Respublikos vyriausiojo valstybinio gydytojo higienisto 1995 m. kovo 22 d. įsakymu Nr. 17.
  16. Lietuvos standartas LST EN ISO 13790 „Šiluminės pastatų charakteristikos. Energijos poreikio patalpoms šildyti skaičiavimas“.
  17. Lietuvos standartas LST EN 832+AC:2000/AC2:2006 „Šiluminės pastatų charakteristikos. Šildymui suvartojamos energijos apskaičiavimas. Gyvenamieji pastatai“.
  18. Vandens vartojimo normos RSN 26-90, patvirtintos Lietuvos Respublikos statybos ir urbanistikos ministerijos ir Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos departamento 1991 m. birželio 24 d. įsakymu Nr. 79/76.

## 2 priedas. Lietuvos energetikos agentūros klausimynas

### UŽSAKOVO PATEIKIAMŲ IŠSAMIOJO ENERGIJOS, ENERGIJOS IŠTEKLIŲ IR ŠALTO VANDENS VARTOJIMO AUDITO ĮVESTIES DUOMENYS

	Audito atlikimui reikalinga informacija	Galimybė pateikti
<b>1.</b>	<b>Bendroji informacija apie pastatą</b>	
1.1.	Adresas	
1.2.	Pastato paskirtis	
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	
1.4.	Pastato aukštų skaičius	
1.5.	Darbuotojų, skaičius	
1.6.	Vidutinis pastato lankytojų skaičius (be darbuotojų)	
1.7.	Pastato pastatymo metai	
1.8.	Pastato naudojimo grafikas (darbo valandos)	
1.9.	Pastate kitam juridiniam ar fiziniam asmeniui priklausančios patalpos	
1.10.	Pastato nešildomos patalpos (rūsys, pastogė, garažai ir pan.)	
1.11.	Architektūriniai pastato brėžiniai*	
1.12.	Inžinerinių sistemų projektai*	
<b>2.</b>	<b>Pastato vėdinimas ir vėsinimas</b>	
2.1.	Pastato vėdinimo sistemos tipas (pvz.: natūrali kanalinė, mechaninė ir t. t.)*	
2.2.	Vėdinimo būklės ar problemų apibūdinimas (pvz.: nėra traukos, rasoja sienos ir stiklų paviršiai, pastebėti pelėsiai ir t. t.)	
2.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas, trukmė valandomis per parą (jeigu įrengtas mechaninis vėdinimas)	
2.3.1.	Vėdinimo sistemos darbo trukmė dienomis per savaitę (jeigu įrengtas mechaninis vėdinimas)	
2.4.	Ar pastate įrengta vėsinimo sistema? Kokiose patalpose?	
<b>3.</b>	<b>Pastato šildymo sistema</b>	
3.1.	Šilumos energijos šaltinis (pvz.: šilumos punktas ar vietinė katilinė)*	
3.2.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai /...)*	
3.3.	Šildymo sistemos reguliavimas (automatinis ar rankinis)*	
3.4.	Ar vykdomas temperatūrinis žeminimas ne darbo valandų metu (jei taikoma – kiek laipsnių temperatūra žeminama ir kokiomis valandomis)	
3.5.	Vidutinė šildymo sezono patalpų vidaus temperatūra (pagal patalpose turimų termometrų parodymus)	
3.6.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	
3.7.	Ar pastatas turi šilumos apskaitos prietaisus, pagal kuriuos atsiskaitoma?	
3.8.	Ar yra apskaitos prietaisai apskaitantis karšto vandens ruošimui sunaudojamą energiją?	
3.9.	Ar šilumos energija karštam vandeniui ruošti registruojama? (registruojama atskiru atsiskaitomuoju karšto vandens apskaitos prietaisu /registruojama kartu su šildymu / neregistruojama)	
3.10.	Pastato dviejų paskutinių metų šildymo sezonų trukmės bei pradžios ir pabaigos datos*	
3.11.	Pastato dviejų paskutinių metų energijos sąnaudų ir išlaidų suvestinės lentelės*	
<b>4.</b>	<b>Pastato elektros tiekimo sistema</b>	
4.1.	Ar yra pastato ar korpuso elektros apskaitos prietaisai?	
4.2.	Elektros tiekimo saugumo kategorija	

4.3.	Taikomi elektros energijos tarifai	
4.4.	Pagrindiniai elektros energijos vartojimo įrenginiai	
4.5.	Ar pastatas turi išmanųjį skaitiklį (angl. smart meter) su nuotoliniu rodmenų nuskaitymu?	
<b>5.</b>	<b>Šalto vandens tiekimas</b>	
5.1.	Ar yra šalto vandens apskaitos prietaisai?	
5.2.	Taikomi šalto vandens tarifai	
5.3.	Pagrindiniai šalto vandens naudojimo įrenginiai	
<b>6.</b>	<b>Anksčiau vykdytas pastato modernizavimas</b>	
6.1.	Apšiltinta išorinių sienų, m2(pagal atliktų darbų aktus)	
6.2.	Pakeista langų, lauko durų, m2 (pagal atliktų darbų aktus)	
6.3.	Apšiltintas stogas, m2 (pagal atliktų darbų aktus)	
6.4.	Ar modernizuotas šilumos punktas?	
6.5.	Ar modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos?	
6.6.	Ar modernizuota vėdinimo sistema?	
6.7.	Ar buvo keisti radiatoriai? Kokiose patalpose?	
6.8.	Pastebėtų ir/ar užfiksuotų pastato trūkumų (defektų) sąrašas	
<b>7.</b>	<b>Atsinaujinantys energijos ištekliai</b>	
7.1.	Ar objekte yra įrengta saulės elektrinė? Kokios galios?	
7.2.	Ar objekte yra naudojamas geoterminis šildymas/vėsinimas?	
7.3.	Ar objekte yra naudojama vėjo energetika?	
7.4.	Ar objekte yra naudojama hidroenergija?	