



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

Eglė Matjošaitytė

**ENERGETINIO EFEKTYVUMO DIDINIMAS VISUOMENINĖS
PASKIRTIES PASTATUOSE**

Magistro darbas

Vadovė
Doc. dr. Irina Kliopova

KAUNAS, 2015

SUMMARY

Matjošaitytė E. Energy efficiency in public buildings. Master`s Work in Environmental Management and Cleaner Production. Program of studies 621H17002. Supervisor – doc. dr. I. Kliopova. Kaunas: Institute of Environmental Engineering, Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology. Kaunas, 2015.

energy saving and efficient use of its resources, as well as producers and consumers to use local and renewable waste energy resources are the key to our country's energy policy objectives defined in the national energy strategy the european union in recent years, more and more attention is paid to the improvement of air quality escalating global warming theme, in an effort to draw public attention to the emission of pollutants into the air.

the paper analyzes the legislation, statistics, directives, national programs, regulations related to energy efficiency in public buildings. one of the most serious inefficient use of energy lithuania grounds - very poor for most public buildings thermal performance , they need a lot of energy to heat. heat and electricity production too little use of environmentally friendly renewable energy sources such as geothermal , solar and wind energy. create action goals - lithuania 's energy independence by 2020. ensuring lithuania's energy security and promoting competitiveness . this strategy is aimed states that energy efficiency in the field until 2020 will be achieved every year 1.5 % increase efficiency and thus strengthening lithuania 's energy independence , competitiveness and sustainable development.

research object - public buildings.

objective of the research - through cleaner production principles and renewable energy sources to evaluate the energy efficiency potential in public buildings .

objectives:

1. perform initial and final energy consumption in the statistical analysis;
2. to analyze the legal and scientific instruments related to energy efficiency and renewable energy resources in public buildings;
3. to increase energy efficiency techniques that can be applied to public buildings;
4. to propose innovations to increase energy efficiency, cleaner production through preventive methods , experiment selected public building and perform feasibility analysis.
5. to evaluate the environmental performance of the alternatives after installation, experiment selected object.

Keywords: public buildings , renewable energy, energy performance.

TURINYS

SUMMARY	2
TURINYS.....	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	6
PRIEDŲ SĄRAŠAS	7
SUTRUMPINIMAI.....	8
ĮVADAS.....	9
1. PIRMINĖS IR GALUTINĖS ENERGIJOS, VISUOMENINĖS PASKIRTIES PASTATUOSE, EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS	11
1.1 Pirminės ir galutinės energijos sunaudojimo pastatuose statistiniai duomenys	11
1.2 Visuomeninės paskirties pastatai ir jiems taikomi reikalavimai	13
1.3 Teisiniai įrankiai, skatinantys didinti energijos efektyvumą	16
1.4 Energetinio efektyvumo didinimo galimybės visuomeninės paskirties pastatuose.....	21
1.5 Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo pastatuose galimybės	25
1.5.1 Saulės energijos naudojimas pastatų apšildymui.....	26
1.5.2 Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti.....	29
3. TIRIAMOJO OBJEKTO – SMALININKŲ TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO MOKYKLOS NEEFEKTYVAUS ENERGIJOS VARTOJIMO PROBLEMATIKA.....	37
3.1. Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos (STVM) istorija.....	37
3.2 STVM pastatų energetinio audito rezultatai.....	38
3.3 STVM energijos srautai (esama situacija).....	41
4. STVM ENERGIJOS EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS IR JŲ ĮVYKDOMUMO ANALIZĖS REZULTATAI	46
4.1 Saulės energijos naudojimo STVM elektros energijos gamybai įvykdomumo analizė	46
4.1.1 Saulės elementų parinkimas.....	46
4.1.2 Saulės elektrinėje pagaminamo elektros energijos kiekio prognozė	47
4.1.3 Saulės elektrinės ekonominių ir aplinkosauginių rezultatų įvertinimas	50
4.2 Saulės energijos naudojimo STVM šilumos energijos gamybai įvykdomumo analizė	51
4.2.1 Saulės kolektorių parinkimas	51
4.2.2 Saulės kolektoriuje pagamintos šilumos energijos prognozė	52
4.2.3 Saulės kolektorių ekonominių ir aplinkosauginių rezultatų įvertinimas.....	54
4.3 Biokuro katilinės efektyvumo didinimo galimybių įvykdomumo analizė	57

4.3.1 Biokuro katilo su kondensaciniu ekonomaizeriu parinkimas	57
4.3.2 Biokuro katilinės modernizavimo aplinkosauginė ir ekonominė nauda.....	59
4.4 Siūlomų inovacijų įtaka, nagrinėjamam objektui – STVM, dėl energijos efektyvumo didinimo ir poveikio aplinkai mažinimo	62
IŠVADOS.....	65
LITERATŪRA.....	67
PRIEDAI.....	72

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1.1.1 pav. Pirminės ir galutinės energijos sąnaudos Lietuvoje 2010-2013, mln. tne
- 1.1.2 pav. Kuro ir energijos galutinis suvartojimas pagal ūkio sektorius
- 1.1.3 pav. AEI dalis bendrame energijos suvartojime 2012-2013 m.
- 2.1 pav. Energijos efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių įvertinimo etapai ir taikomo metodai;
 - 1.5.1.1 pav. Saulės Šviesos kiekis (W/m^2) per metus;
 - 1.5.1.2 pav. Saulės energijos naudojimas.
- 3.1.1 pav. Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos pastatas;
- 3.3.2 pav. Šiluminės energijos gamybos pastatų apšildymui kuro ir energijos balansas (tiesioginis poveikis aplinkai), 2014;
- 3.3.3 pav. STVM pastatas;
- 3.3.5 pav. Vidutinės daugiametės saulės energijos spinduliuotės (kWh /m^2) pasiskirstymas į horizontalią plokštumą
- 4.1.2.1 pav. SE veikimo schema
- 4.2.1.3 pav. Pagaminamos ir sunaudojamos energijos kiekio prognozė po saulės elektrinės įrengimo
- 4.2.1.4 pav. Energijos pardavimo ir pirkimo rodikliai EUR iš saulės elektrinės
 - 4.2.1.1. pav. saulės kolektoriaus veikimo schema
 - 4.2.2.2 pav. Šilumos energijos poreikis STVM, pagaminamos šilumos energijos kiekis su SŠK ir trūkstamas energijos kiekis, kurį reikia pagaminti biokuro katilinėje
- 4.3.1 pav. Biokuro katilinės su kondensaciniu ekonomizeriu schema

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1.2.1 lentelė. Gyvenamųjų patalpų ir lankytojams skirtų visuomeninių patalpų mikroklimato parametrų ribinės vertės (HN 42:2009);
- 1.3.1. lentelė. investicinių projektų remiamos veiklos ir jų įgyvendinimo uždaviniai;
- 1.5.2.1 lentelė. Elektros gamyba pasaulyje iš atsinaujinančiųjų išteklių 2011-2012;
- 3.2.2 lentelė. Pastato šilumos energijos balansas 2012 m.
- 3.3.1 lentelė. STVM pastato energijos duomenų suvestinė 2014 m.;
- 3.3.4.lentelė: Saulės spinduliavimo metinė energija Lietuvos teritorijoje;
- 3.3.6 lentelė. Vidutinė pilnutinė saulės ekspozicija patenkanti į horizontalų paviršių Lietuvoje, kWh/m²:
- 4.1.2.2 lentelėje 114 kW įrengtos galios su SE pagaminamos elektros energijos prognozė
- 4.1.3.1 lentelė SE įrengimo ekonominė ir aplinkosauginė nauda
- 4.2.2.1 lentelė Saulės energijos pagamintos su SŠK prognozė.
- 4.2.3.1 lentelė SŠK įrengimo ekonominiai rezultatai
- 4.2.3.2 lentelėje SŠK įrengimo ekonominė ir aplinkosauginė nauda
- 4.3.2.1 lentelė Biokuro katilinės modernizavimo aplinkosauginės naudos bei sutaupomų lėšų įvertinimas
- 4.3.2.2 lentelė Katilinės modernizavimo, pereinant prie VŠK, kūrenamu biokuru, investicijų įvertinimas
- 4.4.1 lentelė. Aplinkos apsaugos veiksmingumo energijos gamybos srityje įvertinimas

PRIEDŲ SĄRAŠAS

PRIEDAS NR. 1 Saulės fotoelementų modulių techniniai duomenys

PRIEDAS NR. 2 Saulės fotoelementų modulių ant STVM pastato stogo išsidėstymo schema

PRIEDAS NR. 3 Saulės spindėjimo trukmė

PRIEDAS NR. 4 Saulės kolektoriaus techniniai duomenys

PRIEDAS NR. 5 Saulės kolektorių ant STVM pastato stogo išsidėstymo schema

SUTRUMPINIMAI

AEI – Atsinaujinantys energijos ištekliai

SE – saulės elektrinė

SM – saulės modulis

ES – Europos sąjunga

STVM – Smalininkų technologijų ir verslo mokykla

SŠK – saulės šildymo kolektorius

ŠESD – Šiltnamio efektą sukeliančios dujos

ŠG – Švaresnė gamyba

n. k. – naudingumo koeficientas

CO₂ – anglies dioksidas

NO_x – azoto oksidas

IVADAS

Energijos taupymas ir efektyvus jos išteklių vartojimas, taip pat gamintojų ir vartotojų skatinimas vartoti vietinius ir atsinaujinančius atliekinius energijos išteklius yra pagrindiniai mūsų valstybės energetikos politikos tikslai, apibrėžti Nacionalinėje energetikos strategijoje, kuri patvirtinta Lietuvos Respublikos Seime 2007 m. sausio 18 d. (Žin., 2007, Nr. 11-430).

Energijos išteklių naudojimo skatinimas – nurodomas kaip vienas iš energetinio saugumo saktinimo veiksnių vyddomų dabartinėje šalies politikoje. (Čyplys, 2012).

Energetikos sektorius – neatsiejama tobulėjančios visuomenės sudedamoji dalis turinti didelę įtaką kiekvienos valstybės ekonomikai, ekonomikos augimo tempams, socialinei ir ekonominei gerovei (Miškinis V., Galinis A., ir kt, 2014)

Atsinaujinantys energijos ištekliai – tai ištekliai, kurių kiekis gamtoje nuolat atsinaujina dėl natūraliai gamtoje vykstančių procesų ir žmonių veiklos. Jų rūšys: vėjo, saulės, vandens, vandenynų energija, hidroterminė energija, geoterminė energija, biologinės masės, biodegalai, sąvartynų dujos, nuotekų perdirbimo įrenginių dujos ir biologinės dujos, taip pat biologiškai skaidri pramoninių ir buitinių atliekų dalis.

Darbo objektas – visuomeninės paskirties pastatai.

Darbo tikslas – taikant švaresnės gamybos principus ir atsinaujinančius energijos išteklius įvertinti energijos naudojimo efektyvumo didinimo galimybes visuomeninės paskirties pastatuose.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti pirminės ir galutinės energijos suvartojimo statistinę analizę;
2. Išanalizuoti teisinius ir mokslinius įrankius susijusius su energetinio efektyvumo didinimu ir atsinaujinančių energijos išteklių naudojimu visuomenės paskirties pastatuose;
3. Nustatyti energetinio efektyvumo didinimo metodus, kurie galėtų būti taikomi visuomeninės paskirties pastatuose;
4. Pasiūlyti inovacijas energijos gamybos efektyvumo didinimui, taikant švaresnės gamybos prevencinius metodus, eksperimentui pasirinktame visuomeninės paskirties pastate ir atlikti jų įvykdomumo analizę.
5. Įvertinti aplinkosaugos veiksmingumą po alternatyvų įdiegimo, eksperimentui pasirinktame objekte.

Darbo aktualumas – Pagal Lietuvos Respublikos statybos techninį reglamentą „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ numatoma, kad iki 2020 m. visi naujai statomi visuomeniniai pastatai turi atitikti beveik nulinės energijos suvartojimo standartus. Šiuo

metu visuomeninės paskirties pastatuose suvartojamos energijos kiekis beveik trigubai viršija nurodomus reikalavimus. Pastatuose neefektyviai vartojama energija, patiriami dideli šilumos nuostoliai dėl neefektyviai veikiančių šildymo, inžinerinių sistemų, kritinės būklės pastatų atitvarų, susidėvėjusių vamzdynų.

Darbo teorinė ir praktinė nauda – šiame darbe siūlomi metodai ir priemonės energetinio efektyvumo didinimui. Eksperimentui pasirinktame visuomeninės paskirties pastate bus siūloma įdiegti tris alternatyvas susijusias su AEI panaudojimu, įvertinant šių pasirinkimų įvokdomumą, ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriu. Siūlomos idojos galės būti pritaikytos bet kuriame visuomeninės paskirties pastate siekiant kuo didesnio energetinio efektyvumo.

1. PIRMINĖS IR GALUTINĖS ENERGIJOS, VISUOMENINĖS PASKIRTIES PASTATUOSE, EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS

1.1 Pirminės ir galutinės energijos sunaudojimo pastatuose statistiniai duomenys

Galutine energija vadinama ta pirminių gamtinių išteklių (gamtinių dujų, akmens anglių, naftos ir kt.) ir antrinių energijos išteklių (centralizuotai tiekiamos šilumos, elektros energijos, naftos produktų) dalis, kurią tiesiogiai savo įrenginiuose suvartoja galutiniai vartotojai (pramonės, žemės ūkio, transporto ir prekybos bei paslaugų sektoriaus įmonės, individualūs vartotojai ir pan.) (Konstantinavičiūtė ir kt., 2010).

Pasak Miškinio, Galinio, Konstantinavičiūtės, Lekavičius “pirminės energijos intensyvumas per dešimtmečius ženkliai sumažėjo, Lietuva vis dar priskiriama prie neefektyviai energiją vartojančių šalių, o teiginiai apie išlaidų energijos išteklių vartojimą Lietuvoje ir kitose naujosiose ES šalyse narėse paprastai grindžiami energijos intensyvumo rodikliais, kurie skelbiami ir periodiškai atnaujinami kiekvienoje šalyje” (Miškinis, Galinis, ir kt., 2014)

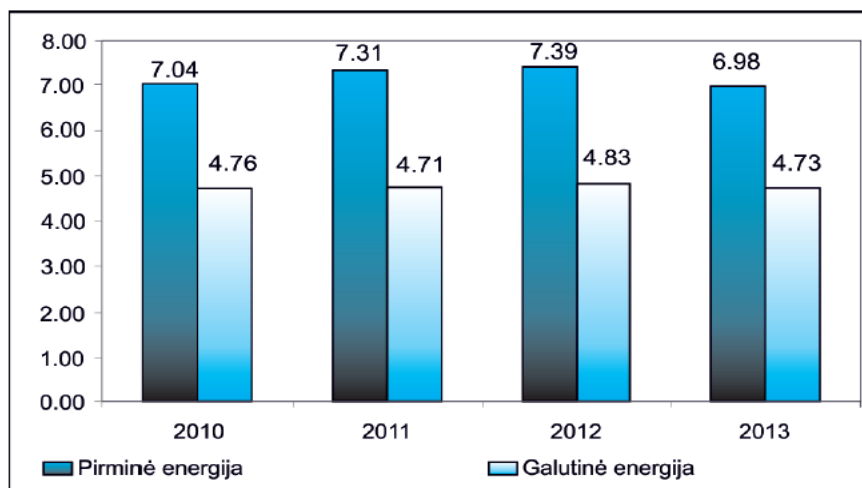
Pirminė energija – tai visoms šalies reikmėms suvartota energija, esanti šalies viduje išgautuose ir importuojamuose gamtos ištekliuose: atsinaujinančių energijos išteklių (vandens rezervuarų potencinė energija, vėjo energija, geoterminė energija, saulės radiacijos energija, biologinės masės (medienos ir biologiškai skaidžios biologinės kilmės produktų, žemės ūkio atliekų, įskaitant augalinės ir gyvulinės kilmės medžiagas, pramonės ir buitinių atliekų), kurių kiekis dėl natūraliai gamtoje vykstančių procesų ir žmonių veiklos nuolat atsinaujina; branduolinių reakcijų išskiriama energija; cheminė energija, slypinti organiniame kure (naftoje, gamtinėse dujose, akmens anglyse, durpėse). Šiai energijai taip pat priskiriama šiluma gaunama iš gamtos šaltinių (geoterminė, saulės) vadinama pirmine šiluma (Konstantinavičiūtė ir kt., 2010).

Pagrindinis dėmesys skiriamas energijos vartojimo galutinių vartotojų įrenginiuose, t.y. galutinės energijos, esamos būklės ir kaitos tendencijų analizei.

Pirminės energijos išteklių poreikius bet kurioje šalyje didžiąja dalimi lemia galutiniai energijos vartotojai – “apdirbamosios pramonės struktūra ir gaminamos produkcijos apimtys, pervežamų krovinių ir keleivių pasiskirstymas pagal transport rūšis, gyventojų mobilumas, paslaugų ir aptarnavimo sektoriaus teikiamų paslaugų apimtys, gyvenimo kokybė ir komforto lygis namų ūkio sektoriuje ir kt. faktiniai statistiniai duomenys” (17)

Visa šalyje suvartojama energija dažniausiai matuojama milijonais tonų naftos ekvivalento (tne). Laikotarpiu iki 2012 metų galima išvelgti pirminės energijos sąnaudų augimo tendenciją, kurios kaitai didelę įtaką turėjo elektros energijos eksportui sunaudojamo branduolinio kuro svyravimai –

padidėjus (sumažėjus) elektros eksportui, atitinkamai padidėdavo ir suminės pirminės energijos sąnaudos. Pirminės ir galutinės energijos kitimo sąnaudos pateiktos 1.1.1 paveiksle.

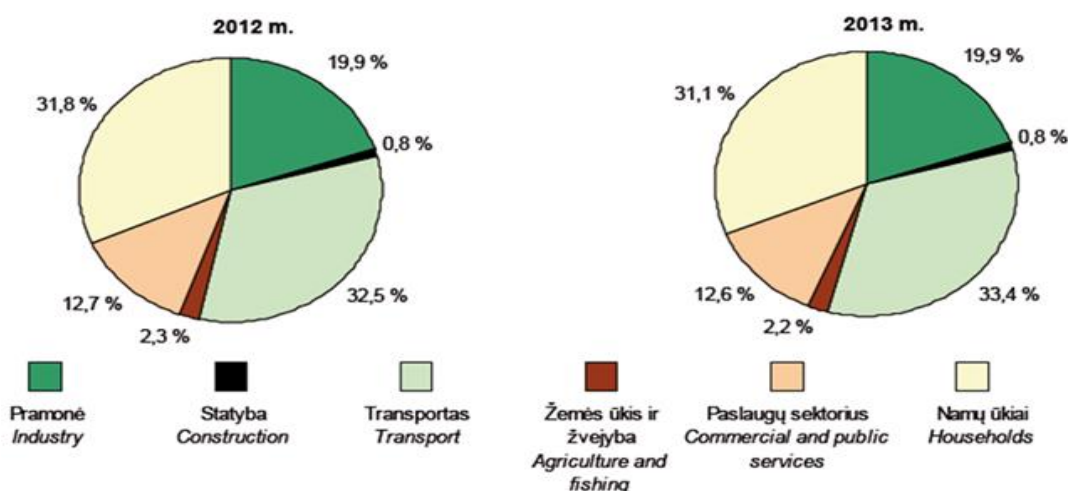


1.1.1 pav. Pirminės ir galutinės energijos sąnaudos Lietuvoje 2010-2013, mln. tne

*Šaltinis: Lietuvos Statistikos departamentas

Galutinės energijos suvartojimas nuo 2010 iki 2013 metų nežymiai svyravo, visu nagrinėjamu laikotarpiu išliko virs 4.70 mln tne/m. Lietuvos Respublikos energijos vartojimo efektyvumo veiksmų plane, numatoma iki 2020 m. pasiekti, kad galutinės energijos sutaupymas siektų iki 340,67 tūkst. tne.. Tuo tarpu pirminės energijos suvartojimas iki 2016 m. turi siekti iki 340, 67 tūkst. tne, namų ūkiuose iki 47,97 tūkst. tne.

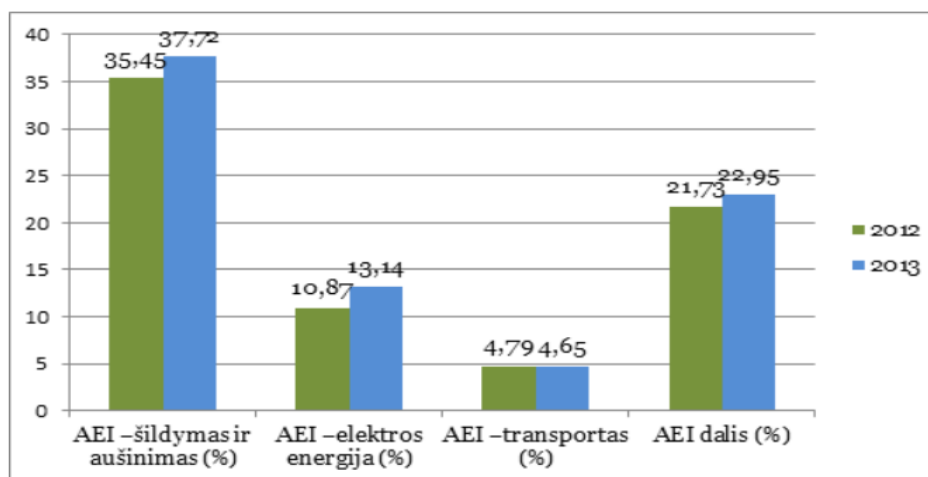
Energijos ir kuro suvartojimas pagal ūkio sektorius pateikiamas (1.1.2 pav.). Analizuojant 2013 m. duomenis namų ūkiuose pastebimas kuro ir energijos suvartojimo sumažėjimas, lyginant su 2012 m. galutinis kuro ir energijos suvartojimas sumažėjo 0,7 proc. Pramonėje, Statybos, paslaugų ir žemės ūkio sektoriuose didelių pokyčių suvartotos energijos kiekyje nebuvo, suvartojimas 2013 m. nežymiai pakito tik transporto sektoriuje.



1.1.2 pav. Kuro ir energijos galutinis suvartojimas pagal ūkio sektorius

*Šaltinis: Lietuvos Statistikos departamentas

Pastaraisiais metais AEI srityje užsibrėžti strateginiai tikslai leido sparčiai plėtoti vietinės energijos gamybos pajėgumus ir vystyti atsinaujinančių išteklių energetiką Lietuvoje (1.1.3 pav.). „2013 metais atsinaujinančių išteklių energijos dalis elektros energijos gamybos sektoriuje sudarė 13,14 proc. (padidėjo 2,27 p.p.), šildymo ir aušinimo sektoriuje – 37,72 proc. (padidėjo 2,2 p.p.) ir 4,65 proc. (sumažėjo 0,14 p.p.) transporto sektoriuje“. Pagal AEI padidėjimą Lietuva pasiekė didesnius tikslus nei buvo užsibrėžta pagal Nacionalinę energetinės nepriklausomybės strategiją.



1.1.3pav. AEI dalis bendrame energijos suvartojime 2012-2013 m.

*Šaltinis: Lietuvos Statistikos departamentas

1.2 Visuomeninės paskirties pastatai ir jiems taikomi reikalavimai

Lietuvos Respublikos statybos techninis reglamentas STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ (Žin., 2004, Nr. 54-1851) apibrėžia visuomeninės paskirties pastatus.

Visuomeninės paskirties pastatas – pastatas, skirtas visuomenės poreikiams tenkinti ir atsižvelgiant į nuostatas priklausantis viešbučių, administracinės, prekybos, paslaugų, maitinimo, transporto, kultūros, mokslo, gydymo, poilsio, sporto ar religinės paskirties pastatų pogrupiui.

Visuomeninės paskirties inžinerinis statinys – tos pačios paskirties, kaip ir visuomeninės paskirties pastatas, inžinerinis statinys (išskyrus inžinerinius tinklus ir susisiekimo komunikacijas).

STR prieduose yra pateikiamas visuomeninės paskirties pastatų sąrašas:

- „Viešbučių paskirties pastatai: viešbučiai, moteliai, svečių namai.
- Administracinės paskirties pastatai: valstybės ir savivaldybių valdymo įstaigų, prokuratūrų, teismų, kitų įstaigų ir organizacijų administraciniai pastatai, ambasadų, bankų, pašto, biržų, darbo biržų, draudimo įstaigų, biurų advokatų, notarų, antstolių kontorų, informacijos centrų ir kiti pastatai.

- Prekybos paskirties pastatai: parduotuvės, parduotuvės-operatorinės, vaistinės, knygynai, prekybos paviljonai, palapinės, kioskai ir kiti pastatai.
- Paslaugų paskirties pastatai: pirtys, grožio salonai, skalbyklos, taisyklos, remonto dirbtuvės, priėmimo-išdavimo punktai, autoservisai, plovyklos, laidojimo namai, krematoriumai ir kiti pastatai.
- Maitinimo paskirties pastatai: valgyklos, restoranai, kavinės, barai ir kiti pastatai.
- Transporto paskirties pastatai: oro uosto, jūros ir upių laivyno, geležinkelio ir autobusų stočių pastatai, muitinių, transporto bilietų, kelionių, turizmo agentūrų ir kiti pastatai.
- Kultūros paskirties pastatai: teatrai, kino teatrai, kultūros namai, klubai, bibliotekos, muziejai, archyvai, parodų rūmai, planetariumai, radijo ir televizijos ir kiti pastatai.
- Mokslo paskirties pastatai: institutai ir mokslinio tyrimo įstaigos, observatorijos, meteorologijos stotys, laboratorijos (išskyrus gamybines laboratorijas), bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, vaikų darželiai, lopšeliai ir kiti pastatai.
- Gydyimo paskirties pastatai: ligoninės, klinikos, poliklinikos, sanatorijos, reabilitacijos centrai, specialiųjų įstaigų sveikatos apsaugos pastatai, gydyklų pastatai, medicininės priežiūros įstaigų slaugos namai, veterinarijos gydyklų ir kiti pastatai.
- Poilsio paskirties pastatai: turizmo centrai, poilsio namai, jaunimo nakvynės namai, kempingų pastatai, kaimo turizmo pastatai, medžioklės nameliai ir kiti pastatai.
- Sporto paskirties pastatai: sporto salių, teniso kortų, baseinų, čiuožyklų, jachtklubų, šaudyklų, stadionų, maniežų ir kiti pastatai.
- Religinės paskirties pastatai: bažnyčios, cerkvės, koplyčios, sinagogos, maldos namai, katedros ir kiti pastatai“.

Lietuvos higienos norma HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ (Žin., 2009-12-31, Nr. 159-7219) nustato mikroklimato parametrus gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpose bei bendruosius mikroklimato parametrų matavimo ir kontrolės reikalavimus. Gyvenamųjų patalpų ir lankytojams skirtų visuomeninių patalpų mikroklimato parametrai yra šie: temperatūrų skirtumas, oro temperatūra, santykinė oro judėjimo greitis ir oro drėgmė. Mikroklimato parametrų ribinės vertės pateikiamos higienos normos 1.2.1. lentelėje.

1.2.1 Lentelė. Gyvenamųjų patalpų ir lankytojams skirtų visuomeninių patalpų mikroklimato parametrų ribinės vertės (HN 42:2009)

Eil. Nr.	Mikroklimato parametrai	Ribinės vertės	
		Šaltuoju metų laikotarpiu	Šiltuoju metų laikotarpiu
1.	Oro temperatūra, °C	18–22	18–28

2.	Temperatūrų skirtumas 0,1 m ir 1,1 m aukštyje nuo grindų, ne daugiau kaip °C	3	3
3.	Santykinė oro drėgmė, %	35–60	35–65
4.	Oro judėjimo greitis, m/s	0,05–0,15	0,15–0,25

Lietuvos Respublikos STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ (Žin., 2012-09-21, Nr. D1-674, aktuali redakcija nuo 2014-09-17) taikomas šildomų gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų (jų dalių) energinio naudingumo įvertinimui ir energinio naudingumo sertifikavimui.

Reglamente nurodyti tikslai, kaip efektyviai naudoti energiją, valdyti energijos poreikį, mažinti jos vartojimą pastatuose ir didinti atsinaujinančių išteklių energijos naudojimą pastatų sektoriuje, kad būtų sumažinta energinė priklausomybė ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija.

Reglamentas įpareigoja sudaryti sąlygas įgyvendinti Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos Kioto protokolą (UNFCCC), didinti energijos tiekimo saugumą, skatinti technologijų plėtrą ir sukurti galimybes užimtumui bei regioninei plėtrai, ypač kaimo vietovėse.

Įgyvendinti ES Komisijos komunikate „Efektyvaus energijos vartojimo veiksmų planas: išnaudoti potencialą“ (KOM(2006)545 galutinis) nustatytus prioritetus, kurie sudarytų sąlygas didinti energijos vartojimo efektyvumą Europos Sąjungoje, kad būtų pasiektas tikslas iki 2020 m. 20 proc. sumažinti Europos Sąjungoje suvartojamos energijos kiekį. Siekti įvykdyti įsipareigojimus iki 2020 m. sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, pasiekti privalomą tikslą, kad atsinaujinančių išteklių energija iki 2020 m. sudarytų 20 proc. bendro Europos Sąjungoje suvartojamos energijos kiekio, nustatomi nacionaliniai privalomi CO₂ kiekio mažinimo tikslai, kurių siekiant itin svarbus bus energijos vartojimo efektyvumas pastatų sektoriuje.

Pastato (jo dalies) energinis naudingumas – „pagal Reglamento reikalavimus apskaičiuotas energijos kiekis, išreikštas pastato (jo dalies) energinio naudingumo klase, reikalingas naudojant pastatą pagal paskirtį“.

Energinio naudingumo sertifikatas – „Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos nustatyta tvarka išduotas sertifikatas, kuriame pagal šio Reglamento reikalavimus įvertintas pastato (jo dalies) energijos suvartojimas ir nurodoma energinio naudingumo klasė“.

Pagal energinį naudingumą pastatai klasifikuojami į 9 klases: A++, A+, A, B, C, D, E, F, G. A++ klasė yra laikoma aukščiausia ir ji nurodo energijos beveik nevartojantį pastatą.

Šiuo metu naujai statomiems pastatams, kuriems yra išduotas statybos leidimas ir kurių statybos darbai buvo pradėti po 2014 m. sausio 1 d., energinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė

kaip B. Reglamente numatoma jog kas du metus energinio naudingumo klasės turi didėti kol 2021 m. energinio naudingumo klasė bus nemažesnę kaip A++.

Rekonstruojamiems, remontuojamiems pastatams, kuriems statybos, renovavimo darbai pradėti po 2014 m. sausio 1 d., energinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė kaip C.

Šilumos energijos sąnaudos nuo 2016-01-01 naujai statomam A energinio naudingumo klasės specialiosios paskirties pastatui ar jo daliai šildyti turi sudaryti 138 kWh/(m² metus);

Šilumos energijos sąnaudos nuo 2018-01-01 naujai statomam A energinio naudingumo klasės administracinės paskirties pastatui ar jo daliai šildyti turi sudaryti 168 kWh/(m² metus).

1.3 Teisiniai įrankiai, skatinantys didinti energijos efektyvumą

Europos sąjungoje pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama oro kokybės gerinimui eskaluojama klimato atšilimo tema, stengdamasi atkreipti visuomenės dėmesį dėl išmetamų teršalų į aplinkos orą sumažinimą.

Pagrindinis Europos Tarybos tikslas – suformuoti tokią strategiją, kuri apimtų oro kokybės valdymą bei nustatytų ilgalaikius oro kokybės tikslus. Šiems tikslams įgyvendinti yra priimtos direktyvos, tam kad būtų kontroliuojamas į aplinką išmetamų teršalų lygis bei stebima jų koncentracija ore.

Direktyva 2006/32/EB dėl energijos galutinio vartojimo efektyvumo ir energetinių paslaugų priimta 2006 m. balandžio 5 d. (panaikinanti Tarybos direktyvą 93/76/EEB). Šios direktyvos tikslas – skatinti energijos efektyvumo didinimą valstybėse narėse, nustatant priemones efektyviam energijos vartojimui taip pat sudaryti sąlygas energetinių paslaugų rinkos plėtrai ir skatinimui. Valstybės narės priima ir stengiasi pasiekti bendrą nacionalinį orientacinį energijos sutaupymo tikslą, kuris devintaisiais šios direktyvos taikymo metais t. y. 2015 turi būti 9 % ir kuris įgyvendinamas pasitelkus energetines paslaugas bei kitas energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones.

Direktyvoje taip pat numatyta pilnai atsižvelgti į energetikos sektoriaus rinkos dalyvių nacionalinius organizavimo principus. „Siekiant paspartinti energijos paslaugų ir energijos efektyvumo gerinimo priemonių idėgimą, šalys narės turi galimybę įpareigoti energijos skirstymo imones, skirstymo sistemos operatorius bei energijos prekybos kompanijas arba, kur imanoma, du arba visus rinkos dalyvius, teikti tokias paslaugas ir dalyvauti šių priemonių įgyvendinimo procese“ (Mickaityte, 2008).

Energijos vartojimo efektyvumo direktyva (2012/27/ES kuria iš dalies keičiamos direktyvos 2009/125/EB ir 2010/30/ES bei kuria panaikinamos direktyvos 2004/8/EB ir 2006/32/EB) įsigaliojo 2012 m. gruodžio mėn. Šioje direktyvoje nustatytos nuostatos dėl valstybėms narėms taikomų energijos vartojimo efektyvumo tikslų, paremtų pirminiu arba galutiniu energijos suvartojimu, kuriuos

valstybės narės privalo patvirtinti iki 2020 m. Direktyva taip pat nustatomos teisiškai privalomos taisyklės galutiniams vartotojams ir energijos tiekėjams. Ši direktyva įpareigoja parengti ilgalaikę strategiją, skirtą investicijų telkimui gyvenamųjų ir komercinės paskirties, tiek privačios paskirties, tiek viešos paskirties pastatų nacionalinio fondo renovacijos srityje. Pagrindiniai reikalavimai, keliami valstybėms narėms, kad įgyvendinant energijos efektyvumo didinimo priemones, pirmenybė būtų taikoma tiems pastatams, kurių energetinis naudingumas yra žemiausias.

Direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo, kuri priimta 2010 m. gegužės 19 d. (ši direktyva įsigaliojo vietoj panaikintos 2002/91/EB direktyvos) Pagrindinis naujoje direktyvos redakcijoje išdėstytos direktyvos tikslas buvo supaprastinti keletą ankstesnės direktyvos nuostatų ir sugriežtinti energinio naudingumo reikalavimus. „Šioje direktyvoje nustatomi tokie tikslai:

- iki 2020 m. 20 % sumažinti ES suvartojamos energijos kiekį;
- iki 2020 m. sumažinti išleidžiamų į aplinką šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas;
- iki 2020 m. 20 % padidinti energijos gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių;
- siekiamybė iki 2020 m. gruodžio 31 d. visus naujus pastatus paversti beveik nulinės energijos pastatais po 2018 m. gruodžio 31 d. viešosios valdžios institucijos, užimančios ir valdančios naujus pastatus, turėtų prisiimti atsakomybę užtikrintant, kad tie pastatai būtų beveik nulinės energijos pastatai. Šio tikslo įgyvendinimui valstybės narės yra įpareigosotos parengti nacionalinius planus“.

Direktyva 2010/30/ES dėl su energija susijusių gaminių suvartojamos energijos ir kitų išteklių nurodymo ženklint gaminį ir apie jį pateikiant standartinę informaciją, priimta 2010 m. gegužės 19 d. Ši direktyva susijusi su informacijos tiekimu galutiniams naudotojams ženklint gaminius susijusius su energijos naudojimu. Direktyva pritaikoma gaminiams, kuriuos naudojant daroma didelė netiesioginė ar tiesioginė įtaka energijos ir kitų išteklių suvartojimui.

Direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, priimta 2009 m. balandžio 23 d. (iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB) Šioje direktyvoje nustatoma bendra skatinimo programa naudoti atsinaujinančių išteklių energijos sistemas. Direktyvoje nustatyti tikslai „iki 2020 m. nuo ES suvartojamo energijos kiekio 20 proc. turi sudaryti AEI energija. Nustatomi tvarumo kriterijai biodegalams ir skystiesiems bioproduktams. Reikalaujama, kad iki 2020 m. visose valstybėse narėse 10 proc. transporto degalų būtų gaunama iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių. Direktyvoje taip pat nustatyti įvairūs mechanizmai, kuriuos siekdamas savo tikslų gali taikyti valstybės narės (paramos schemos, kilmės garantijos, bendri projektai, valstybių narių ir trečiųjų šalių bendradarbiavimas), taip pat biokuro ir skystųjų bioproduktų tvarumo kriterijai“.

„Europa 2020“ Strategija – tai ES augimo strategija, kuria siekiama pažangos, tvarumo ir integracijos Strategijoje išskirti tikslai (dar vadinami 20-20-20 tikslais), kurie įtakoja klimato bei energetikos sritis yra:

- šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažinimas 20 % (arba net 30 %, jei tam bus tinkamos sąlygos), lyginant su 1990 m. rodikliais;
- nurodoma, kad 20 % energijos turėtų būti gaminama iš atsinaujinančiųjų energijos šaltinių;
- energijos vartojimo efektyvumas turėtų būti padidintas 20 %.

2014 – 2020 m. ES fondų investicijų veiksmų programa. Programos 4-me prioritete „Energijos efektyvumo ir atsinaujinančių išteklių energijos gamybos ir naudojimo skatinimas“ minimas struktūrinių fondų lėšų skyrimas AEI skatinimui, modernizuojamiems šilumos ir elektros energijos tinklams. Programoje AEI gerinimui yra išskirti tikslai Lietuvai iki 2020 m. padidinti AEI dalį energijos suvartojimo bendrame balanse ne mažiau kaip iki 23 proc. (šiuo metu suvartojimas sudaro 21,72 proc.); ne mažiau kaip iki 20 procentų (šiuo metu yra 10,9 proc.) padidinti AIE pagamintos elektros energijos dalį, taip pat padidinti centralizuotai tiekiamos šilumos dalį ne mažiau kaip iki 60 procentų (šiuo metu yra apie 26 proc.). Programoje 2014–2020 m. numatoma išnaudoti energijos vartojimo pranašumus iš kogeneracinių jėgainių, kurios naudoja biokurą elektros ir šilumos energijos gamybai. Numatomi investiciniai paketai šilumos gamybos restruktūrizavimui, keičiant senus, išskastinį kurą naudojančius ir susidėvėjusius katilus į efektyvius biokuro katilus. Pagal 4 –ojo prioriteto 4.3. punktą numatomos investicijos veiklų įgyvendinimui pateiktos 1.3.1. lentelėje.

1.3.1. lentelė investicinių projektų remiamos veiklos ir jų įgyvendinimo uždaviniai

Investicinio projekto remiamos veiklos	Pagal investicijų veiksmų plano programą numatomi uždaviniai
<p align="center">Daugiabučių namų atnaujinimas ir modernizavimas energetinį efektyvumą didinančiomis priemonėmis</p>	<p>Numatoma finansuoti “pastato energetinį naudingumą didinančias ir kitas pastato atnaujinimo (modernizavimo) (įskaitant kapitalinę renovaciją) priemones (šildymo ir karšto vandens sistemų, ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymą, keitimą ar įrengimą, pastato fasado sienų šiltinimą, įskaitant sienų konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą, balkonų ar lodžių įstiklinimą, jų esamos konstrukcijos sustiprinimą ar įrengimą, taip pat laiptinių lauko durų ir patalpų langų keitimą į mažiau šilumą praleidžiančius, rūsio perdangos šiltinimą, liftų atnaujinimą, kitų pastato bendrojo naudojimo inžinerinių sistemų sutvarkymą ir kitos tiesiogiai su atliekamais darbais susijusias priemones), įskaitant AIE juose diegimą ir įrengimą, siekiant atitikti ne mažesnę kaip C pastato energinio naudingumo klasę”.</p>

<p>Valstybės, savivaldybių institucijų ir įstaigų naudojamų pastatų renovacija ir modernizavimas</p>	<p>Planuojama remti „valstybės, savivaldybių institucijų ir įstaigų pastatų, priklausančių valstybės, savivaldybių institucijoms ir įstaigoms nuosavybės teise ir (arba) valdomų kitais teisėtai pagrindais, renovavimo priemonės (išorinių atitvarų remontą ir (arba) rekonstravimą, pastatų energetikos sistemų modernizavimą ir (arba) rekonstravimą ir kitas susijusias priemones), siekiant pagerinti pastatų energines savybes, siekiant atitikti ne mažesnę kaip C pastato energinio naudingumo klasę atsižvelgiant į energinio naudingumo susitarimų principą“, taip pat AIE panaudojimo energijos gamybai juose skatinimui.</p>
<p>Viešosios paskirties pastatų ir daugiabučių namų atnaujinimo skatinimas ir priežiūra</p>	<p>Numatoma finansuoti “skatinimo veiklas (viešosios paskirties pastatų ir daugiabučių namų modernizavimo viešinimą, viešosios paskirties pastatų valdytojų ir daugiabučių namų savininkų informavimą ir konsultavimą), rengti tipinius ir investicinius projektus, taip pat vykdyti projektų įgyvendinimo priežiūrą ir kontrolę”.</p>
<p>Energijos gamybos efektyvumo ir AIE naudojimo namų ūkiuose didinimas</p>	<p>Remiamas neefektyviai biomasę naudojančių katilų namų ūkiuose, kurie nėra prijungti prie centralizuotai tiekiamos šilumos sistemos, keitimas į efektyvesnes technologijas, naudojančias AIE šilumos gamybai.</p>

**sudaryta autorės remiantis 2014 – 2020 m. ES fondų investicijų veiksmų programa*

2014-2020 nacionalinės pažangos programa, priimta 2012 m. lapkričio 28 d. joje siekiama plėtoti energetinę infrastruktūrą, kuri užtikrintų šalies energetinę nepriklausomybę nuo monopolininkų, taip pat aplinką tausojančią šilumos ūkio, dujų, elektros gamybos ir tiekimo infrastruktūrą, kuri Lietuvos Respublikos gyventojams sudarytų kuo priimtinesnį kainos ir kokybės santykį.

Programoje, sakoma, kad „viena iš rimčiausių neefektyvaus energijos vartojimo Lietuvoje priežasčių – labai prastos daugumos viešosios paskirties pastatų šiluminės savybės, jiems šildyti reikia daug energijos. Šilumai ir elektrai gaminti per mažai naudojama ekologiškai švarių atsinaujinančių energijos išteklių, tokių kaip geoterminė (žemės gelmių šiluminė), saulės ir vėjo energija“. Sudaryti veiksmų tikslai – Lietuvos energetinės nepriklausomybės iki 2020 metų užtikrinimas, Lietuvos energetinio saugumo ir konkurencingumo skatinimas. Šios strategijos tiksluose numatoma, kad „Energetinio efektyvumo didinimo srityje iki 2020 metų bus siekiama kiekvienais metais po 1,5 % didinti vartojimo efektyvumą ir taip stiprinti Lietuvos energetinę nepriklausomybę, konkurencingumą ir darnią plėtrą“.

Ilgalaikis pastatų nacionalinio fondo atnaujinimo planas nustato pagrindines politikos kryptis investicijų skyrimui pastatų nacionalinio fondo atnaujinimo srityje, strategija sukurta vadovaujantis 2012 m. spalio 25 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 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. „Nacionalinio pastatų fondo atnaujinimo tikslas iki 2020 metų – atnaujinti energetiškai neefektyvius gyvenamuosius ir negyvenamuosius pastatus, didinant jų energijos vartojimo efektyvumą“. Ši strategija sieks „atnaujinti 700 000 m² viešojo sektoriaus pastatų ploto, kurie sudaro 5–6 proc. viso viešojo sektoriaus pastatų ploto, ir sumažinti anglies dioksido išmetimus į atmosferą – nemažiau kaip 17 tūkst. tonų“.

Vadovaujantis LR energetikos ministro įsakymu dėl energijos vartojimo efektyvumo veiksmų planu patvirtintu 2014 m. gegužės 30 d. Nr. 1-149, 2014 m. energijos vartojimo efektyvumo veiksmų plane pagal Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo 2014 metų sąmatą, buvo skirta 435,49 mln. litų lėšų. Iš šių lėšų numatyti darbai:

- „visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatų, daugiabučių namų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas ne mažiau negu 40% – 71 mln. litų“;
- „atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ar kt.) panaudojimas visuomeninės paskirties pastatuose ir /ar aplinkai palankių technologijų diegimas ūkinę komercinę veiklą vykdančiose įmonėse – 44,78 mln. litų“

Lietuvos Respublikos aplinkos ministrija skiria finansavimą projektams pagal Klimato kaitos specialiosios programos I dalies 1.1.1 punkto priemonę „Visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas“. Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas - LAAIF 2012 m. pagal Klimato kaitos specialiosios programos I dalies 1.1.1 punkto priemonę gavo 16 paraiškų iš kurių patenkino – 15, skirto finansavimo suma 22 672 450 mln. litų; 2013 m. paraiškų gauta 178, patenkintos – 52, skirto finansavimo suma - 71 407 318 mln. litų (19).

Vadovaujantis Švietimo įstaigų modernizavimo programoje, patvirtintoje Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2013 m. gegužės 10 d. įsakymu Nr. V-410, pateikiama informacija, nuo 2009 iki 2013 metų, „atnaujintos (modernizuotos) 576 švietimo įstaigos. Vykdytų 1996–2012 metais švietimo įstaigų pastatų atnaujinimo (modernizavimo) projektų patirtis parodė, kad įdiegus energijos taupymo priemones, susijusias su pastatų ir šilumos tiekimo sistemų atnaujinimu (modernizavimu), atnaujintose (modernizuotose) švietimo įstaigose pagerėjo higienos sąlygos, šilumos sutaupoma nuo 30 iki 47 proc.“

Vadovaujantis LR energetikos ministro įsakymu dėl energijos vartojimo efektyvumo veiksmų planu patvirtintu 2014 m. gegužės 30 d. Nr. 1-149, 2014 m. energijos vartojimo efektyvumo veiksmų plane „įgyvendinant viešosios paskirties renovavimo programas bei siekiant gauti paramą iš ES struktūrinės paramos strategijos pagal Sanglaudos veiksmų programos priemones „Viešosios paskirties pastatų renovavimas nacionaliniu lygiu“ ir „Viešosios paskirties pastatų renovavimas regioniniu lygiu“

– privaloma atlikti pastato energijos vartojimo auditą vadovaujantis Audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika. Energijos vartojimo auditas įvertina energijos nuostolius pastatuose, pateikia pagrįstą energijos taupymo priemonių planą energijos nuostoliams sumažinti bei reikalingas investicijas tų priemonių įgyvendinimui.“

1.4 Energetinio efektyvumo didinimo galimybės visuomeninės paskirties pastatuose

Viena iš pirmųjų realų žingsnį taupant energiją Europos Bendrijoje žengė Vokietija, nuo 2002 metų pradžios įvedusi normatyvą „Apie energiją tausojančią šilumosapgavą ir energiją tausojančią šildymo įrangą pastatuose“ (*Energie einsparverordnung – EnEV*) (Kazanavičius, Mikuckas, 2007).

Remiantis šiuo Vokietijos pavyzdžiu, pasak autorių į vieną sistemą buvo sujungtos šilumosaugos sistemos sudarančios šildymo, vėdinimo, karšto vandens ruošimo, šilumos generatorių ir kt.. Tokio tipo sistemų populiarumas ir diegimas vyrauja Anglijoje, Prancūzijoje, Italijoje, kai kuriose JAV valstijose (Kazanavičius, Mikuckas, 2007).

Norvegijoje atliktų mokslinių tyrimų duomenimis norint išsiaiškinti energijos efektyvumo integraciją į tvarią pastatų statybą būtina svarstyti tris tarpusavyje susijusias problemas: viešosios politikos įtakojančios energijos vartojimo efektyvumo skatinimą; valdžios pagalbą statybos ir renovavimo procesui, ir pastatų mikroklimatą. Atliktų tyrimų duomenimis nustatyta jog inovacijų susijusių su energetinio efektyvumo skatinimu pagrindinis pamatas yra valdžio požiūris į inovacijų diegimą, reglamentų priėmimą, naujų technologijų taikymą (Ryghaug, Sørensen, 2009).

Kazanavičius E., ir Mikuckas A., teigia jog projektuojant ar renovuojant pastatus pasirinkti optimaliausias šilumos energijos taupymui nėra paprasta. Architektūriniai ir inžineriniai sprendimai energetiškai efektyviame pastate yra ribojami jau išduotose projektavimo sąlygose. Pirminė suformuota projektavimo užduotis renovuojant pastatą irgi negali būti pakeista. Projektavimas turi būti vykdomas atsižvelgiant į išdėstytas sąlygas ir optimaliausius juose numatomus sprendimus, vadovaujantis statybos reglamentais. Autoriai pabrėžia jog: “Sprendžiant šildymo sistemos valdymo klausimus, parenkant valdymo algoritmus ir įvertinant jų efektyvumą, sudaromas būsto modelis. Šį modelį galima naudoti tyrinėjant ir kitus veiksnius, darančius įtaką energijos sunaudojimui. Tokie veiksniai yra atitvarų šiluminė varža, pastato sandarumas, šildymo katilo našumas, vyraujančių vėjų kryptis” (Kazanavičius, Mikuckas, 2007).

Energijos vartojimo sumažėjimas dėl šildymo ir aušinimo sistemų susidėvėjimo yra svarbus uždavinys energetinio efektyvumo didinimui, pastatų atitvarų renovavimui, šilumos nuostolių sumažinimui, AEI diegimui. (Aste, Buzzetti, ir kt., 2014)

Kiekvienam pastatui svarbu nustatyti sertifikavimo sistemą, energetinę klasę, pagal kurią būtų skatinamas energetinės kokybės kėlimas, energijos suvartojimo mažinimas, pavydžiui pasyvių namų

statymas, pasyvaus saulės šildymo naudojimas, pasyvus vėsinimas, vėdinimas, integracinės priemonės į atsinaujinančių išteklių plėtrą. Aukščiausios energetinės klasės pastatui visada bus garantuojamas aukščiausias komforto lygis, tai vienas iš būdų skatinti naujas strategijas energijijos mažiau naudojančių pastatų integracijai ir pilnavertiškam naudojimui ateityje (Casals, 2006).

Šalies savivaldybės turi lemti lemiamą vaidmenį įgyvendinant energiją taupančių priemonių realizavimą miestuose, įgyvendinant visuomeninių pastatų modernizaciją (Annunziata, Rizzi, Frey, 2014)

Martinaitis, Kazakevičius, Vitkauskas, kaip pagrindinę idėją siekiant energetinio efektyvumo tobulinimo pastatuose nurodo atskirti investicijas susijusias su energijos efektyvumo tobulinimu ir pastatų renovacija. Autoriai įvardina išlaidų ir kompleksinių priemonių naudą kai šios dvi priemonės yra atskiriamos viena nuo kitos (Martinaitis, Kazakevičius, Vitkauskas, 2007).

Gyventojų skaičiaus augimas sąlygoja statybos vystymąsi ir nepaliaujamą augimą visose ES šalyse. Visuomenė vis daugiau laiko praleidžia pastatuose, todėl pastatų komforto ir energetinio efektyvumo didinimui imamas skirti vis didesnis dėmesys (National building code, 2014).

Energetinis pastato naudingumo užtikrinimas yra svarbiausias tikslas siekiant darnios energetikos politikos regioniniu, nacionaliniu ar tarptautiniu lygiu. Augant statybų paklausai energetinis pastato naudingumas tampa kogero pačiu reikšmingiausiu jo rodikliu, kuris procentaliai įtakoja pastato suvartojamos energijos kiekį. Straipsnyje Lombard, Ortiz, Pout pabrėžiama naujų technologijų diegimo svarba, taip leidžiančių sutaupyti reikiamos energijos kiekį ir sumažinti aplinkos taršą. Taip pat akcentuojamas visuomenės sąmoningumo gerinimas dėl racionalių energijos išteklių vartojimo (Lombard, Ortiz, Pout, 2008).

Šiandieninė gyvenamojo būsto situacija neišvengiamai verčia reformuoti ir pritaikyti Lietuvos energetikos sistemos veiklą naujiems standartams bei išlaisvinti daugiabučių gyventojus iš centralizuotų šilumos tinklų sukurtų spąstų (Milutienė, 2013).

Visuomenės nuomonės apklausų rezultatai atskleidė, kad valdžios vykdoma energetikos politika neįnagrinama socialinio teisingumo principu ir veikiausiai gyventojų yra laikoma neteisėta. Beveik trečdalis visuomenės nuomone, gyvenamojo būsto klausimai turi būti sprendžiami ne pačių gyventojų, o valdžios, tačiau siūlomam renovacijos modeliui reikia didesnio pačių gyventojų aktyvumo. (Leonavičius V., Genys D., 2014)

„Energos vartojimo efektyvumui apibūdinti tiek šalyje, tiek ir atskirose ūkio šakose dažniausiai naudojamas energijos intensyvumo rodiklis. Juo paprastai remiamasi, kai nėra galimybių apibūdinti energijos vartojimą lyginamaisiais techniniais ar fiziniais rodikliais. Bendru atveju energijos vartojimo efektyvumą siekiama didinti tiek energijos tiekimo ir transformavimo, tiek ir galutinio vartojimo srityse. Lietuva ir kitos Baltijos šalys turi spartaus ekonomikos augimo viziją vidutinės

trukmės ir ilgalaikėje perspektyvoje. Todėl ekonomikos augimas gali lemti ne tik galutinės energijos, bet ir nuosaikų pirminės energijos poreikių augimą” (Miškinis, Galinis, ir kt., 2014)

Už 38 % ŠESD emisijas energetikoje ir už 20 % visų ŠESD emisijas Lietuvoje yra atsakingas pastatų sektorius. Galima teigti jog svarbiausia klimato kaitos švelninimo priemonė yra energijos efektyvumo didinimas, o didžiausias energijos taupymo potencialas – energijos taupymas pastatuose.

“Energijos taupymą skatinančias priemones svarbu suskirstyti į grupes:

- kontrolės ir reguliavimo priemonės (elektros prietaisų standartai, pastatų kodai, žalieji pirkimai; energijos efektyvumo didinimo reikalavimai ir kvotos);
- informacinės priemonės (privalomieji patikrinimai, energijos tiekimo įmonių poreikio valdymo programos);
- privalomas išsamesnės informacijos apie prekes ir paslaugas teikimas, privalomas sertifikavimas ir žymėjimas); savanoriški įsipareigojimai (savanoriškos sertifikavimo ir ženklinimo sistemos, savanoriški susitarimai su aplinkosauginėmis institucijomis, informavimo kompanijos, išsamesnės sąskaitos, visuomeninės lyderystės programos ir kt.)” (Štreimikienė, Mikalauskiene, 2012).

Didžiausi galutinės energijos kiekiai paslaugų sektoriuje buvo sutaupyti 2004–2006 m. struktūrinių fondų lėšomis įgyvendinant visuomeninių pastatų renovaciją, o laukiamas didžiausias energijos taupymo potencialo realizavimas 2016 m. taip pat yra susijęs su ES struktūrinių fondų 2007–2013 m. panaudojimu renovuojant visuomeninius pastatus.

Visuomenės skatinimas taupyti energiją ir diegti inovacijas, perkant efektyvesnius prietaisus, keičiant elgseną ir mastyseną, modernizuojant būstus yra labia svarbus rodiklis norint pasiekti kuo didesnio energetinio efektyvumo.

Mickaitytė pabrėžia institucijų atstovų ir suinteresuotųjų šalių dalyvavimą visuomeninių pastatų modernizacijos procese. Dalyviais priimant tokius sprendimus dažniausiai būna:

- Savivaldybių ar vietos valdžios techninis personalas (dažniausiai įvardijami kaip pastato valdytojai);
- Savivaldybių ar vietos valdžios techninės priežiūros darbuotojai;
- Pastato projektuotojai;
- Rangovai;
- Pastatų naudotojai;
- Politikai;
- Visuomenė. (Mickaitytė, Zavadskas, Kaklauskas, 2007)

Norkaitis J., Kalibatas D., pastatų modernizacijai iškelia pagrindinę idėją – remtis darnaus vystymosi principais. Modernizuojant pastatus gali būti išsprendžiama daugybė problemų: natūralių resursų eikvojimas, gamtos užterštumas, socialinės gerovės didinimas. „Didžiausią įtaką

visuomeniniams pastatams, jų statybai ir modernizacijos efektyvumui daro makroaplinka. Pastatų modernizacijai daro įtaką socialiniai, politiniai, ekonominiai, kultūriniai, moksliniai, techniniai ir kiti veiksniai. Kai kuriais atvejais kiekvienas veiksnys, modernizacijos procese, gali būti lemiamas“ (Norkaitis, Kalibatas, 2013).

Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto ir Europos Sąjungos struktūrinės paramos lėšomis „2007–2013 metais Lietuvoje atnaujinti (modernizuoti) 787 viešieji pastatai (iš jų 438 mokyklos). Šių pastatų energiniam efektyvumui didinti 2007–2013 metais skirta apie 1,037 mlrd. litų. Jų energinio efektyvumo didinimo projektų įgyvendinimą administravo Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. Šie projektai finansuoti nesiejant šių investicijų ir siekiamo rezultato su atsipirkimu ir investicijų padengimu sutaupytos šilumos energijos sąskaita“.

Registru centro duomenimis vidutinė vieno energinio efektyvumo didinimo projekto investicijų suma – „siekė apie 1,8 mln. litų, investicijų suma 1 kv. metrui – nuo 450 iki 1 700 litų. Atlikus įgyvendintų energinio efektyvumo didinimo projektų investicijų analizę paaiškėjo, kad didžiausia investicijų dalis tenka gydymo paskirties pastatams. Šios paskirties pastato energinio efektyvumo didinimo projekto vidutinė vertė – beveik 3 mln. litų, tai yra investicijos į šių pastatų energinio efektyvumo didinimą dvigubai didesnės už kitų viešųjų pastatų energinio efektyvumo didinimo projektuose nurodytą investicijų sumą“ (18).

Lietuva formuodama nustatymtus kriterijus kuriuos ketina pasiekti šalies energetikoje remiasi darnios plėtros ir visuomeniniais tikslais. Energetinis saugumas valstybės valdyje šiomis dienomis užima prioritetines sritis, jis yra svarbi sudėtinė nacionalinio saugumo dalis. Nuolat siekiamas konkurencingumas ir efektyvumas gali būti suvokiami kaip būtinos gairės darniai šalies plėtotei. Energetinis efektyvumas apima ekonominį efektyvumą, tausų energijos išteklių naudojimą, finansinius resursus ir jų panaudijimą energetikoje.

Siekiant kuo efektyvesnių pastatų modernizacijos tikslų svarbu atsižvelgti į darnaus vystymosi tikslus t.y. įvertinti socialinę pažangą, skatinti taupų gamtinių išteklių naudojimą, suderinti ekonominį augimą, palaikyti ekologinę pusiausvyrą ir užtikrinti palankias gyvenimo sąlygas.

Siekiant efektyvaus energijos vartojimo, aplinkos tausojimo, vis plačiau taikomos pastatų darnumo vertinimo sistemos, kurios skatina visuomenę protingai vykdyti planavimą, projektavimą ir valdymą. Kadangi pastatai daro didelį ir nuolat didėjantį poveikį aplinkai, pastatų modernizacija Lietuvoje ir kitose šalyse padėtų spręsti energetikos, aplinkosaugos problemas, gerinti gyvenimo kokybę, todėl modernizavimas turėtų atitikti darnaus vystymosi reikalavimus (Raslanas, Alchimovienė 2012).

Darnaus vystymosi ir mokslo požiūriu energetika suvokiama kaip pirminės energijos transformavimo, tiekimo ir vartojimo sistemų veikimas ir plėtra apsirūpinant energija visuomenei

prieinamomis ir priimtinomis ilgalaikėmis ekonominėmis, socialinėmis ir aplinkosaugos sąlygomis. (Martinaitis, Rogoža, Šiupšinskas, 2012)

Pastatų modernizacijos tikslai turi atitikti darnaus vystymosi tikslus – suderinti socialinę pažangą, taupų gamtinių išteklių naudojimą, ekonominį augimą, palaikyti ekologinę pusiausvyrą ir užtikrinti palankias gyvenimo sąlygas. Darnaus vystymosi principų taikymui pastatų modernizacijoje yra sukurta daugybė pastatų vertinimo metodų, kurie turi būti pritaikyti kiekvienai šaliai atskirai.

Mickaitytė, Zavadskas, K., Kaklauskas, nagrinėja žinių teikimą apie visuomeninių pastatų atnaujinimo gamimybes, autoriai sukūrė modulį „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“, kuris buvo integruotas intelektinėje VGTU studijų sistemoje. “Modulio turinys parengtas remiantis projekto BRITA in PuBs medžiaga. Inovatyvios pastatų atnaujinimo technologijos nagrinėjamos tokiais aspektais: technologija ir tipai, įstatymų reikalavimai, išlaidos, energijos tausojimas, priežiūra ir aptarnavimas, privalumai ir trūkumai, geriausios patirties pavyzdžiai, skaičiavimo įrankiai, intelektinės sistemos”.(Mickaitytė, Zavadskas, Kaklauskas, 2007)

Norint pasiekti beveik nulinį balansą viešosios paskirties pastate “būtina nagrinėti tas atsinaujinančių išteklių sistemas, kurios dirbtų našiausiai ir aprūpintu didesniu pagaminamos energijos kiekiu. Turiamajame buvo tiriamos alternatyvios aprūpinimo energija sistemos: šilumos siurbliai (gruntas–vanduo ir oras– vanduo), saulės kolektoriai, adsorbcinė vėsinimo mašina, biokuro katilas, saulės elementai, vėjo jėgainė – ir šių sistemų deriniai. Skirtingų aprūpinimo energija variantų energijos poreikiai modeliuojami TRNSYS (The Transient System Simulation Program) modeliavimo programa” (Šiupšinskas G., Adomėnaitė S., 2013)

Įgyvendinant šilumos gamybos projektus ir vertinant jų ekonominį gyvybingumą, būsimas investicijas eksplotacijos kaštus, elektros energijos sąnaudas gamybai svarbu numatyti realų projekto įsiliejimą į rinką. „Šilumos gamybos kaštai kogeneracinėse jėgainėse turi būti apskaičiuoti kaip bendri visos produkcijos (elektros ir šilumos) kaštai, atimant pajamas už elektrą, kai elektra gaminama naudojant gamtines dujas, arba skatinantis tarifas, kai elektros gamybai naudojamas biokuras“ (Dzenajavičienė, Kveselis, Tamonis, 2006).

1.5 Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo pastatuose galimybės

Atsinaujinanti energija tai energija kuri gaunama iš aplinkai nekenksmingų lengvai prieinamų šaltinių. Atsinaujinančių energijos išteklių (toliau – AEI) plėtra yra vertinama kaip svarbus nacionalinis uždavinys, užtikrinantis tvarią energetikos sektoriaus plėtrą ir šalies energetinę nepriklausomybę.

AEI naudotojai gali prisidėti prie taršos mažinimo, nes jie turi didžiausią galią aplinkos užterštumo mažinimui. Pastaruoju metu kaip labiausiai aplinką teršiančios sritys apie 50 % ir

transportas (apie 30 %). Aplinkos tarša įgavo grėsmingą mastą: “užteršta atmosfera, vanduo, žemė, visa biosfera. Didėja sergamumas, vyksta mūsų planetos istorijoje šeštasis didysis pasaulio gyvūnijos ir augmenijos rūšių išnykimas (kasmet išnyksta apie 30 000 rūšių, kai natūralaus išnykimo dažnis – apie 5 rūšys per metus)” (Adomavičius, 2014).

Pagamintos energijos iš AEI naudojimas mažina importuojamo iškastinio kuro poreikį, taip pat užtikrinamas efektyvesnis šalies energetinių išteklių panaudojimas. Naudojant daugiau energijos sumažėja išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų (toliau - ŠESD) kiekis ir mažinamas poveikis klimato kaitai (Burauskas, 2014).

2014 m. Klimato kaitos specialiąją programą pagal skirtas lėšas užsibrėžta pasiekti šiuos rezultatus:

- „bus modernizuota 150 individualių namų, pasiekiant ne mažesnę nei C pastato energinio naudingumo klasę;
- 350 individualių gyvenamųjų namų bus įdiegti atsinaujinančius energijos šaltinius naudojantys įrenginiai;
- bus modernizuoti 33 visuomeninės paskirties pastatai – išmetamas CO₂ kiekis sumažės apie 2,24 tūkst. tonų per metus;
- bus įdiegta ir pradėta naudoti 30 biokuro katilų, kurių instaliuota suminė galia yra 75,9 MW, pakeičiant iškastinio kuro naudojimą;
- 344 tūkst. MW šiluminės energijos per metus bus pagaminta šilumos tiekimo įmonėse naudojant biokurą – išmetamas CO₂ kiekis sumažės apie 50,8 tūkst. tonų per metus;
- 9-iose miestuose bus pradėti naudoti 93 nauji ekologiški autobusai – išmetamas CO₂ kiekis sumažės apie 1,3 tūkst. tonų per metus“. (Nacionalinė reformų darbotvarkė, 2014)

Pagrindinės AEI panaudojimo galimybės – kuras, kai AEI tiesiogiai naudojami kurui, šilumai – kai naudojami kaip šiluma ar šilumos išgavimui, mišrieji – kai naudojama kaip elektros energija ir šiluma, vienu metu gauta iš AEI (Mokšins, Striška, 2006).

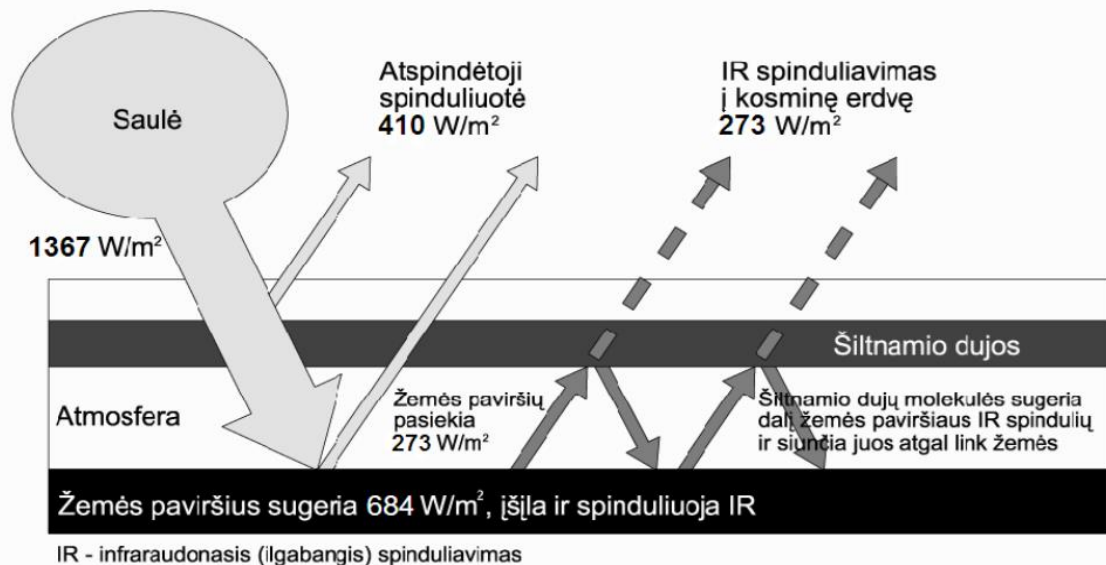
1.5.1 Saulės energijos naudojimas pastatų apšildymui

Saulės energija literatūros šaltiniuose apibūdinama, kaip energija, kuri išgaunama iš Saulės branduolio vykstant termobranduolinės sintezės reakcijoms.

Saulė yra vienintelis išorinis energijos šaltinis, iš kurio Žemė gauna energijos. Saulės paviršiaus lyginamasis intensyvumas jos paviršiuje siekia $6,318 \cdot 10^7$ W/m² tuo tarpu kol Žemės atmosferos paviršių paviršių pasiekia saulės spinduliai (1 pav.) jų spinduliavimo lyginamasis intensyvumas sumažėja dešimti tūkstančių kartų ir tesiekia 1367 W/m². Žemės paviršius absorbuoja tik 51 proc. spinduliuojamos energijos t.y. apie 684 W/m² (Kytra, 2006).

“Pasyvusis saulės energijos naudojimas – tai būdas, kai atitinkamai suprojektuotas pastatas sugeria ir sulaiko patalpų viduje saulės spindulius. Tuo tarpu aktyviosiose sistemose yra naudojami įrenginiai (pavyzdžiui, saulės kolektorių sistema, fotoelementai)” (Vaičaitis A., 2012).

Nors Žemę pasiekia tik labia maža Saulės energijos dalis ir 1/3 tos dalies atsispindi, išsisklaido debesyse, atmosferoje ir grįžta į kosmosą, likusioji dalis dešimtis tūkstančių kartų viršija dabartinius žmonijos energijos poreikius (Petrauskas, 2012). Visas šiuo metu išgaunamas pasaulyje organinis kuras taip pat susidarė fotosintezės reakcijų metu, veikiant saulės energijai (Milutienė, 2008).



1.5.1.1 pav. Saulės Šviesos kiekis (W/m²) per metus (Kytra, 2006)

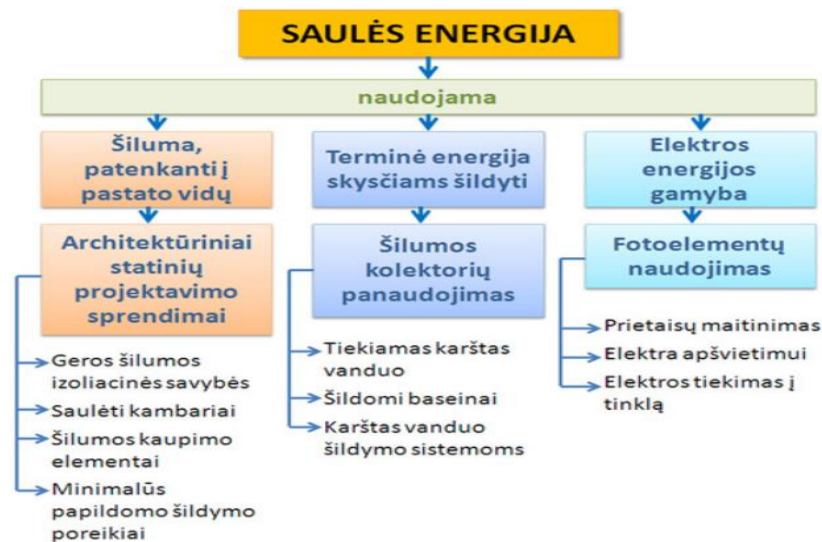
Saulės energijos kiekis patenkantis į tam tikrą žemės paviršiaus plotą per metus, parą ar mėnesį labai priklauso nuo paviršiaus plokštumos orientavimo Saulės atžvilgiu. Teoriškai maksimaliausias kiekis Saulės spindulių į plokštumą patektų tada jei plokštuma būtų nuolat statmena Saulės spinduliams. Tačiau praktiškai tai įgyvendinti ne visuomet įmanoma dėl finansinių galimybių stokos, nors ir yra išrasti saulės fotoelementai su besisukančia ašimi, kurią galima automatiškai reguliuoti pagal saulės spindėjimo kryptį, tačiau kolkas tai – gana brangi investicija.

Mūsų šalyje „saulės energija patenkanti į Žemės paviršių išsisklaido didesniame paviršiaus plote negu tose geografinėse platumose, kuriose vidurdienį saulė stovi zenite. Saulės spinduliai čia taip pat nueina ilgesnį kelią atmosferoje ir taip patiria didesnius absorbcijos ir difuzijos nuostolius“ (Kytra, 2006).

Misevičiūtės ir Rudzinskas darydami eksperimentą saulės sienai, nagrinėjo šildymo sprendimus ir oro debito įtaką efektyviam saulės sienos naudojimui. Saulės siena įrengta ant Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Aplinkos inžinerijos fakulteto pietinės fasado pusės. Eksperimento metu nustatytas bendrasis efektyvumas ir temperatūrinis prieaugis, didėjant saulės spinduliuotei, didėja saulės sienos temperatūrinis efektyvumas. Tyrimo metu apskaičiuota, kad gaunamos iš saulės šviesos temperatūrinis efektyvumas siekia 72 % (Misevičiūtė, Rudzinskas, 2014).

Pagal orientaciją erdvėje Lietuvos geografinė platumą nėra tokia palanki Saulės energijai panaudoti, kaip šalys, kurios yra pietinėje dalyje arčiau ekvatoriaus. Tačiau į Lietuvą pasiekiantis spindulių kiekis yra pakankamas, kad galėtumėm naudoti šiuos atsinaujinančius energijos išteklius.

Saulės energijos panaudojimo schema pateikta 1.5.1.2 paveiksle. Joje pateikiamos pagrindinės sritys kuriose gali būti naudojama saulė: Pastatų šildymui naudojant saulės kolektorius arba pasyvųjį šildymą, elektros gamybai fotoelementuose. Plačiausiai šiandieniniame pasaulyje naudojama saulės energija, kuri gali pasitarnauti apšildant pastus arba gaminant energiją.



1.5.1.2 pav. Saulės energijos naudojimas

*Šaltinis: VŠĮ Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba (4)

Lietuva pagal vyraujančią klimata patenka į vėsiojo vidutinio klimato zonoją su vidutinio šilumo vasaromis bei vidutinio šaltumo žiemomis. „Liepos mėnesio vidutinė temperatūra siekia apie 17° šilumos, žiemą – apie 5° šalčio. Skirtumas tarp temperatūrų vidurkio sudaro apie 20°C“. (Gudzinskas J., Lukoševičius V., et al. 2011)

Lietuvoje metinis Saulės energijos kiekis, krentantis į horizontalų 1 m² ploto paviršių sudaro apie 1000 kWh/m.

Saulės spindėjimo trukmė į pasirinktą plokštumą gana svarbus rodiklis, į kurią atsižvelgiama renkantis saulės elementus arba saulės kolektorius. Saulės spindėjimo į plokštumą parametrai yra nustatomi kiekvienoje šalyje atsižvelgiant į saulės spindėjimo trukmę, metinį saulėtų valandų sklaidių. Lietuvoje šią stebėseną vykdo ir fiksuoja Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. Apie pasaulyje esamus saulės energijos kiekius galima sužinoti naudojantis NASA atvirojo kodo programa, taip pat duomenys kasmet yra atnaujinami ir skelbiami Nasa internetinėje svetainėje.

1.5.2 Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti

Saulės elementu – laikomas prietaisas, kuris, panaudodamas šviesos elektros efektą, Saulės šviesos energiją tiesiogiai paverčia į elektros energiją. Saulės elementai, kaip ir pačios saulės energijos vartojimas nesukelia NO_x, SO₂ ir CO₂ dujų išsiskyrimo.

Saulės fotoelementas – tai įrenginys, kuris saulės šviesos energiją paverčia elektros energija. (Vaičaitis, 2002). Daugiau nei 98% visų rinkos saulės elementų gamybos pagrindinė medžiaga yra silicis (Si). Tai – antras pagal gausumą Žemės elementas ir puiki puslaidininkė medžiaga. Silicio atomą sudaro keturiolika protonų ir tiek pat elektronų. Viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl ši medžiaga plačiai naudojama saulės elementų gamyboje, yra ta, kad elektroninės jo savybės gali būti keičiamos norima linkme, įdėjus šiek tiek priemaišų. Į silicį įmaišius fosforo, jis turi elektronų perteklių ir tampa n-laidumo puslaidininkiu. Silicis su boro priemaiša turi skylių perteklių ir tampa p-laidumo tipo puslaidininkiu.

Pastaraisiais metais pastebima didelė pažanga tobulinant foto elementų modulius – nuolat kuriamos tobulesnių veikimo charakteristikų, didesnio patikimumo ir ilgalaikio aptarnavimo koncepcijos. Be to, technologinės inovacijos kartu su politine parama, masinė gamyba, tobulesni gamybos procesai bei smarkus saulės elektrinių rinkos augimas žymiai sumažino gamybos išlaidas (Engelhart et al., 2014).

Saulės elementų istorija prasidėjo 1883 m. Pirmoji kompanija pradėjusi prekiauti silicio saulės element technologijos licencija 1955 m. buvo Western Electric kai Edmund Becquerel, prancūzų fizikas, atrado šviesos elektros efektą. Tuo tarpu Bulgarų kompanija Hoffman Electronics, prostata pirmąjį komercinį saulės elementą, kurio efektyvumas tesiekė 2 proc. (Kytra, 2006).

Lietuvoje AEI pradėti naudoti nuo 1900 metais, kai pajūryje pradėjo veikti pirmoji nedidelės galios hidroelektrinė. Apie šimtmetį tai buvo vienintelis šalies AEI šaltinis, naudojamas elektrai gaminti. Kiti AEI šaltiniai plėtėsi šia tvarka:

- pirmoji biodujomis varoma elektrinė – 2003;
- pirmoji pramoninė vėjo elektrinė – 2004;
- pirmoji biokuru varoma kogeneracinė elektrinė – 2007;
- pirmoji saulės elektrinė – 2011 (Adomavičius V., 2014).

Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos, elektros energijos rinkos stebėsenos ataskaitos duomenimis: “2014 metų II ketvirčio elektros energijos stebėsenos ataskaitoje elektrinių, tiekiančių elektros energiją, pagamintą iš atsinaujinančių energijos išteklių, į elektros tinklus, skaičius 2014 m. II ketvirčio pabaigoje siekė 2 179 vnt. Daugiausia elektros energijos gamintojų, gaminančių elektros energiją iš atsinaujinančių energijos išteklių ir tiekiančių į elektros tinklus, 2014 metų II ketvirtį buvo

Mažeikių rajono savivaldybėje (252 vnt.), Alytaus rajono savivaldybėje (128 vnt.) bei Klaipėdos rajono savivaldybėje (129 vnt.)”.

Atliktais eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad Lietuvoje saulės energijos sistemų optimalus montavimo kampas kinta nuo 30° iki 60° visiems metams, 15° – 45° – vasarą ir 30° – 60° – žiemą (Grigonienė, Karnauskas, 2009). Didžiausias saulės efektyvumas pasiekiamas tada, kai fotovoltinio modulio plokštuma į Saulę sudaro kampą β , lygų 90°. Priešingu atveju fotovoltiniui moduliui tenkantis spindulinės energijos kiekis E mažėja (Petrauskas, Adomavičius 2012)

Saulės elementai gali būti trijų pagrindinių tipų: monokristaliniai, polikristaliniai ir amorfiniai.

Monokristalinio ir polikristalinio tipo elementų efektyvumas yra beveik toks pats ir didesnis už amorfinio tipo baterijas.

Pasaulyje yra žinoma keletas saulės šilumos technologinių centrų, kurie įsteigti stambiose komercinėse Vokietijos pramoninėse organizacijose. Atsinaujinanaujinantys energijos ištekliai pasaulyje, kaip ir iš jų išgauta elektros energija tampa vis populiariesni. 1.5.2.1 lentelėje pateikiama informacija apie elektros energijos gamybą pasaulyje iš atsinaujinančių energijos išteklių. Remiantis lentelėje pateiktais duomenimis Europos sąjungos sąlyse į daugiausiai elektros energijos pagaminančių šalių trejetuką papuola Islandija, Norvegija, Gruzija. Iš Baltijos regiono valstybių Lietuva pagal pagaminamos energijos kiekį turi 14 proc. išnaudojamų resursų.

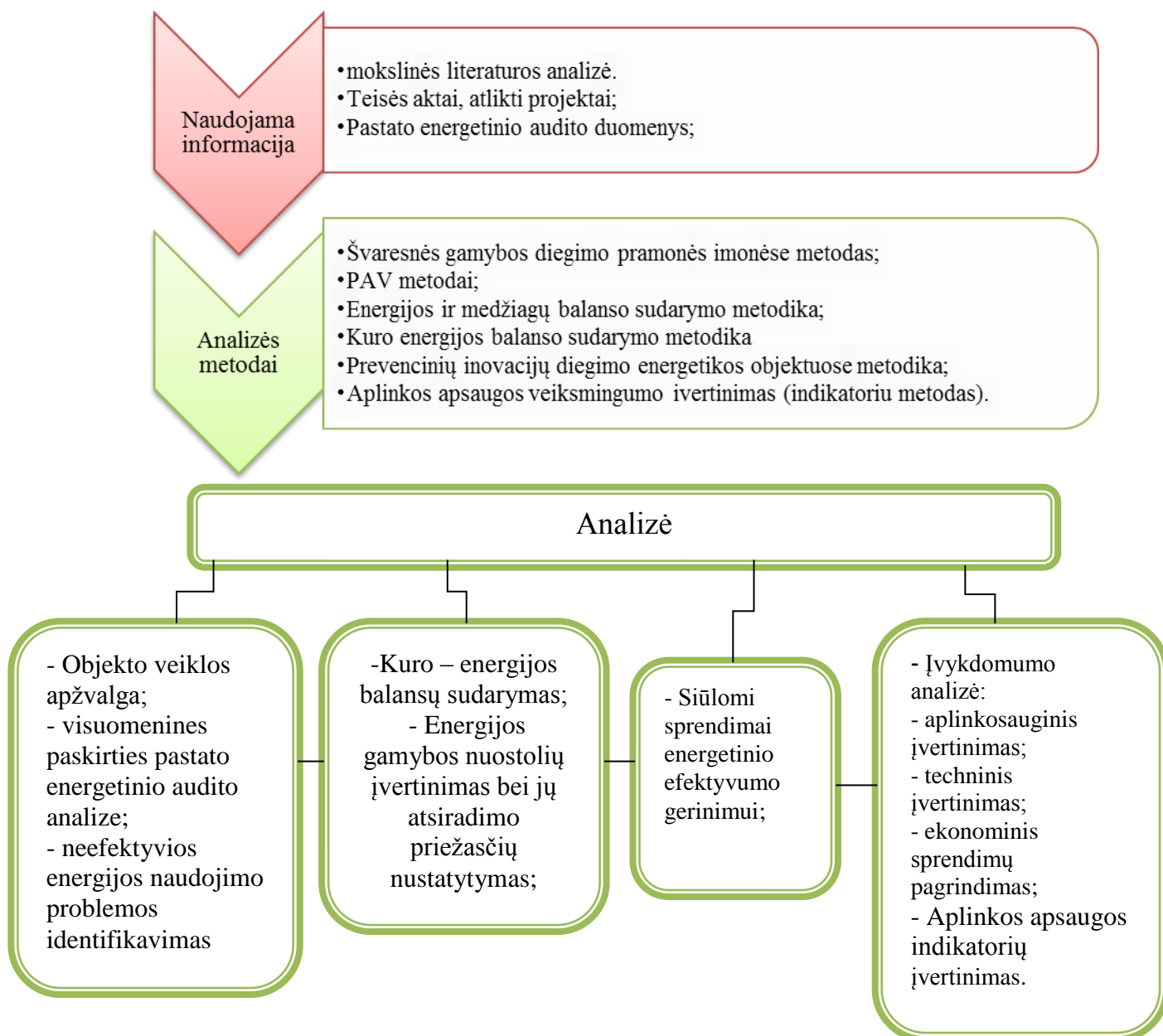
1.5.2.1 lentelė Elektros gamyba pasaulyje iš atsinaujinančiųjų išteklių 2011-2012 (Adomavičius V., 2014)

Europe		Africa		America	
Country	%	Country	%	Country	%
Iceland	100	Lesotho	100	Paraguay	100
Norway	98	Mozambique	100	Honduras	97
Georgia	86	Zambia	100	Guatemala	94
Albania	85	Congo DR	100	Costa Rica	93
Austria	74	Angola	97	Belize	91
Portugal	70	Somalia	96	Brasilia	89
Latvia	62	Tanzania	90	Colombia	86
Sweden	61	Uganda	90	Venezuela	73
Switzerland	60	Rwanda	87	El Salvador	63
Montenegro	48	Malawi	86	Canada	63
Denmark	48	Congo	82	Peru	57
Croatia	46	CAR	81	Oceania	
Finland	40	Cameroon	77	N. Zealand	76
Asia		Ghana	75	Papua N. G.	39
Bhutan	100	Kenya	68	Baltic region	
Nepal	100	Sudan	63	Belarus	1
Tajikistan	98	Mali	58	Estonia	12
Laos PDR	93	Madagascar	52	Lithuania	14
Kirgizia	91	Gabon	46	Poland	11
China, European Union and World					
China–2012	19.2	EU–2013	23.8	World–2012	20.8

2. ENERGIJOS EFEKTYVUMO DIDINIMUI VISUOMENINĖS PASKIRTIES PASTATUOSE GALIMYBIŲ ĮVERTINIMUI NAUDOJAMI METODAI

Tyrimo darbo etapai ir juose taikomi moksliniai metodai pateikti 2.1 paveiksle.

Detaliam įvertinimui pasirinktas objektas - Smalininkų technologijų ir verslo mokykla, kurios neefektyvaus energijos vartojimo problematika aprašyta 3 skyriuje.



2.1 pav. Energijos efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių įvertinimo etapai ir taikomo metodai

Energijos efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių įvertinimo etapai ir taikomo metodai nustatomi atliekant pirminę analizę:

Pirmiausiai išanalizuojamas objektas, jei yra padarytas energetinis pasto auditas remiamasi turima medžiaga.

Audito medžiaga dažniausiai parodo pagrindines problemines sritis, neefektyvų energijos naudojimą. Analizuojant objektą svarbus etapas – problemos identifikavimas.

Naudojant problemos identifikavimo metodą sudaromas kuro ir energijos balansas, įvertinami energijos nuostoliai gamyboje, nustatomos jų atsiradimo priežastys.

Įvertinus problemą siūlomais sprendimais energetinio efektyvumo gerinimui.

Taikant įvykdomumo analizės metodus, aplinkosauginį, techninį ekonominį įvertinimą pagrindžiama inovacijų nauda.

Švaresnės gamybos (ŠG) koncepcija remiasi racialesniu išteklių panaudojimu, atliekų ir taršos minimizavimu jų susidarymo vietoje.

Pagrindinio aplinkosauginio įvertinimo metu – susisteminama visa žinoma informacija apie poveikį daromą aplinkai (Staniškis, Stasiškienė, ir kt. 2010).

AAI (aplinkos apsaugos indikatoriaus) sudarymas. Aplinkos apsaugos indikatorius – kiekybinių (ar kokybinių) rodiklių per fiksuotą laiko tarpą pagaminamos produkcijos apimtį santykis, t.y. medžiagų bei energijos sąnaudos produkcijos vienetui (Kliopova, 2002, Pivoras, 2005).

Analizės atliekamos taikant procesų valdymo schemas. AVS esmė – įmonės reikšmingų aplinkos apsaugos aspektų valdymas ir nustatymas. Procesams valdyti sudaromos grįžtamojo ryšio sistemos (nuokrypio kompensavimo sistemos) (Staniškis et. al., 2010).

Skaičiavimo metodikos

Kuro sąnaudos pagaminti tam tikrą kiekį šilumos energijos vandens šildymo katile (VŠK) vertinamas kuras gamtinės dujos (Staniškis J.K., Kliopova I., Stasiškienė Ž., Varžinskas V., 2010):

$$B = Q \times 3,6 / [Q_z \times \eta] \quad [1]$$

Čia:

B – kuro sąnaudos, t arba tūkst. nm³;

Q – pagamintas šiluminės energijos kiekis, MWh/m.; 1 MWh = 3,6 GJ;

η – šilumos gamybos n.v.k.;

Q_z – kuro apatinė šilumingumo vertė; gamtinių dujų Q_z = 33,86 MJ/nm³.

CO₂ išlakų į aplinkos orą vertinimo metodika:

$$T = B \times T_f = Q_z \times T_{sef} \times O / 1000 \quad [2]$$

Čia:

T - CO₂ kiekis (t/m.);

B – sunaudotas kuro kiekis, t/m. arba tūkst. nm³/m.;

T_f – taršos faktorius, t CO₂/vnt. (56,9) t.;

Q_z – kuro apatinė šilumingumo vertė, GJ/vnt. (*Kuro ir energijos balanso sudarymo metodikos 4 priedas.*, 2004);

T_{sef} - taršos santykinis energetinis faktorius (kg CO₂/GJ) (šiltnamio efektą sukeliančių dujų apskaitos ataskaitų I priedas., 2013);

O - oksidacijos koeficientas, proc. (šiltnamio efektą sukeliančių dujų apskaitos ataskaitų I priedas., 2013);

Šiluminės energijos gamyba, deginant biokurą (Staniškis et. al , 2010):

$$Q = B \times Q_i^f \times \eta \quad [3]$$

čia: Q – energijos kiekis, MWh/m.; 1 MWh = 3,6 GJ;

B – kuro sąnaudos, t;

Q_i^f – kuro kalingumas, MJ/kg (mokyklos atveju naudojamas 50 % drėgmės pjuvenų biokuras 2,2 MWh/t., arba - 7,92 MJ/kg);

η – įrenginio naudingumo koeficientas, proc.

Išlakos į aplinkos orą iš organizuotų oro taršos šaltinių (deginant įvairias medienos atliekas, t.y. biokurą) (Kliopova I., PAV paskaitų konspektai, 2013)

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{co} \times B \times (1 - q_4 / 100) \quad [4]$$

čia: M_{CO} – susidarantis anglies monoksido kiekis, t/m.

$q_4 = 4$ – šilumos nuostoliai dėl nevisiško mechaninio kuro sudeginimo %;

B – sudeginto kuro kiekis, t/m.;

C_{CO} – anglies monoksido kiekis, išsiskiriantis degant kurui, kg/t.

$$C_{CO} = q_3 \times R \times Q_i^r \quad [5]$$

čia: $q_3 = 1$ – šilumos nuostoliai dėl nevisiško cheminio kuro sudeginimo, %;

$R = 1$, koef., įvertinantis šilumos nuostolius dėl CO buvimo dūmuose;

Q_i^r – kuro kaloringumas, MJ/kg (mokyklos atveju 7,92 MJ/kg)

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) \quad [6]$$

čia: B – kuro kiekis, t/m.;

$K_{NO_x} = 0,1$ – parametras, charakterizuojantis azoto oksidų kiekį, kuris susidaro, išsiskiriant 1 GJ šilumos, kg/GJ;

$\beta = 0$ – koef., priklausantis nuo azoto oksido išmetimo lygio sumažėjimo dėl technologinių sprendimų;

Q_i^r – kuro kaloringumas MJ/kg.

Kietosios dalelės (K.D.):

$$M_{k.d.(iki)} = B \times A_r \times \lambda(1 - \eta) \quad [7]$$

čia: B – kuro kiekis, t/m.;

$A_r = 1$ % – kuro peleningumas (pagal kuro charakteristiką);

η - dalis kietų dalelių, sugaudomų gaudytuve;

$$\lambda = a_{pel.}/100 - a_{deg.} = 0,05 \quad [8]$$

čia: $a_{pel.}$ - ištraukiama kuro pelenų dalis, proc.;

$a_{deg.}$ - ištraukiama degalų dalis, proc.

Fotoelemento modulyno bendro ploto apskaičiavimas (Adomavičius, Balčiūnas, Ždankus, 2000)

$$S_M = n \cdot S_1 \quad [9]$$

čia: n – saulės elementų skaičius. (Saulės elementų skaičius remiantis Adomavičium, Balčiūnu ir Ždankum, suapvalinamas iki artimiausio lyginio skaičiaus n .);

S_1 - vieno saulės fotoelemento užimamas plotas;

Instaliuota elektrinės galia:

$$P_N = n \cdot P_n \quad [10]$$

čia:

P_n – nominali pikinė galia, Wp;

n – saulės elementų skaičius.

Vidutinė metinė SE galia :

$$P_V = (E_h / \tau_k) * \eta_F * \eta_S * S_M * 10^3, W \quad [11]$$

čia: E_h – vidutinė metinė saulės ekspozicija (duomenys pateikiami 3.3.6 lentelėje);

τ_k – vidutinė metinė saulės spindėjimo trukmė;

η_F – parinktojo SM naudingo veikimo koeficientas;

η_S – likusiųjų mikroelektrinės energijos konversijos grandžių bendras naudingumo koeficientas (apytiksliai galima priimti – 0,8, remiantis šaltinis: Adomavičiaus ir kt. 2000).

S_M – saulės modulyno bendras užimamas plotas, m^2 ;

SE naudingumo koeficientas:

$$k_i = P_V / P_N \quad [12]$$

Elektros energijos kiekis (tam tikru laikotarpiu) pagamintas SE:

$$E_S = E * \eta_F * \eta_S * S_{Ma} \quad [13]$$

čia: E_S – SE per mėnesį pagamintas elektros energijos kiekis, kWh;

E_V – vietovės, kurioje įrengiama SE, pilnutinė vidutinė daugiametė saulės ekspozicija jėgainėms SM pasirinktoje SE erdvės plokštumoje, kWh / m^2 ;

S_{Ma} – apytikris viso modulyno bendras plotas, m^2 ;

Fotoelementų modulių skaičius:

$$n_a = S_{Ma} / S_1 \quad [14]$$

čia:

S_1 – vieno saulės fotoelemento užimamas plotas;

Modulyno trumpo jungimo srovė:

$$I_{KM} = I_K * m \quad [15]$$

čia:

I_K – trumpojo jungimo srovė, A;

m – modulyno lygiagrečiųjų šakų skaičius;

Optimali akumuliatorių baterijų įkrovos talpa:

$$Q_N \geq N_b * Q_1 / k_{iR} \quad [16]$$

$$Q_N \geq I_K * T_R \quad [17]$$

čia:

Q_N – Optimali akumuliatorių baterijų įkrovos talpa, Ah;

N_b – laikotarpio be saulės dienų skaičius (priimtas lygus 5 dienom (Adomavičius et al., 2000));

k_{iR} ; T_R – parenkami priklausomai nuo akumulatoriaus tipo.

Šilumos energijos kiekis, kurį pagamina SŠK (Kytra, 2006):

$$Q = I * i * A, Wh \quad [18]$$

čia:

I – saulės šviesos intensyvumas, W/m²;

i - SŠK efektyvumo koeficientas, esant konkrečioms Saulės intensyvumo ir temperatūrų skirtumams (tarp kolektoriaus ir aplinkos reikšmių);

A – saulės kolektoriaus paviršiaus plotas, m².

Ekonominis įvertinimas:

Investicijų į projektą (inovaciją) atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama įvertinus visus pinigų srautus: investicijas, metinės santaupas, papildomas išlaidas. Kai atsipirkimo trukmė yra tarp trijų ir keturių metų, laikoma, kad investicijų rizika yra maža (Kliopova, 2002, Staniškis, Stasiškienė, Kliopova, 2004).

$$AT = \text{investicijos} / \text{metinės santaupos} \quad [19]$$

Netiesioginių emisijų skaičiavimas į aplinkos orą dėl elektros energijos sunaudojimo deginant gamtines dujas

(Kuro ir energijos balanso sudarymo metodika Nr. DĮ-228, 2004-11-24)

$$B = Q * 3,6 * 1000 / Q_z \quad [20]$$

čia:

B – gamtinių dujų sąnaudos per metus, nm³/m.;

Q – sunaudotas/sutaupyta elektros energijos kiekis, MWh/m.

T_f – taršos faktorius, t CO₂/vnt.;

Q_z – kuro apatinė šilumingumo vertė, 33,49 GJ/1000 nm³ GJ/vnt. (*Kuro ir energijos balanso sudarymo metodikos 4 priedas.*, 2004);

CO₂ emisijų kiekio įvertinimo metodika (Darnios inovacijos Lietuvos pramonėje, 2010):

$$M_{CO_2} = B * Q_z * CO_2 \quad [21]$$

čia:

B – gamtinių dujų sąnaudos per metus, nm³/m.;

Q_z – kuro apatinė šilumingumo vertė – 0,03349 TJ tūkst. nm³ GJ/vnt. (*Kuro ir energijos balanso sudarymo metodikos 4 priedas.*, 2004);

CO₂ – gamtinių dujų emisijų faktorius – 56,9 t.

3. TIRIAMOJO OBJEKTO – SMALININKŲ TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO MOKYKLOS NEEFEKTYVAUS ENERGIJOS VARTOJIMO PROBLEMATIKA

3.1. Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos (STVM) istorija

Ši mokykla savo darbą pradėjo 1954 m. Smalininkų miestelio centre, buvusioje vandens ūkio mechanizacijos mokyklos vietoje, įkuriant žemės ūkio mechanizacijos technikumą. 1958 m. technikume pradėjo veikti neakivaizdinis skyrius. Tais pačiais metais įkurti pirmieji kabinetai ir laboratorijos. 1965 m. pastatytas naujas žemės ūkio technikumui korpusas, mokomasis kompleksas, moksleivių bendrabučiai, gyvenamieji namai dėstytojams ir darbuotojams, didelės mokomosios dirbtuvės, stadionas, sporto aikštynas, pasodintas parkas. 1975 m. Smalininkų žemės ūkio mechanizacijos technikumai reorganizuotas į tarybinį technikumą. 1990 m. tarybinis technikumai – ūkis pertvarkytas į aukštesniąją žemės ūkio mokyklą, kurioje veikė aukštesniųjų studijų ir profesinio mokymo skyrius. Viešvilės žemės ūkio mokykla prie mokyklos prijungta 2000 m.

Nuo 2006 m. liepos 1 d. Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro įsakymu Smalininkų aukštesnioji žemės ūkio mokykla pakeitė pavadinimą ir tapo Smalininkų technologijų ir verslo mokykla (STVM).



3.1.1 pav. Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos pastatas (2)

2008 m. birželio 27 d. LR Švietimo ir mokslo ministras įsakymu Nr. ISAK-1898 akredituota Smalininkų technologijų ir verslo mokykloje vykdoma vidurinio ugdymo programa, tais pačiais metais įsteigtas gimnazijos skyrius. Pagal LR švietimo ir mokslo ministro 2010-09-14 įsakymą Nr. V-1547

nuo 2011 m. sausio 1 d. Smalininkų specialioji mokykla tampa Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos specialiojo ugdymo skyriumi.

Šiuo metu – valstybės biudžetinė įstaiga, pagrindinė veikla – švietimas, pagrindinė švietimo veiklos rūšis – profesinis mokymas. Mokykloje sudaromos galimybės persikvalifikuoti, tobulinti profesinę kvalifikaciją bei ugdyti asmenybę, kuri sugebėtų dirbti ir gyventi rinkos ir demokratiniais principais grindžiamoje visuomenėje.

Mokyklą sudaro trys skyriai: gimnazijos, profesinio mokymo ir specialiojo ugdymo.

- Gimnazijos skyriuje mokosi mokiniai, įgiję pagrindinį išsilavinimą, pagal vidurinio ugdymo programą kartu su profesinio mokymo programa;
- Profesinio mokymo skyriuje tęsia mokymąsi mokiniai, mokėsi pagal vidurinio ar profesinio ugdymo programą taip pat mokiniai, įgiję vidurinį išsilavinimą arba išklaušę vidurinio ugdymo programą;
- Specialiojo ugdymo skyriuje mokosi mokiniai, kurie dėl intelekto sutrikimo turi didelių ir labai didelių specialiųjų ugdymosi poreikių.

Mokyklos 2014-2015 mokslo metų duomenimis mokėsi 464 mokiniai. Iš jų 414 gimnazijos ir profesiniame skyriuje ir 50 specialiojo ugdymo skyriuje. Mokykloje dirba 60 pedagogų: 45 iš jų - gimnazijos ir profesinio mokymo skyriuose, 15 - specialiojo ugdymo skyriuje.

3.2 STVM pastatų energetinio audito rezultatai

Šiame skyriuje pateikiami duomenys iš STVM pastato (Sklypo plane žymimo 4C⁴p) energijos vartojimo audito ataskaitos, kuri buvo atlikta 2013 metų balandžio – liepos mėnesiais. Audito ataskaitos rengėjas – Kauno technologijos universiteto Architektūros ir statybos instituto Statybinės šiluminės fizikos mokslo laboratorijos dr. Karolis Banionis (rangovas - UAB „Simper“).

Atliekant energetinį auditą, buvo vadovautasi nekilnojamo turto kadastro byla, foto medžiaga, apžiūros metu surinktais duomenimis, pastato statybos projektu bei informacija, gauta iš mokyklos atsakingų asmenų. Audito metu įvertinti esamų atitvarų nuostoliai, pasiūlyti modernizavimo darbai, įvertintas šilumos energijos taupymas, atliekant numatytus modernizavimo darbus, pateiktos atskirų etapų ekonominis įvertinimas: investicijos bei atsipirkimo trukmė.

2013 metais balandžio mėn. nustatytas STVM pastato energetinis naudingumas atitinka tik E klasei. Preliminarūs pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai parodė, kad šilumos nuostoliai (iki 1797,95 MWh/m.) atsiranda per visas pastato atitvaras (sienas, stogą, grindis, langus, duris) (žr. 3.2.2 lentelę). STVM pastato statybos metai – 1965, 4 aukščių su pusrūsiu, kuriame įrengti kabinetai, mokyklos klasės, laboratorijos, sporto ir aktų salės, skaitykla, koridoriai, sanitariniai mazgai ir kitos patalpos.

- ✓ Šilumos energijos (termofikacinio vandenes patalpų apšildymui bei buitinio karšto vandens) tiekėjas – Smalininkų kieto kuro katilinė (pagrindinis kuras – biokuras; rezervinis kuras – krosninis kuras), kurią taip pat eksploatuoja STVM;
- ✓ Šilumos tiekimo schema – uždara;
- ✓ Pastate nėra šilumos punkto;
- ✓ Pastate nėra atskiros šilumos energijos apskaitos;
- ✓ Šildymo prietaisai šildo netolygiai, jų tipas: sekciniai ketiniai ir seni plieniniai plokštieji radiatoriai be termostatinių ventilių;
- ✓ Termofikacinio vandens vamzdžių izoliacijos būklė - prasta (pastiebiama vamzdynų senos izoliacijos pažeidimas) arba jos nėra;
- ✓ STVM pastato 4C^{4p} šilumą reguliuoti galima atjungiant arba įjungiant atskiras šilumos sistemos atkarpas;
- ✓ Karšto vandens reguliavimui galimybių nėra;
- ✓ Karšto vandentiekio vamzdžiai pasenę, nešildomame pogrindyje neapšiltinti arba apšiltinti prastai;

Šilumos punktas pastate neįrengtas, šilumos apskaita vykdoma katilinėje įrengto šilumos skaitiklio „Katra SKM-1“ pagalba. Kadangi pastate šilumos apskaitos skaitiklis neįrengtas, o šilumos apskaita atliekama vienu skaitikliu, be nagrinėjamo STVM pastato (kuris užima 7358,98 m²), dar 2 bendrabučiams (bendras plotas 7932 m²), 4 gyvenamiesiems namams (4734 m²) bei 5 kitiems pastatams (3898 m²), suvartotos šilumos kiekis padalinamas proporcingai pastato šildomam plotui.

STVM pastato pamatai – betoniniai blokai, sienos – plytų mūro (dalis – tinkuota, kita – ne). STVM pastato stogai – sutapdinti dengti bitumine rulonine danga, beveik visur - be šiluminės izoliacijos. Didžioji dalis esamų pastato langų – seni mediniai su 2 m. stiklais, yra ir senų aliumininio profilio langų su dviem stiklais. Tik nedidelė dalis – naujų su vienkameriniais stiklo paketais. Dalis lauko durų – senos medinės, kitos – plastikinio profilio su stiklo paketais.

Vidutinė mokyklos patalpų oro temperatūra šildymo sezono metu siekė tik 12-14 °C, todėl dalies šildomų patalpų šildymas taupymo sumetimais būna atjungtas arba ženkliai sumažintas. Įvertinant tai, pastatas neatitinka higienos normų (HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“) keliamų reikalavimų.

3.2.2 lentelė. Pastato šilumos energijos balansas 2012 m. (Banionis K., 2013, Energijos vartojimo audito duomenys)

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/(m ² K)	Išorės atitvaros plotas A, m ²	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas, °C	Šildymo sezono trukmė paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1.	Pusrūsio ir išorės sienos							
	Rūsio sienos ir cokolis	0,88	911,48	19,5	225	84,46	5,2	3,5
	Išorės sienos	1,27	4885,00	19,5	225	653,28	40,0	27,3
2.	Langai							
	Plastikiniai (nauji)	1,7	214,38	19,5	225	38,38	2,4	1,6
	Aliuminiai (seni)	2,5	333,21	19,5	225	87,72	5,4	3,7
	Mediniai (seni)	2,5	1170,31	19,5	225	308,08	18,9	12,88
3.	Lauko durys							
	Plastikinės (naujos)	1,7	16,38	19,5	225	2,93	0,2	0,1
	Medinės (senos)	2,2	19,37	19,5	225	4,49	0,3	0,2
4.	Perdanga su išore							
	Perdanga su išore	0,53	11,60	19,5	225	0,65	0,04	0,03
5.	Stogai							
	Sutapdinti stogai	0,95	2826,00	19,5	225	282,70	17,3	11,8
6.	Grindys							
	Grindys virš nešildomo pogrindžio	0,88	402,02	19,5	225	37,25	2,3	1,6
	Grindys ant grunto (rekonstruotos)	0,3	761,99	19,5	225	24,07	1,5	1,0
	Grindys ant grunto (nerekonstruotos)	0,88	1165,63	19,5	225	108,01	6,6	4,5
Iš viso šilumos nuotolių per atitvaras						1632,02	100,00	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo						539,19		22,55
Šilumos nuostoliai per ilginčius šiluminius tiltelius						203,55		8,51
Šilumos nuostoliai šilumnešio vamzdynuose nešildomose patalpose						16,54		0,69
Iš viso šilumos nuostolių						2391,30		100,00
Šilumos pritekėjimai nuo Saulės spinduliuotės per skaidrias atitvaras						-234,53		
Vidiniai šilumos išsiskyrimai iš vidinių šilumos šaltinių						-317,32		
Vidiniai šilumos išsiskyrimai dėl žmonių buvimo patalpose						-41,50		
Iš viso šilumos nuostolių įvertinus šilumos pritekėjimus						1797,95		

Įvertinus STVM pastato, esančio Smalininkų k., Jurbarko rajone būklę, remiantis atlikto audito duomenimis, pastato atitvarų ir inžinerinių sistemų būklė neatitinka norminių reikalavimų, jų šiluminės charakteristikos prastos, o dėl didelio atitvarų šilumos perdavimo koeficiento patiriami nepagrįstai dideli šilumos nuostoliai.

Audito metu įvertinus šilumos energijos naudojimo neefektyvumą pastate siūlomos energetinio efektyvumo didinimo galimybės, pagal audito pateiktus duomenis, siūloma pastate atlikti šiuos rekonstrukcijos darbus:

1. Rūsio sienų ir cokolio šiltinimas.
2. Išorinių sienų šiltinimas.
3. Stogo šiltinimas ir dangos keitimas.
4. Langų keitimas naujais.
5. Lauko durų keitimas naujomis.
6. Perdangos su išore šiltinimas.
7. Grindų ant grunto šiltinimas.
8. Grindų virš nešildomo pogrindžio šiltinimas.
9. Šildymo sistemos rekonstrukcija.
10. Vandentiekio ir nuotekų sistemos rekonstrukcija.

Pasirinktos priemonės numato ne tik energijos taupymą, bet ir pastato atitvarų bei inžinerinių sistemų būklės pagerinimą. Įgyvendinus pasiūlytą vidutinių investicijų rekonstravimo paketą, bus prailgintas pastato gyvavimo laikas, pagerės pastato patalpų mikroklimatas ir higienos sąlygos.

Audite siūlomas investicijų paketas – 4.480.076,00 Lt, kas sudaro 608,79 Lt/m² šildomo ploto.

Pasirinkto paketo priemonės leis sutaupyti apie 872,96 MWh šilumos energijos arba 189.420 Lt/metus.

STVM vadovybė remdamasi audite pateikta informacija apie neefektyvią šildymo sistemos būklę, patiriamus šilumos nuostolius, parengė paraišką dėl pastato atitvarų renovacijos STVM pastato energetiniam efektyvumui didinti, tačiau pagal paraiškoje pateiktus kriterijus negavo LAIF finansavimo.

3.3 STVM energijos srautai (esama situacija)

Nagrinėjant eksperimentui pasirinktą objektą, buvo atnaujinti duomenys apie energijos suvartojimą STVM pastate ir Smalininkų biokuro katilinėje, kuri į pastatus tiekia šilumos energiją ir karštą vandenį. Duomenys gauti iš STVM atsakingų asmenų. 2014 m. duomenimis:

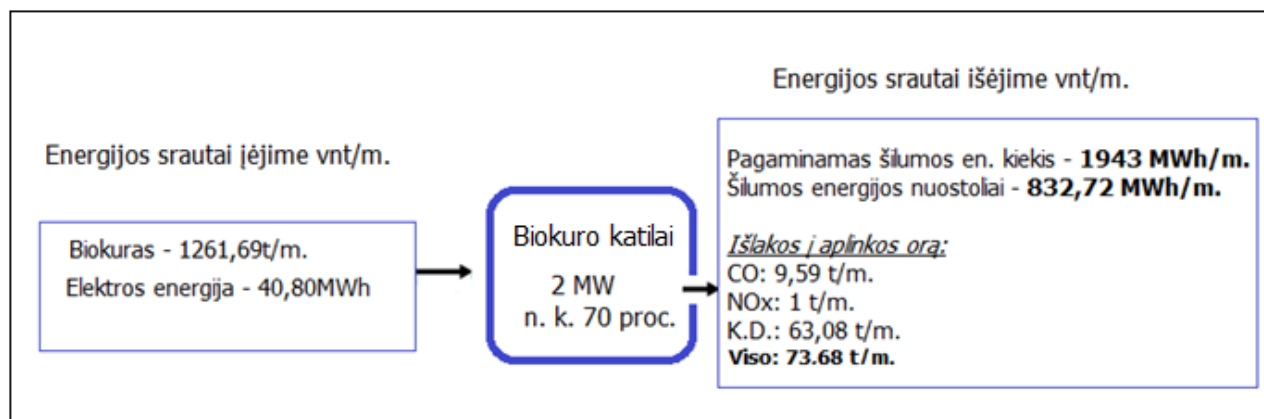
- ✚ Biokuro katilinė eksploatuoja 2 katilus po 1MWh galios (šildymo sezono metu) ir 2 katilus po 0,5 kW (nešildymo sezono metu).
- ✚ Katilinėje 2014 m. sudeginta 2231,37 ktm biokuro (t. y. 1261,69 t/m.), už kurį sumokėta 1 ktm - 274 Lt (79,36 €), Išlaidos biokurui sudarė – 100 129,82 €
- ✚ Pagaminamas šilumos energijos kiekis – 1943 MWh. Iš jų 1726 MWh patalpų šildymui ir 217 MWh karštam vandeniui ruošti.

✚ STVM pastate suvartojamas energijos kiekis pateikiamas 3.3.1 lentelėje.

3.3.1 lentelė. STVM pastato energijos duomenų suvestinė 2014 m. (STVM atsakingų asmenų duomenys)

Mėnuo	Elektros sąnaudos, kWh	Šilumos energijos sąnaudos 2014 m.			
		Iš viso, MWh	t.t. karštas vanduo, MWh	t.t. patalpų apšildymui, MWh	Šildymo dienų skaičius
Sausis	10560	107,47	2,9	104,57	31
Vasaris	9136	88,20	3,0	85,10	28
Kovas	8658	42,13	3,2	38,93	31
Balandis	6624	8,22	2,1	6,12	18
Gegužė	6366	1,0	1,0	-	
Birželis	4185	0,5	0,5	-	
Liepa	312	-	-	-	
Rugpjūtis	4557	1,0	1,0	-	
Rugsėjis	6609	0,4	0,4	-	
Spalis	8196	28,85	1,6	27,25	8
Lapkritis	10247	86,99	3,0	83,99	30
Gruodis	9700	137,04	3,0	134,05	31
Iš viso:	85150	501,80	21,70	480,1	177

Remiantis pateiktais duomenimis apie šilumos energijos suvartojimą biokuro katilinėje sudarytas kuro ir energijos balansas, kuris pateikiamas 3.3.1. paveiksle.



3.3.2 pav. Šiluminės energijos gamybos pastatų apšildymui kuro ir energijos balansas (tiesioginis poveikis aplinkai), 2014

Iš balanse pateiktų duomenų matyti jog biokuro katilinėje, kuri be STVM pastato, remiantis energijos vartojimo audito ataskaitos duomenimis paminėtais 3.2 skyriuje, aptarnauja 2 bendrabučius (bendras plotas 7932 m²), 4 gyvenamuosius namus (4734 m²) bei 5 kitus pastatus (3898 m²), patiriama 833 MWh/m. energijos nuostolių dėl neefektyviai veikiančių biokuro katilų (n. k. tik iki 70 proc.) Išlankos į aplinkos orą sudaro apie 74 t/m., iš jų net 63 t/m. yra išmetimai iš kuro deginančių įrenginių.

Įvertinus šilumos nuostolius ir energijos vartojimo audito duomenis siūloma 1-ma inovacija - atnaujinti kieto kuro katilinę, įrengti biokuro katilą su kondensaciniu ekonomaizeriu kuris ne tik pagerintų šilumos energijos gamybą, bet ir sumažintų išlakas į aplinkos orą.

Remiantis 3.2 skyriuje pateikta informacija siūloma STVM pastate didinti energetinį efektyvumą naudojant AEI.

Norint detaliau išnagrinėti alternatyvas energetinio efektyvumo didinimui pasirinktame objekte – STVM verta įvertinti pastato išsidėstymą. Pastato vieta peržiūrėta naudojantis Google earth atvirojo kodo sistemos 3D modeliavimo duomenimis 3.3.3 paveiksle pateiktas pietinės pusės pastato vaizdas.



3.3.3 pav. STVM pastatas (3)

Iš paveiksle pateiktos ortofoto nuotraukos matome, jog STVM pastatas yra orientuotas į pietų pusę, stogo užimamas plotas - 2826 m². Įvertinus pastato orientaciją, horizontalią stogo konstrukciją siūlomos alternatyvos dėl AEI panaudojimo:

- saulės energijos sistemos modeliavimui,
- saulės kolektorių pastatymui ant STVM pastato stogo.

Renkantis modeliavimo sprendimus, svarbu atsižvelgti į saulės energijos kiekį, kuris patenka į skirtingai orientuotą paviršių 3.3.4.lentelėje pateikiama saulės spinduliavimo metinė energija Lietuvos teritorijoje.

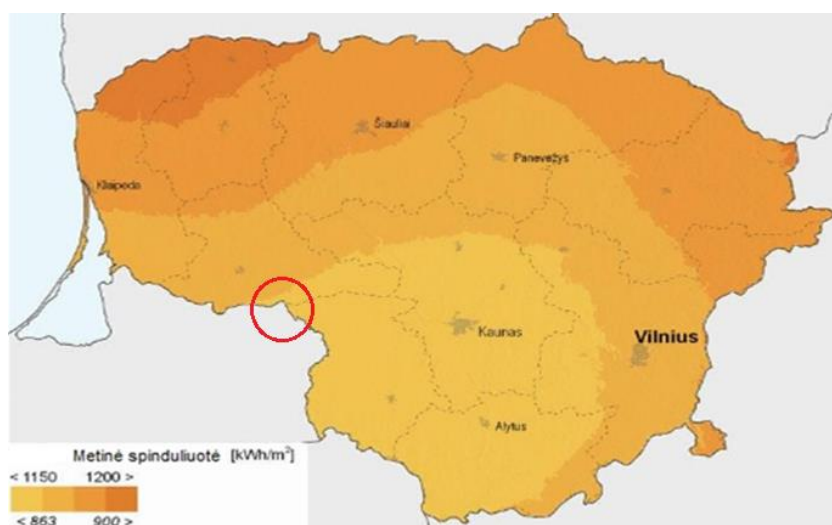
3.3.4.lentelė: Saulės spinduliavimo metinė energija Lietuvos teritorijoje (Kytra, 2006)

	Horizontali plokštuma, kWh/m ²	Vertikali plokštuma, kWh/ m ²	Optimaliai (37 laipsniais) pasvirusi plokštuma, kWh/ m ²	Visas šalies horizontalusis paviršius (64 878 km ²), GWh
Minimum	983	798	1131	73,38*10 ⁶
Vidutiniškai	1003	823	1160	75,26*10 ⁶
Maksimum	1034	858	1205	78,18*10 ⁶

Pasak Balčiūno, Adomavičiaus, Ždankaus Kytros, MCMordie šie autoriai nurodo, kad modeliuojant saulės energijos sistemas svarbu įvertinti paviršiaus plokštumos orientavimą, kad kuo didesnis saulės spindulių kiekis galėtų patekti į saulės elementus ar kolektorius.

Kytra teigia jog „daugiausiai energijos patenka į plokštumą, kai ji pasvirusi tam tikru kampu į horizontą ir orientuota į pietų pusę, toks tampus vadinamas optimaliu.“ Lietuvoje optimaliausia laikoma horizontali plokštuma, pasvirusi 37^o laipsnių kampu (3.3.4 lentelė).

Sprendžiant saulės panaudojimo pastatuose klausimą svarbu žinoti vidutinę daugiametę saulės spinduliuotės trukmę. Lietuvoje saulėtų valandų metinis skaičius matuojamas 11-oje meteorologinėse stotyse. Saulės energijos spinduliuotės žemėlapis pateikiamas 3.3.5 paveiksle.

3.3.5 pav. Vidutinės daugiametės saulės energijos spinduliuotės (kWh / m²) pasiskirstymas į horizontalią plokštumą (10)

Smalininkai pagal pateiktą šalies žemėlapi patenka į Kauno regiono saulės spinduliuotės zoną, pagal tai galime nustatyti vidutinę pilnutinę saulės ekspozicijos trukmę šiame regione ji pateikta 3.3.6 lentelėje.

3.3.6 lentelė Vidutinė pilnutinė saulės ekspozicija patenkanti į horizontalų paviršių Lietuvoje, kWh/m² (13):

Vietovė \ mėnuo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Per metus
Vilnius	16	34	69	93	142	146	142	136	84	50	17	10	939
Kaunas	16	33	70	99	146	155	150	138	90	52	16	9	976
Klaipėda	12	31	67	102	155	168	161	147	94	53	16	8	1013

Išnagrinėjus pagrindinius vietos parametrus, saulės spindėjimo trukmės duomenis, galime siūlyti saulės kolektorių ir saulės baterijų įrengimo modeliavimą ant, STVM stogo. Tolimesni inovacijų diegimo sprendiniai, bei jų įvykdomumo analizė pateikiama 4 skyriuje.

4. STVM ENERGIJOS EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS IR JŲ ĮVYKDOMUMO ANALIZĖS REZULTATAI

4.1 Saulės energijos naudojimo STVM elektros energijos gamybai įvykdomumo analizė

4.1.1 Saulės elementų parinkimas

Ideliausia vieta saulės elektrinės (toliau SE) parinkimui tokia, kur nekrenta šešėliai, Google earth sistemos 3D modeliavimo pagalba buvo peržiūrėta teritorija, kurioje yra mokykla 3.3.3 paveikslas. Aplink nagrinėjamą mokyklos pastatą nėra didelių medžių kurie gali užstoti tiesioginius saulės spindulius, taigi nesusidarys papildomi šešėliai, kurie galėtų apriboti tiesioginius saulės spindulius.

Remiantis atnaujintais audito ataskaitoje, pateiktais elektros energijos 2014 m., apskaitos duomenis (3.3 skyrius), taip pat duomenimis iš atlikto pastato audito, įvertinus suvartotą energijos kiekį buvo parinktas apie 1660 m² plotas ant STVM pastato stogo. Pasirinkto monokristalinio fotoelemento charakteristika (Qcells firmos fotomoduliai 280 Wp galios) ir pagrindiniai techniniai duomenys pateikiami darbo priede Nr. 1. Sujungtus į modulių eiles saulės modulius (toliau SM) montuosime ant pastato stogo. Stogo užimamas plotas - 2826 m²

Moduliai montuojami pietų kryptimi ant horizontalaus stogo pakrypę 37⁰ kampu (palankiausias kampas Lietuvoje (Kytra, 2006)), sumodeliuoti 406 vnt. saulės elementų, kurie sujungti į modulynus. Literatūros šaltiniai teigia, jog projektuojant SE nuo pastato stogo briaunos turi būti paliekamas 1 metras. Suprojektuota modulių išsidėstymo schema pateikiama priede Nr. 2. Įvertinus nuosekliai jungiamų modulio eilių šešėliavimą tarp jų yra paliekamas 3 metrų tarpas.

Adomavičius V., ir kiti autoriai teigia jog SM bendras plotas pasirenkamas atsižvelgiant į pastate per metus suvartojamą elektros energijos kiekį. Svarbu atsižvelgti į tai, kad SE per metus pagaminamas elektros energijos kiekis būtų ne mažesnis nei metinis ūkio energijos poreikis.

Pagal vidutinę pilnutinę saulės ekspoziciją, Smalininkai patenka į viduriniąją saulės sinduliuotės zoną ir priskiriami Kauno regionui. Remiantis Lietuvos hidrometrologijos tarnybos pateikiamais duomenimis, metinė saulės ekspozicija patenkanti į horizontalų paviršių per metus Kaune siekia 976 kWh/m² (žr. 3.3.6 lentelę). Vidutinė metinė saulės spindėjimo trukmė Kaune – 1751 h. (žr. priedas Nr. 3).

Bendras modulyno plotas užima apie 680 m², į literatūros šaltinyje nurodomą saulės elementų apvalinimą ant pastato stogo gali būti sumontuoti 406 vnt. saulės fotoelementų modulių, kurie apskaičiuojami pagal [9] formulę.

Instaliuota elektrinės galia apskaičiuojama pagal [10] formulę $P_N = 406 * 280 = 11360 \text{ W}$.

Vidutinė metinė SE galia [11]

$$P_V = (976/1751) * 0,168 * 0,8 * 680 * 10^3 = 51179,52 \text{ W}$$

4.1.2 Saulės elektrinėje pagaminamo elektros energijos kiekio prognozė

Atsinaujinantys energijos šaltiniai tokie kaip saulė nepasižymi stabilia galia ir vien tik jų naudojimas neužtikrina pakankamo energijos kiekio, kuriuo galėtume aprūpinti gyvenąsias visuomenes ar komercines patalpas.

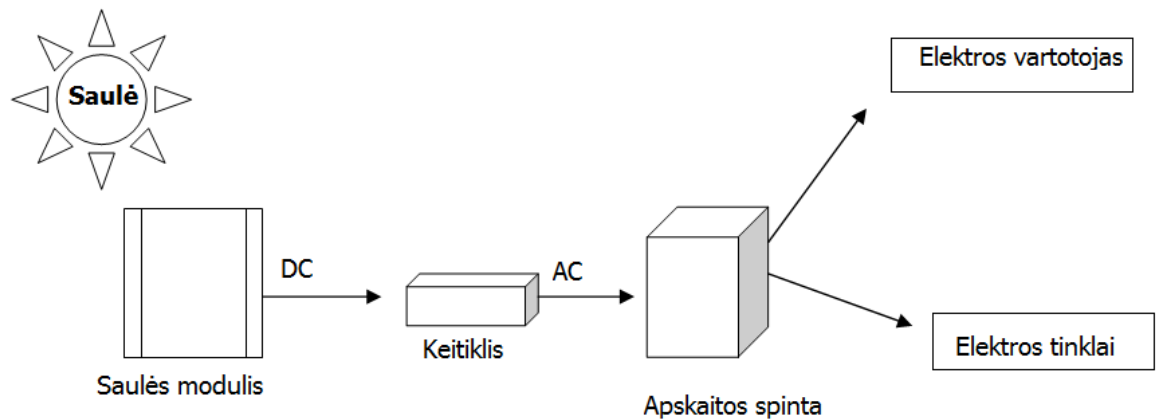
Svarbu paminėti ir pliusus tai jog nereikia naudoti jokio kuro, nebaisus kainų kilimas į aplinką nėra išmetami jokie kenksmingi teršalai. Lietuvos klimatas, taip pat dažnai nenuspėjamas, todėl kiekvienais metais, mėnesį ar dieną pagaminamos energijos kiekis gali kisti. Gali būti tokių mėnesių, kai dangus būna apsiniaukęs ir nėra išspinduliuojama pakankamai saulės energijos pastatui aprūpinti. Vienas iš saulės energetikos pranašumų yra tas, kad taikant šiuolaikines energijos konversijos technologijas energija yra sėkmingai naudojama (Petrauskas, Adomavičius, 2012)

Susidarantys dieniniai elektros energijos netolygumai išlyginami apskaitos spintos pagalba. Tačiau mėnesiniai skirtumai pasak Adomavičiaus ir Petrausko lieka neišlyginti, tenka prisitaikyti prie to energijos kiekio, kuris gaunamas, taip pat laukti kuo daugiau saulėtų dienų, per kurias SE pagamins daugiau elektros energijos. Trūkstant elektros energijos dalis, kurios nepagamins SE, bus kompensuojama perkant energiją iš skirstomųjų elektros energijos tinklų, šiuo atveju Lesto.

Valstybinės kainų ir kontrolės komisija atsižvelgdama į šalyje besiplečiančius AEI išteklius kiekvienais metais nustato perteklinės elektros energijos kainų supirkimo tarifus už kuriuos galima parduoti perteklinę saulės elektrinėje pagamintą energiją taip pat susigrąžinti tą patį ar mažesnę elektros energijos kiekį, kuris bus reikalingas kai SE negamins elektros energijos arba gaminamas kiekis nepatenkis poreikių.

Saulės elektrinės veikimo schema nuo saulės energijos surinkimo saulės modulyje iki perdavimo elektros vartotojui pateikiama 4.1.2.1 paveiksle. Visa elektros energija pagaminta SE pereina per keitiklį (inverterį), kur iš nuolatinės srovės (schemoje žymima DC) susidariusios SM yra paverčiama į kintamąją elektros energijos srovę (schemoje žymima AC), patenka į apskaitos spintą iš kurios tiekama vartotojams, o perteklinis, nesuvartotas, kiekis perduodamas elektros tinklams.

Ši sistema orientuota į energijos naudojimą savoms reikmėms taip pat perteklinės energijos perdavimą į elektros tinklus, pagal tuo metu galiojančius elektros energijos supirkimo tarifus.



4.1.2.1 pav. SE veikimo schema

SE per mėnesį pagaminamus elektros energijos kiekius (E_s) apskaičiuojame remiantis [13] formule, gauti rezultatai pateikiami 4.2.1.2 lentelėje.

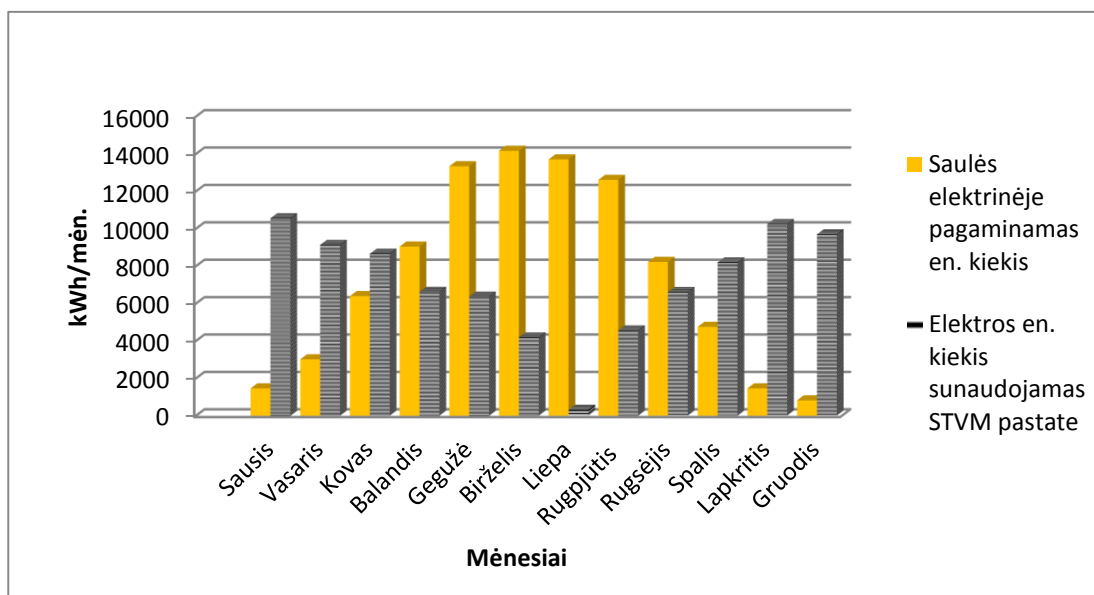
Atliekant tyrimą siekta sužinoti kiek su 114 kW instaliuotos galios SE galima pagaminti elektros energijos, kiekvieną mėnesį priklausomai nuo saulės energijos intensyvumo, pasirinktų saulės fotoelementų pikinės galios bei modulio naudingo veikimo koeficiento.

4.1.2.2 lentelėje 114 kW įrengtos galios su SE pagaminamos elektros energijos prognozė

Mėnuo	Saulės energijos intensyvumas	Saulės elektrinėje pagaminamas elektros energijos kiekis E_s	Elektros energijos kiekis 2014 m. sunaudotas STVM pastate
	kWh/m ²	kWh	kWh
Sausis	16	1431	10560
Vasaris	33	2952	9136
Kovas	70	6262	8658
Balandis	99	8857	6624
Gegužė	146	13061	6366
Birželis	155	13866	4185
Liepa	150	13419	312
Rugpjūtis	138	12346	4557
Rugsėjis	90	8051	6609
Spalis	52	4652	8196
Lapkritis	16	1431	10247
Gruodis	9	805	9700
Per metus:	976	87314	85150

Iš lentelėje pateiktų rodiklių matome jog daugiausiai elektros energijos SE yra pagaminama birželio mėnesį, mažiausiai gruodį. Iš gautų rezultatų galime įvertinti ir metinį elektros energijos poreikį, kuris siekia šiek tiek daugiau nei 85 MWh, tuo tarpu SE pagaminamas elektros energijos kiekis 2 MWh viršija elektros energijos poreikį.

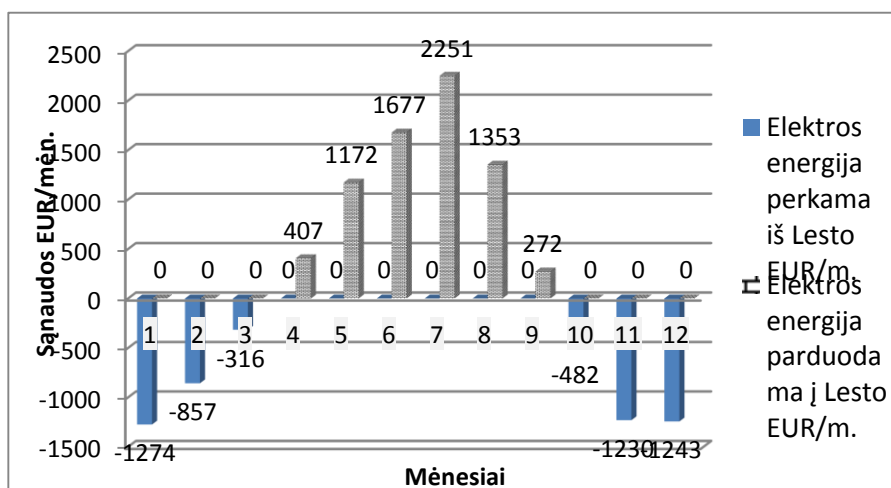
Pagal lentelės duomenis nubraižyta histograma 4.2.1.3 pav., kurioje pavaizduota pagamintos elektros energijos prognozės SE bei STVM pastato energijos poreikis išskiriant kiekvieną mėnesį.



4.2.1.3 pav. Pagaminamos ir sunaudojamos energijos kiekio prognozė po saulės elektrinės įrengimo

Palyginus šiuos duomenis su elektros energijos poreikiu STVM 2014 m. galime daryti išvadą, jog didžiausias elektros energijos poreikis yra nuo spalio iki kovo mėnesių. Svarbu įvertinant tai jog technologijų mokykla didžiausią elektros energijos kiekį sunaudoja tada, kai vyksta mokymo procesas. SE veikimo principas yra priešingas, ši daugiausiai pagamina energijos šiltuoju metų periodu, kai saulės spindulių išspinduliavimo kiekis į žemės paviršių padidėja. Siūloma susidariusią perteklinę elektros energiją parduoti į Lesto tinklus.

Paveiksle 4.2.1.4 pateikiamas elektros energijos pardavimo ir pirkimo grafikas. Minuso ženklas žymi per mėnesį perkamą energijos kiekį, pliusas perteklinės energijos kiekį parduodamą į Lesto.



4.2.1.4 pav. Energijos pardavimo ir pirkimo rodikliai EUR iš saulės elektrinės

AEI įstatymo pataisos, nuo 2013 m. numato sąlygas perteklinės energijos pardavimui ar/ir nemokamam tokio pačio elektros energijos kiekio per einamuosius metus susigrąžinimui iš skirstomųjų tinklų, kai SE elektros negamina. Perteklinės elektros energijos supirkimo tarifus energijai pagamintai naudojant AEI kiekvienais metais nustato Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. Nuo 2014 m. nustatytas 0,168 EUR/kWh tarifas perteklinės elektros energijai pagamintai 100 iki 350 kW galios jėgainėse.

4.1.3 Saulės elektrinės ekonominių ir aplinkosauginių rezultatų įvertinimas

SE ekonominė ir aplinkosauginė nauda iki SE įrengimo projekto ir po SE įrengimo pateikiama 4.1.3.1 lentelėje.

4.1.3.1 lentelė SE įrengimo ekonominė ir aplinkosauginė nauda

Sistemos srautai	Iki SE įdiegimo			Po SE įdiegimo			Sutaupoma	
	kWh./m.	EUR/ vnt.	EUR/m.	kWh./m.	EUR /vnt.	EUR /m.	kWh./m.	EUR /m.
Elektros energija iš tinklų (kWh)	85150	0,14	11921	38584	0,14	5402	46566	6519,24
Pajamos pardavus SE pagamintą elektros en. perteklių į Lesto	-	-	-	42450	0,168	7132	42450	7132
Nuosava SE pagaminama el. energija už kurią nereikia mokėti	-	-	-	50615	0	0	46566	0
Viso sutaupoma, EUR /m.							13 651,24	

Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, jog elektros energijos sutaupymai per metus sieks iki 6519 eurų, dėka to bus pagaminama beveik 51 Mwh elektros energijos iš AEI. Metinės pajamos už parduotą elektros energiją sudarys 7132 eurus. Įvertinus pagaminamą, sunaudojamą ir SE be jokių papildomų sąnaudų pagaminamą elektros energiją, šiai inovacijai numatomi 13 651,24 EUR sutaupymai.

Įvertinus sutaupymus svarbu apskaičiuoti investicinį paketą, kurio reikės norint įrengti SE.

SE parenkamos akumuliatorių baterijos, inverteris, įvertinant trumpo jungimo srovę, atsižvelgiant į [15], [16], [17] formules parinktas SE sistemos komplektas, kuris bus naudojamas elektrai gaminti ir jos pertekliaus į elektros tinklus pateikimui.

Investicijos į SE įrengimą ir ekonominė nauda:

Inovacijos EUR:

- Saulės monokristaliniai Qcells firmos fotomoduliai 406 vnt – 85260 EUR (Priedas Nr. 1)
- SE sistemos įrengimo komplektas 11 vnt - 56980 EUR,

Įrengimo komplektą sudaro viena sistema, kuri sugeneruoja apie 10kW elektros energijos, atitinkamai pagal SE galią mums reikės 11 sistemų, kurias sudaro:

- a) Inverteris SIEMENS SINVERT PVM 10;
- b) Laikikliai, pritvirtinimai stogui (aliuminis);
- c) DC kabelis, 200 m;
- d) MC4 jungtys

- Saulės elektrinės elektrotechninis projektas, pajungimas į Lesto – 1402 EUR,

Įvertinus investicijas, kurių reikia projekto įrengimui ir sutaupymus paskaičiuota atsipirkimo trukmė pagal 2 skyriaus formulę [19] $AT = 143\ 642 / 13\ 651,24$. Atsipirkimo trukmė siekia 10,5 m. Kadangi atsipirkimo trukmė yra ilga, ūkio subjektai arba pavieniai asmenys, šiuo atveju STVM gali pasinaudoti ES struktūrinių fondų teikiama parama AEI skatinimui ir investicinių lėšų dalį padengti pasinaudojus parama, taip sutrumpinant atsipirkimo trukmę.

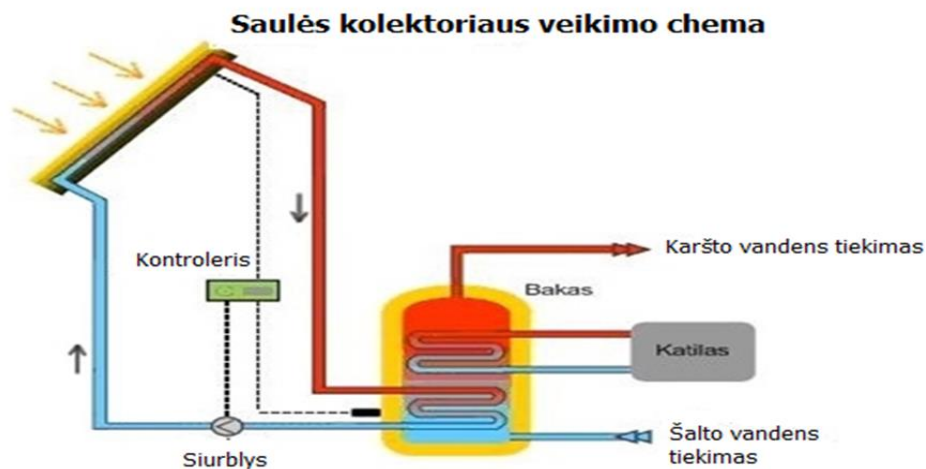
4.2 Saulės energijos naudojimo STVM šilumos energijos gamybai įvykdomumo analizė

4.2.1 Saulės kolektorių parinkimas

Ant STVM pastato stogo pasirinktas 1100 m² plotas. Modeliuojant kolektorių pastatymą ant STVM stogo įvertintas šėšėliavimą tarp kolektorių eilių, dėl šios priežasties paliktas 3 m. pločio tarpas, taip pat nuo stogo briaunos paliekamas 1 metro pločio atstumas. Kolektoriai tvirtinami 37⁰ posvyrio kampu į horizontalią plokštumą. Projektuojami 216 vnt. SŠK, kurių paviršiaus plotas užima 500 m². Toks paviršiaus plotas (A) pasirinktas įvertinus pagal [19] formulę apskaičiuotus duomenis, kurie pateikiami 4.2.2 skyriaus 4.2.2.1 lentelėje. Ploto vidurkis pagal metinį STVM pastato šilumos energijos poreikį. Priede Nr. 4 pateikiami SŠK SK500 techniniai duomenys. Kolektorių išdėstymo schema pateikta priede Nr. 5.

Saulės spinduliuotės energija kolektoriuose transformuojama į šilumą, kurią į pastato šildymo sistemą perneša šilumnešis (vanduo ar kitas skystis). Saulės šiluma jau keletą pastarųjų metų pradeda plačiau naudoti ne tik Europoje bet ir Lietuvoje vandeniui, baseinų ar patalpų centralizuotam apšildymui. Saulės kolektoriaus veikimo schema pateikta 4.2.1.1 paveiksle. Ši sistema susideda iš šių pagrindinių tarpusavyje sujungtų elementų: saulės kolektoriaus į kurį patekusių saulės šiluma sušildo vandenį, kontrolierio, siurblio vandens paskirstymui, vandens padavimo sistemos,

boilerio arba pastato šilto vandens padavimo sistemos, kurioje cirkuliuoja vanduo reikalingas šildymui arba kitoms reikmėms.



4.2.1.1. pav. saulės kolektoriaus veikimo schema (12)

4.2.2 Saulės kolektoriuje pagamintos šilumos energijos prognozė

Saulės kolektorių ant STVM stogo projektiniai skaičiavimai atlikti pagal metodikoje pateiktą [19] formulę. Įvertinus saulės šviesos intensyvumą, kolektoriaus naudingo veikimo koeficientą, saulės kolektoriaus užimamą paviršiaus plotą A , kuris nustatytas 4.2.1 poskyryje, 4.2.2.1 lentelėje apskaičiuojamas saulės energijos kiekis Q , kurį gali pagaminti pasirinkti saulės kolektoriai.

4.2.2.1 lentelė Saulės energijos pagamintos su SŠK prognozė.

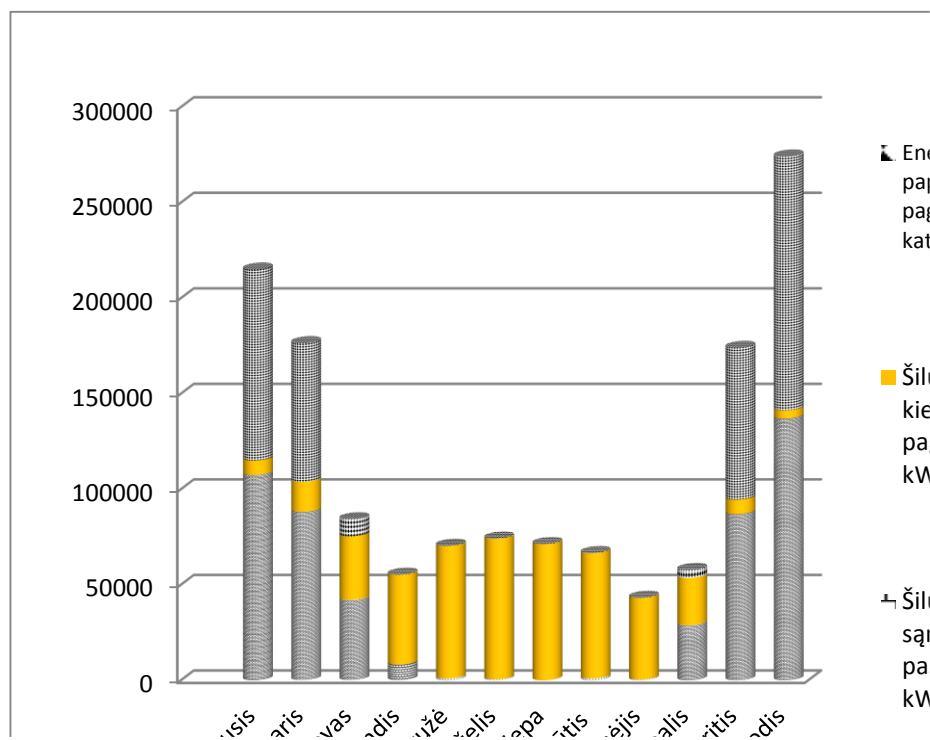
Mėnuo	Saulės energijos intensyvumas (I)	Kolektoriu paviršiaus plotas (A)	Šilumos energijos kiekis (Q), kurį pagamina SŠK
	kWh/m ²		kWh
Sausis	16	7145,61	7600,00
Vasaris	33	2843,33	15675,00
Kovas	70	640,27	33250,00
Balandis	99	88,33	47025,00
Gegužė	146	7,29	69350,00
Birželis	155	3,43	73625,00
Liepa	150	0,00	71250,00
Rugpjūtis	138	7,71	65550,00

Rugsėjis	90	4,73	42750,00
Spalis	52	590,22	24700,00
Lapkritis	16	5783,91	7600,00
Gruodis	9	16198,58	4275,00
Per metus:	976	546,96	463 600,00

Daugiausiai saulės energijos, remiantis 4.2.2.1 lentelės duomenimis, išspinduliuojama nuo balandžio iki rugpjūčio mėnesių, šiais mėnesiais SŠK kolektorius pagamina daugiausiai šilumos energijos.

Sudaryta histograma (4.2.2.2 paveikslas), kurioje pateikti grafiniai duomenys apie saulės energijos suvartojimą STVM pastate, SŠK pagaminamą energiją, taip pat energijos kiekį kurį reikia pagaminti biokuro katilinėje.

Šilumos energijos perteklius susidaro nuo balandžio iki rugsėjo mėnesių. Perteklinę energijos kiekį, susidariusį vasaros metu galima parduoti kitiems vartotojams. Remiantis trečiame skyriuje pateiktais duomenimis STVM galėtų perteklinę SŠK pagamintos energijos dalį šilumos tinklais perduoti kitiems pastatams, pagal atliką auditą žinome jog tai yra 2 bendrabučiai, 4 gyvenamieji namai ir 5 kitos paskirties pastatai, kuriems šilumos energijos reikia ir vasaros metu, karšto vandens ruošimui.



4.2.2.2 pav. Šilumos energijos poreikis STVM, pagaminamos šilumos energijos kiekis su SŠK ir trūkstamas energijos kiekis, kurį reikia pagaminti biokuro katilinėje

Nagrinėjant histogramą matome, jog šilumos energijos poreikis STVM pastate yra nuo spalio iki kovo mėnesių. Žiemos mėnesiais saulės kolektoriuje pagaminama šilumos energija nepatenkina STVM pastato poreikių, todėl trūkstamas energijos kiekis turės būti pagaminamas vietinėje biokuro katilinėje.

4.2.3 Saulės kolektorių ekonominių ir aplinkosauginių rezultatų įvertinimas

Įdiegus inovaciją ir 4.2.2 poskyryje apskaičiavus energijos prognozes, galima teigti jog 4.2.3.1 lentelėje pateikiami ekonominiai įvertinimai tiesiogiai įtakoja visą šildymo sistemą.

Pagal 4.2.3.1 lentelėje pateiktus duomenis šilumos energijos sąnaudos STVM pastate 2014 m. sudarė - 501 800 kWh, įrengus SŠK šilumos energijos biokuro katilinėje reikės pagaminti tik 397 580 kWh/m. Taigi energetinis efektyvumas padidės 21 proc.

Projekto ekonominė ir aplinkosauginė nauda pateikiama 4.2.3.2 lentelėje.

4.2.3.1 lentelė SŠK įrengimo ekonominiai rezultatai

Mėnuo	Šilumos energijos sąnaudos STVM pastate 2014 m.	Išlaidos šilumos energijai STVM pastate 2014 m.	Energija kurią reikia papildomai pagaminti biokuro katilinėje	Išlaidos pagaminti trūkstamam šilumos energijos kiekiui su biokuru kūrenamu katilu	Perteklinė šilumos energija pagamama su SK
	kWh	EUR	kWh	EUR	kWh
Sausis	107470	6098,92	99870	5667,62	0
Vasaris	88200	5005,35	72525	4115,79	0
Kovas	42130	2390,88	8880	503,94	0
Balandis	8220	466,49	0	0	38805
Gegužė	1000	56,75	0	0	8350
Birželis	500	28,38	0	0	73125
Liepa	0	0	0	0	71250
Rugpjūtis	1000	56,75	0	0	64550
Rugsėjis	400	22,70	0	0	42350
Spalis	28850	1637,24	4150	235,51	0
Lapkritis	86990	4936,68	79390	4505,38	0
Gruodis	137040	7777,02	132765	7534,41	0
Per metus:	501 800	28 477,15	397 580,00	22 562,67	358 430,00

4.2.3.2 lentelėje SŠK įrengimo ekonominė ir aplinkosauginė nauda

Sistemos sratai	Iki SŠK įdiegimo			Po SŠK įdiegimo			Sutaupoma	
	kWh/m.	EUR/vnt.	EUR/m.	kWh/m.	EUR /vnt.	EUR /m.	kWh/m.	EUR /m.
Šilumos energija iš biokuro katilinės (kWh)	501800	0,05675	28477,15	397580	0,05675	22562,67	104220	5914,49
Pajamos pardavus perteklinį šilumos en. kiekį į gretimus daugiabučius	-	-	-	358430	0,05675	20340,90	358430	20340,90
Nuosava SK pagaminama šilumos energija už kurią nereikia mokėti	-	-	-	66020	0	0	66020	0
Viso sutaupoma, EUR /m.							26 255,39	

Įrengus saulės kolektorius būtų patenkinta beveik trečdalis šilumos poreikio, kurio reikia pastato apšildymui, taip sumažėtų ekonominiai kaštai išleidžiami kurui biokuro katilinėje. Energija gaunama iš SŠK naudojant AEI sudarytą 66020 kWh/m.

Investicijos į SK ir jų sistemas:

- SŠK poreikis ant STVM stogo 216 vnt. – 104 611 EUR;
- Valdiklis ir jutikliai – 434 EUR;
- Montavimo darbai – 1737 EUR;
- Vamzdžiai – 400 EUR;
- Cirkuliacinis siurblys – 1 500 EUR.

Įvertinus investicijas, svarbu pastebėti, jog integruojant SŠK į šildymo sistemą reikėtų investicijų tik SŠK, ir jų įrangai, sistemą būtų galima pajungti į jau veikiančią biokuro katilą ir paskirstyti pagaminamą energijos kiekį per esamus vamzdynus.

Inovacijos atsipirkimo trukmė apima $AT = 108\,682 / 26\,255 = 4$ m.

Įgyvendinus projektą sumažėtų šilumos energijos sąnaudos, dėl AEI pagaminamos energijos. Susidaręs perteklinės energijos kiekis vasaros mėnesiais galėtų būti parduodamas kitiems biokuro katilinės aptarnaujamiems pastatams, taip gaunant pajamas, kurios gali būti investuojamos į pastato renovaciją.

4.3 Biokuro katilinės efektyvumo didinimo galimybių įvykdymo analizė

4.3.1 Biokuro katilo su kondensaciniu ekonomazeriu parinkimas

STVM pastatams, o taip pat 2 bendrabučiams, 4 gyvenamiesiems namams bei 5 kitos paskirties pastatams šiluma patalpų apšiltinimui ir karštas vanduo ruošiamas ir tiekiamas iš teritorijoje pastatytos kieto kuro biokuro katilinės. Šildymo sezono metu kieto kuro katilinėje eksploatuojami 2 katilai (1997 m. gamybos) po 1 MW. Nešildymo sezono metu karšto vandens poreikiams patenkinti naudojami du 1995 m. gamybos katilai po 0,5 MW. Dėl mažo įrenginių naudingumo koeficiento (katilinės n. k.70 %) šis šildymo būdas yra ekonomiškai neefektyvus.

Pastato šildymo sistema nerekonstruota – esama vienvamzdė apatinio paskirstymo šildymo sistema. Šildymo prietaisai – seni sekciniai ketiniai radiatoriai be temperatūros reguliavimo galimybės. Šilumos punktas pastate neįrengtas, šilumos apskaita vykdoma katilinėje įrengto šilumos skaitiklio „Katra SKM-1Į pagalba. Šilumos apskaita bendra visiems katilinės šildomiems pastatams (t.y. 2 bendrabučiams, 4 – gyvenamiesiems namams, 5 – kitos paskirties pastatams). Suvartojamos šilumos kiekis kaskart proporcingai padalinamas pastato šildomam plotui.

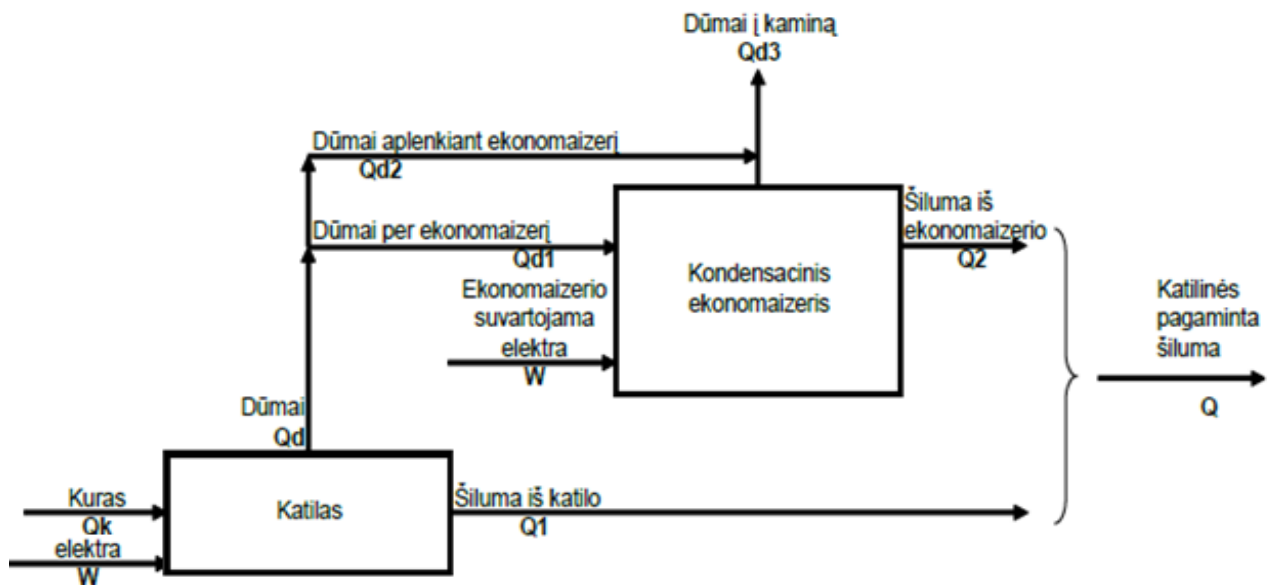
Svarbiausia pasirenkant šildymo katilą yra jo efektyvumas. Darbo sąlygos katilė vertinamos pagal indikuotos energijos išnaudojimo efektyvumą taip įvertinamos katilo darbo sąlygos. Dinaminis efektyvumas parodo degimo procesų variacijos budėjimo trukmės įtaką našumui (Kazanavičius E., Mikuckas A., 2007).

2014 metais biokuro katilinė (žr. 3 skyriaus, 3.3 poskyrį) sunaudojo 2231,36 ktm/m. biokuro, tai sudarė 1261,69 t/m. Katilinėje buvo pagaminta - 1943 MWh šilumos energijos. Neefektyviai degant biokurui susidaro šiluminės energijos nuostoliai siekia net 30 proc. ir tai prilygsta 832,72MWh/m.

Siūlomas techninis sprendimas: Įvertinus prastą katilų būklę, bei suvartojamą biokuro kiekį nuspręsta padidinti šilumos gamybos efektyvumą įrengiant biokuro katilą su kondensaciniu ekonomazeriu. Taip siekiant sutaupyti kuro išteklius, aprūpinti pastatus šilumos energija sumažinti nuostolių kiekį dėl energijos gamybos, padidinti esamų katilų naudingumo koeficientą ir svarbiausia sumažinti poveikį aplinkai dėl išlakų į aplinkos orą.

Kondensacinių ekonomazerių funkcija – padidinti katilo naudingumo koeficientą ir sumažinti kietųjų dalelių išmetimus į aplinkos orą. Atsižvelgiant į sudeginamą kuro kiekį bei dūmų tūrį buvo pasirinktas 1 MW galios VŠK su 220 kW galingumo kondensaciniu ekonomazeriu.

Kondensacinio ekonomazerio veikimo schema pavaizduota 5.4.1 paveiksle. Kondensacinis ekonomazeris atlieka dvi pagrindines funkcijas – visų pirma, leidžia kuo maksimaliau išnaudoti gaunamą šilumą nešvaistant jos per kaminą, antra, iki maksimumo išvalyti išeinančius dūmus, iš jų pašalinant lakiuosius pelenus ir kitas kietąsias daleles, išsiskiriančias deginant bet kokį kurą (Kliopova, 2010)



4.3.1pav. Biokuro katilinės su kondensaciniu ekonomizeriu schema (Lietuvos energetika, 2013)

Atsižvelgiant į biokuro katilo su kondensaciniu ekonomizeriu veikimo principą galima teigti jog įdiegus šią technologiją ekonomizeris papildomai sugrąžina tą šilumos dalį, kuri naudojant įprastą VŠK išeina į aplinką (Staniškis, Stasiškienė, Kliopova, ir kt., 2010).

Ekonomizerio veikimo technologija:

Kondensacinis ekonomizeris ataušina išeinančius dūmus, todėl dūmuose esantys garai kondensuojasi – paversdami vandeniu ir išskirdami tokį šilumos kiekį, koks buvo sunaudotas kuro degimo metu biokuro drėgmei išgarinti.

Vandens pagalba yra sugaudomi dideli kiekiai dūmuose susidariusių kietųjų dalelių (pelenų), dėl to per kaminą išeina tik išvalyti ir atvėsinti dūmai. Kietųjų dalelių išvalymo efektyvumas kondensaciniame ekonomizeryje siekia – 90-95 %.

Garai išsiskiriančiuose dūmuose atsiranda dėl drėgmės, kuri turi biokuras, priklausomai nuo rūšies. Biokuras savyje turi 30-60% drėgmės. Iš kondensacinio ekonomizerio susigrąžinta šiluma panaudojama iš šilumos tinklų grįžtančio ataušusio vandens pašildymui, iki reikiamos temperatūros vanduo yra pašildomas tinkluose. Kondensacinio ekonomizerio veikimo principas pagrįstas efektyviai išnaudota ir susigrąžinta šilumos energija, kuri panaudojama biokure esančiai drėgmei išgarinti.

4.3.2 Biokuro katilinės modernizavimo aplinkosauginė ir ekonominė nauda

Siūlomos įrengti katilinės aplinkosauginė ir ekonominė nauda pateikiama 4.3.2.1 lentelėje. Pagal gautus duomenis įdiegus kondensacinių ekonomaizerių matomas biokuro sutaupymas 30 proc., taip pat sumažėja išlakų į aplinkos orą, jos po naujo katilo įdiegimo tesudaro 64,05 t/m.

Įdiegus naują katilą sudarys netiesioginis poveikis aplinkai dėl elektros energijos CO₂ išmetimų, kurie sieks – 2,29 t/m., įrengus kondensacinių ekonomaizerių taip pat reikės papildomai skirti lėšų kondensato neutralizavimo medžiagoms.

Neutralizavimo medžiagos. Kondensato neutralizavimui naudojamų ECO medžiagų kiekio įvertinimas:

flokulianto kiekis - 3 g/m³ kondensato;

koagulianto kiekis – 100 g/m³ kondensato;

neutralizatoriaus kiekis – iki 200 g/m³ kondensato

Valymo procesą sudaro 4 klasikiniai etapai: koaguliacija, flokuliacija, nusodinimas ir neutralizavimas.

- Koaguliacija: kondensatas nuvedamas į baką, skirtą koagulianto tirpalui sumaišyti, sumaišomas maišykle ir per persipylimo atvamzdį nukreipiamas į sekantį etapą - flokuliaciją;
- Flokuliacija: reikiamos koncentracijos flokulianto tirpalas yra ruošiamas flokulianto paruošimo mazge ir nukreipiamas į flokulianto tirpalui skirtą baką, į kurį patenka kondensatas; per persipylimo atvamzdį kondensatas nukreipiamas į sekantį etapą - nusodinimą;
- Nusodinimas: nusodintuvas veikia gravitacijos principu; dalelės nusėda į apačioje esantį kūgį; nuosėdos periodiškai šalinamos siurbliu ir nukreipiamos į kuro sandėlį; toliau nuosėdos kartu su kuru patenka į biokuro katilų kūryklą ir pasišalinamos kartu su katilų dugno pelenais arba sugaudoamos multiciklonuose; kondensatas iš nusodintuvo išteka per persipylimo atvamzdį ir patenka į neutralizavimo baką.
- Neutralizavimas: neutralizavimo bako įtalpinamos neutralizavimo granulės; lėtai tirpdamos jos neutralizuoja kondensatą iki apyt. pH 7 (Kliopova, 2013).

Neutralizuotas kondensatas persipila ir yra išleidžiamas į lietaus kanalizaciją. Nuotekų užterštumas neviršys DLK į gamtinę aplinką: SM ≤ 30 mg/l, BDS₇ ≤ 15 mg/l.

4.3.2.1 lentelė Biokuro katilinės modernizavimo aplinkosauginės naudos bei sutaupomų lėšų įvertinimas

Rodikliai	Dime nsija	Iki modernizavimo			Po modernizavimo			Sutaupoma (sumažėja)		
		matavimo vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	matavimo vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	matavimo vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.
Šiluminės energijos gamyba: - VŠK galia: - n.k. - Gaminama energija		<u>2</u> MW; n.k – 70 % <u>1943</u> MWh/m. Šilumos nuostoliai 30 proc.: 832,72MWh/m.			<u>1</u> MW; n.k – 100 % <u>1943</u> MWh/m.					
Kuro (medienos atliekų) sąnaudos	t	1261,69 t/m.	79,36 €	100 129,83 €	883,18 t/m.	79,36 €	70 089,16 €	378,51 t/m.	-	30 040,67
Išlakos į aplinkos orą degant biokurui: anglies monoksidas (CO) *azoto oksidai (NOx) kietosios dalelės (K.d.)	t	9,5929 t/m. 0,9993 t/m. 63,0845 t/m. Iš viso išlaku: 73,6767 t/m.	- 196,94 -	- 196,80 -	6,7150 t/m. 0,6995 t/m. 2,2080 t/m. Iš viso išlaku: 9,6225 t/m.	- 196 -	- 134,69 -	2,8779 t/m. 0,2998 t/m. 60,8765 t/m. Iš viso išlaku: 64,0542 t/m.	0,94 -	65,11 -
Elektros sąnaudos šiluminės energijos gamyboje	kWh	40803	0,14	5712,42	52461	0,14	7344,54	-11658	-	-1632,12
Netiesioginis poveikis aplinkos orui dėl elektros energijos vartojimo (priimama prielaida, kad deginamos gamtinės dujos) [20], [21].										
Gamtinės dujos Išlakos į orą CO ₂		4,36 tūkst. nm ³ 6,20 t/m.			5,63 tūkst. nm ³ 10,75 t/m.			-4,55 t/m.	-	-
Lietaus nuotekos (neutralizuotas kondensatas) flokulianto koagulianto	kg	0	0	0	20,6 kg 0,6 20	20 35	712 12 700	-20,6 kg	-	-712
Modernizavimas leis sutaupyti iki										27 761,66 €

*Aplinkos ministerija: Mokestis už aplinkos teršimą iš stacionarių taršos šaltinių http://ard.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=237.

Elektros sąnaudos energijos gamyboje kūrenant biokuro katilą:

$$1943 \text{ MWh} \times 21 \text{ kWh} = 40,803 \text{ MWh}$$

Elektros energijos suvartojimas biokuro katile su kondensaciniu ekonomizaizeriu:

$$1943 \text{ MWh} \times 27 \text{ kWh} = 52,461 \text{ MWh}$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO_{iki}} = 0.001 \times 7,92 \times 1261,69 \times (1-4/100) = 9,5929 \text{ t/m.}$$

$$M_{CO_{po}} = 0.001 \times 7,92 \times 883,18 \times (1-4/100) = 6,7150 \text{ t/m.}$$

Azoto oksidai (NOx):

$$M_{NOx_{iki}} = 0,001 \times 1261,69 \times 7,92 \times 0,1 \times (1-0) = 0,9993 \text{ t/m.}$$

$$M_{NOx_{po}} = 0,001 \times 883,18 \times 7,92 \times 0,1 \times (1-0) = 0,6995 \text{ t/m.}$$

Kietosios dalelės (K.D.):

$$M_{k.d.iki} = 1261,69 \times 1 \times 0.05 (1-0) = 63,0845 \text{ t/m.}$$

$$M_{k.d.po} = 883,18 \times 1 \times 0,05(1-0,95) = 2,2080 \text{ t/m.}$$

Atsipirkimo trukmė įvertinta susumavus visus kaštus ir sutaupymus (4.3.2.2 lentelė).

4.3.2.2 lentelė Katilinės modernizavimo, pereinant prie VŠK, kūrenamu biokuro, investicijų įvertinimas

Investicijos į biokuro katilą su kondensaciniu ekonomizaizeriu	Vnt.	Preliminari kaina, EUR su PVM
Projektavimo darbai	1	11 844, 88
Seno katilo demontavimo darbai		1 594,50
Biokuro kūrenamas VŠK (galingumas – iki 1 MW) su kondensaciniu ekonomizaizeriu 220 kW	1	100 225,90
Elektrotechnika-automatika	1	5 831,33
jos sumontavimas		6 241,34
Kondensato neutralizatorius	1	1 594,50
Kt. (termofikacinio vandens armatūra, vandentiekis, termofikacinio vandens vamzdynas).	1	10 022,59
Kt. sumontavimas		
Nuotekų po CIP reciklas per kondensacinį ekonomizaizerį (aušinimui)	1	
Reciklo montavimo darbai	1	
Išlaidos:		137 355,04

Paskaičiuota inovacijos įrengiant naują biokuro katilą atsipirkimo trukmė siekia apie penkerius metus. $AT = 137\,355,04 / 27\,761,66 = 4,9$ m. Kai atsipirkimo trukmė yra tarp trijų keturių metų, laikoma jog investicijų rizika yra maža (Staniškis, Kliopova 2004). Šiuo atveju atsipirkimo trukmė siekia 5 metus. Šis projektas aplinkosauginiu požiūriu yra naudingas dėl išmetimų į aplinkos orą

sumažėjimų. Iš ekonominės pusės sumažėja išlaidos kurui, padidėja katilo naudingo veiksmo koeficientas, kuris svarbus norint pagaminti tą patį energijos kiekį. Minusai dėl kondensacinio ekonomizaizerio įrengimo šiek tiek padidėja CO₂ išlakos į aplinkos orą.

Ekonominis siūlomo projekto įvertinimas:

- ✓ Biokuro kaina sumažėjo - 30 040,67 €
- ✓ Už azoto oksidų išmetimus į aplinką mokesčiai sumažėjo - 65,11 €

Aplinkosauginis siūlomo projekto įvertinimas:

- ✓ Biokuro sąnaudos sumažėjo - 378,51 t/m.
- ✓ Išlakos į aplinkos orą sumažėjo - 64,0542 t/m.

4.4 Siūlomų inovacijų įtaka, nagrinėjamam objektui – STVM, dėl energijos efektyvumo didinimo ir poveikio aplinkai mažinimo

Įmonėje pasiektą aplinkosauginį pagerėjimą apibūdina aplinkosauginiai indikatoriai, kurie pateikiami 4.4.1 lentelėje.

4.4.1 lentelė. Aplinkos apsaugos veiksmingumo energijos gamybos srityje įvertinimas

Kuro ir energijos srautai	Aplinkosaugos indikatorius iki inovacijų įdiegimo	Aplinkosaugos indikatorius po inovacijų įdiegimo	¹Aplinkosaugos veiksmingumas energijos srityje
1 alternatyva SE			
Elektros energijos sąnaudos (iš neatsinaujinančių energijos šaltinių)	85,15 MWh/m.	38,58 MWh/m.	Padidėjo 55 %
Elektros iš neatsinaujinančių energijos šaltinių sąnaudos 1 m ² patalpos	12 kWh/m ²	5 kWh/m ²	Padidėjo 58 %
CO ₂ išlakos	24,64 t/m.	7,81 t/m.	Padidėjo 68 %
2 alternatyva SŠK			
Biokuro sąnaudos šilumos energijos gamybai	501,80 MWh/m.	397,58 MWh/m.	Padidėjo 21 %
Biokuro sąnaudos 1 m ² apšildomos patalpos	6,82 kWh/m ²	5,40 kWh/m ²	Padidėjo 21 %
CO ₂ išlakos	144,52 t/m.	80,15 t/m.	Padidėjo 45 %
3 alternatyva Biokuro katilas su kondensaciniu ekonomizaizeriu			
Biokuro sąnaudos šilumos energijos gamybai	1261,69 t/m.	883,18 t/m.	Padidėjo 30 %
Biokuro sąnaudos 1 m ² apšildomos patalpos	0,06 t/m ²	0,04 t/m ²	Padidėjo 33 %
Teršalai į aplinkos orą (CO, NO _x , K.D.)	73,68 t/m.	9,62 t/m.	Padidėjo 86 %.
CO ₂ išlakos	6,20 t/m.	10,75 t/m.	Sumažėjo 73%.

¹Pastaba: Šiuo atveju aplinkosaugos veiksmingumas - energetinis efektyvumas

²Pastaba: STVM šildomas plotas - 7358,98 m², bendras visos biokuro katilinės apšildomas plotas 21074,01 m²

STVM įrengus SE elektros gamybai elektros energijos sąnaudos nuo 85150 kWh/m. sumažėja iki 38584 kWh/m., taip padidėja energetinis veiksmingumas 55 proc., išmetimai į aplinkos orą dėl CO₂ nuo 24,67 t/m. sumažėja iki 7,81 t/m. tai aplinkosauginis veiksmingumas padidėja 68 proc.

Pastate modernizavus šildymo sistemą ir vandens bei patalpų šildymui pradėjus naudoti SŠK biokuro sąnaudos nuo 50180 kWh/m. sumažėja iki 39758 kWh/m., taip padidėja energetinis veiksmingumas 21 proc., išmetimai į aplinkos orą dėl CO₂ nuo 144,52 t/m. sumažėja iki 80,15 t/m. tai aplinkosauginis veiksmingumas padidėja 55 proc.

Modernizavus esamą katilinę ir biokuro katilą pakeitus į naują didesnę naudingo veiksmo koeficientą turintį katilą su kondensaciniu ekonomazeriu išnaudojamo biokuro sumažėja iki 88,18 t/m taip padidindamas energetinį efektyvumą apie 30 proc. Išlakas į aplinkos orą, kai deginamas biokuras sumažėjo 86 proc, tai įtakojo dūmų kondensacinio ekonomazerio įrengimas, kai labiau išvalomos iš kamino išmetamos išlakos. Įrengus kondensacinį ekonomazerį padidės sunaudojamos elektros energijos kiekis, kas sąlygos didesnius CO₂ išmetimus į aplinkos orą (žr. 4.3.2.1 lentelė), dėl to aplinkos apsaugos veiksmingumas sumažės 73 proc.

Alternatyvų apibendrinimas

Įvertinus visas šiame darbe, skaičiavimais pagrįstas alternatyvas ir jų aplinkosauginį veiksmingumą, priimtinausi projektai eksperimentui pasirinktam visuomeniniam pastatui būtų pirmos dvi, trečioji investicija dėl saulės kolektorių palanku įrengti tada, kai bus atnaujinta šildymo sistema ir bus pakeisti biokuro katilai, kuriuose šiuo metu patiriami dideli šilumos nuostoliai:

- ✚ SE įrengimas
- ✚ biokuro katilas su kondensaciniu ekonomazeriu.
- ✚ SŠK įrengimas

SE įrengimo energijos sąnaudos nuo 85150 kWh/m. sumažėtų iki 38584 kWh/m., taip padidindamos energetinį efektyvumą iki 55 proc., dėl CO₂ išlakų sumažėjimo aplinkosauginis veiksmingumas padidėtų 68 proc. Elektros sąnaudų veiksmingumas iš neatsinaujinančių energijos išteklių 1 m² patalpų ploto padidėtų 58 proc. Investicijos 13 651 EUR. Iš AEI pagaminama elektros energija – 52 MWh/m. Pajamos už perteklinę elektros energiją – 7132 EUR/m. Atsipirkimo trukmė – 10,5 m. Tai gana ilgo atsipirkimo projektas, bet jeigu pasinaudojus teikiama ES paramą dėl AEI plėtros ir ES struktūrinių fondų finansavimo programos lėšomis, investicijos sumažėtų. Įvertinus mokyklos atvejį dalis uždirbtų pajamų dėl perteklinės elektros energijos pardavimo galėtų būti panaudota patalpų renovavimui.

Biokuro katilinė su kondensaciniu ekonomazeriu. Ši investicija STVM būtų ganetgi aktualiausia, nes dabar šilumos praradimo nuostoliai iš esamų biokuro katilų sudaro 70 proc., įdiegus inovaciją sumažėtų nuostoliai, būtų produktyviau naudojama šiluma, sumažėtų teršalų išmetimas į

aplinkos orą. Šio projekto atsipirkimo trukmė siekia 5 metus, tačiau pasinaudojus LAIF skiriamomis lėšomis, pagal finansavimo priemonę „Visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas“ būtų galima padengti dalį investicijų vertės.

SŠK įrengimo sistemos integravimo į VŠK atsiperkamumas gana trumpas, siekia tik 4 m. Ši investicija leistų sutaupyti 5914 EUR per metus, taip pat pagamintų 66 MWH šilumos energijos iš AEI. Šią investiciją apsimokėtų diegti tuo atveju jeigu prieš tai būtų renovuota biokuro katilinė, kitu atveju, į šį projektą neverta investuoti dėl dabartinėje biokuro katilinėje patiriamų energetinių nuostolių.

Šiame darbe gautus rezultatus galima pritaikyti diegiant inovacijas visuomeniniams pastatams, kurie norėtų vartoti energiją iš atsinaujinačių energijos išteklių.

IŠVADOS

1. Išanalizavus pirminės ir galutinės energijos suvartojimą šalyje nustatyta kad, pirminės energijos suvartojimas nuo 2012 m. iki 2013 m. palaipsniui augo, 2013 m. pirminės energijos suvartojimas siekė 6,98 mln. tne per metus, o galutinės energijos 4,73 mln. tne. Namų ūkio sektoriuje kuro ir energijos galutinis sunaudojimas 2013 m. sudarė daugiau nei 31 proc. taip sudarydamas didžiausią dalį suvartojamos energijos.
2. Literatūros šaltiniuose energetinis efektyvumas įvardinamas kaip viena iš neatsiejamų pastato dalių. Vienos iš rimčiausių viešosios paskirties pastatų neefektyvus energijos vartojimo Lietuvoje priežasčių, nurodomos labai prastos daugumos pastatų šiluminės savybės, jiems apšildyti reikia daug energijos. Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto ir Europos Sąjungos struktūrinės paramos lėšomis 2007–2013 metais Lietuvoje atnaujinti (modernizuoti) 787 viešieji pastatai (iš jų 438 mokyklos). Šių pastatų energiniam efektyvumui didinti 2007–2013 metais skirta apie 1,037 mlrd. litų. Jų energinio efektyvumo didinimo projektų įgyvendinimą administruo Lietuvos Respublikos ūkio ministerija.
3. Visuomeninės paskirties pastatuose energetinio efektyvumo didinimui siūlomi taikyti metodai sutampa su švaresnės gamybos diegimo metodais. Vertinant visuomeninį pastatą svarbu nustatyti pastato problematiką, įvertinti gamybos nuostolius jų atsiradimo priežastis, tada taikyti poveikio aplinkai mažinimo, aplinkos apsaugos indikatorių veiksmingumo įvertinimo, kuro ir energijos balanso sudarymo metodikas, prevencinių inovacijų diegimo energetikos objektuose metodus.
4. Eksperimentui pasirinktame visuomeninės paskirties pastate (Smalininkų technologijų ir verslo mokykloje) pagal pasiūlytą metodiką buvo nustatytos pagrindinės problemos dėl neefektyvus energijos naudojimo pastate. Remiantis pastato energetinio audito medžiaga nustatyta, jog pastato energetinis naudingumas atitinka tik E klasei, 1797,95 MWh/m. šilumos energijos prarandama per pastato atitvaras. Dėl nefektyviai veikiančios biokuro katilinės patiriama 832,72MWh/m. šilumos energijos nuostolių. Remiantis įvykdomumo analize, energetinio efektyvumo didinimui pasiūlytos trys alternatyvos: biokuro katilo su kondensaciniu ekonomazeriu įrengimas, saulės kolektorių ir saulės elektrinės ant pastato stogo įrengimas.
5. Įvertinus siūlomų alternatyvų aplinkosauginį veismingumą, nustatyta:
 - *Įrengus SE elektros gamybai* - energijos sąnaudos nuo 85150 kWh/m. sumažėtų iki 38584 kWh/m., taip padidindamos energetinį efektyvumą iki 55 proc., dėl CO₂ išlakų sumažėjimo aplinkosauginis veiksmingumas padidėtų 68 proc. Elektros sąnaudų

veiksmingumas iš neatsinaujinančių energijos išteklių 1 m² patalpų ploto padidėtų 58 proc. Investicijos į elektrinės įrengimą – 13 651 EUR. Iš AEI pagaminama elektros energija – 52 MWh/m. Pajamos už perteklinę elektros energiją – 7132 EUR/m. Atsipirkimo trukmė – 10,5 m. Pasinaudojus ES struktūrinių paramos fondų lėšomis, galima padengti pusę investicinės projekto vertės.

- *Biokuro katilo su kondensaciniu ekonomizeriu įrengimas* leistų sumažinti biokuro sąnaudas nuo 1262 t/m. iki 883 t/m., taip padidindamos energetinį efektyvumą iki 30 proc. Biokuro sąnaudų efektyvumas 1 m² apšildomų patalpų padidėtų 33 proc. Sumažėjus išmetamų teršalų į aplinkos orą kiekiui energetinis efektyvumas padidėtų net iki 86 proc. Tačiau CO₂ išmetimai, dėl kondensaciniame ekonomizeryje sunaudojamos elektros energijos padidėtų 27 proc, taip sumažindami energetinį efektyvumą iki 73 proc. Investicijos į VŠK su kondensaciniu ekonomizeriu - 137 355 EUR. Atsipirkimo trukmė – 5 m. Pasinaudojus LAIF arba ES struktūrinių fondų lėšomis galima sumažinti atsipirkimo trukmę.
- *Saulės kolektrių įrengimas* – sumažintų biokuro sąnaudas šilumos energijos gamybai nuo 502 MWh iki 398 MWh, taip padidindamos energetinį efektyvumą iki 21 proc. Biokuro sąnaudų efektyvumas 1 m² apšildomų patalpų padidėtų 21 proc. CO₂ išlakų sumažėjimas padidintų energetinį efektyvumą iki 45 proc. Investicijos 5914 EUR. Iš AEI pagaminama elektros energija – 66 MWh/m. Pajamos už perteklinę elektros energiją – 20341 EUR/m. Atsipirkimo trukmė – 4 m. STVM atveju šios alternatyvos efektyvumas nebūtų pasiektas, tol kal veiktų seni biokuro kūrenami katilai, nes SŠK sistemos pajungimas numatomas į esamus centralizuotus šilumos tinklus.

Atsižvelgus į gautus rezultatus, jų pritaikymas galimas bet kuriame visuomeninės paskirties pastate, ketinančiame naudoti AEI ir siekiančiame padidinti energetinį efektyvumą.

LITERATŪRA

Mokslinė literatūra:

1. Adomavičius V. „Alternatyvi energetika darniosios raidos perspektyvoje”, Mokslinio seminaro medžiaga, Kauno technologijos universiteto atsinaujinančiosios energetikos centras, 2014.03.27. Prieiga per internet: <http://gjstudija.net/ltma/ltma-darbai/Panesimas-KTU-EI.pdf>
2. Aste N., Buzzetti M., Caputo P., Manfredi M. 2014, „Local energy efficiency programs: A monitoring methodology for heating systems“ Sustainable Cities and Society Vol. 13 p. 69–77
3. Annunziata E., Rizzi F., Frey M., 2014 „Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes“ Journal of Energy Policy Vol. 69 p. 364–373.
4. Casals X., G., 2006. “Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences”. Journal of Energy and Buildings Vol. 38 p. 381–392.
5. Čyplys A., 2012 „Biokuro katilinės energetinio efektyvumo tyrimas“ Magistrantūros studijų baigiamasis darbas, Technologijos mokslai: Technologijos mokslai: agroenergetikos inžinerija, Akademija: Aleksandro Stulginskio universitetas.
6. Dzenajavičienė E., F. Kveselis V., Tamonis M., 2006 “Gamybos decentralizavimo ir naujų technologijų vaidmuo skatinant subalansuotą konkurenciją šilumos ūkyje” ENERGETIKA. Nr. 2. P. 16–22
7. European commission, 2013 Powering European public sector innovation: Towards A New Architecture. Report of the Expert Group on Public Sector Innovation. Gutauskaitė S., Vaitiekūnas P., 2006 balandžio 27-28 “Saulės energetinio potencialo įvertinimas Vilniaus regiono sąlygomis” Respublikinėje mokslinės konferencijoje, Pastatų inžinerinės sistemos, skaitytas pranešimas. Vilnius, Vilniaus Gedimino technikos universitetas.
8. Gudzinskas J., Lukoševičius V., et al. 2011 „Šilumos vartotojo vadovas” ISBN 978-609-95258-0-8, Vilnius, p.286
9. Kazanavičius E., Mikuckas A., Mikuckienė I., Čeponis J., 2007 “Pastato termofizinių savybių modeliavimas naudojant „Simulink“ Information Sciences (Informacijos mokslai), issue: 4243, p. 121-127;
10. Kliopova I. Staniškis J.K. Application of waste energy utilization techniques in Lithuanian Industry. Environmental Research, Engineering and Management. Kaunas Technologija 2006. ISSN 1392-1649. 2006, No. 1 (35), – P. 32-42.
11. Kliopova I. Šiluminės ir elektros energijos gamyba deginant biokurą. UAB „Žemaitijos energija“ planuojamos ūkinės veiklos dokumentų atranka dėl poveikio aplinkai vertinimo. UAB „EcoIri Solution“. 2013 m. balandžio mėn
12. Kliopova, I., Lieščinskienė, R. Minimization of Heat Energy Intensity in Food Production Companies Applying Sustainable Industrial Development Methods. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba Nr. 3(57) ISSN 1392-1649. Kaunas: Technologija, 2011, p.46-56.
13. Leonavičius V., Genys D., 2014 „Daugiabučių namų renovacija: socialinis ir ekonominis aspektai“, Filosofija ir sociologija, Lietuvos mokslų akademija, 2014 Nr. 2, p. 98–108.
14. Norkaitis J., Kalibatas D., 2013 kovo 20-23 d. „Visuomeninių pastatų modernizacijos iššūkiai“ Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statyba/Civil engineering, ISBN 978-609-457-536-

- 5, 16-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija, Vilnius, Lietuva.
15. National building code, 2014. Ministry of the Environment Energy. Calculation of power and energy needs for heating of buildings. Guidelines. http://www.ym.fi/en-US/Land_use_and_building/Legislation_and_instructions/Legislation_on_the_energy_efficiency_of_buildings
 16. Martinaitis V., Kazakevičius K., Vitkauskas A., 2007 "A two-factor method for appraising building renovation and energy efficiency improvement projects" Energy Policy Vol. 35 p. 192–20.
 17. Milutienė E., 2013 „Pastato aplinkosauginio veiksmingumo didinimo galimybės naudojant atsinaujinančias medžiagas ir energiją“ Daktaro disertacija, Technologijos mokslai, aplinkos inžinerija, Kauno technologijos universitetas.
 18. Misevičiūtė V., Rudzinskas L., 2014 „Tiriamą oro įtaka saulės sienos efektyvumui“ Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mokslas – Lietuvos ateitis, ISSN 2029-2341 Nr. 6(4), p. 432-437.
 19. Miškinis V., Galinis A., Konstantinavičiūtė I., Lekavičius V., 2014 “Energijos vartojimo Lietuvoje ir ES šalyse tendencijos” Mokslinis žurnalas Energetika, Lietuvos mokslų akademija, Nr. 2. p. 96–112;
 20. Mickaitytė A., Zavadskas E., K., Kaklauskas A., 2007 “Žinių teikimas pagal poreikius visuomeninių pastatų atnaujinimo sektoriaus dalyviams” ISSN 392-8619, 2007, Vol XIII, Nr. 1, p. 47–55.
 21. Mickaitytė A., 2008. „Visuomeninių pastatų atnaujinimas pagal darnos principus“ Vilniaus Gedimino technikos universitetas, daktaro disertacija, Vilnius. Prieiga per internetą: http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2008~D_20080723_093132-57701/DS.005.0.01.ETD [žiūrėta, 2015-04-16]
 22. Pivoras T., 2005. Įmonės aplinkosaugos veikmingumo vertinimas ir gerinimas. Daktaro disertacija.
 23. Ryghaug M., Sørensen K. H. 2009 „How energy efficiency fails in the building industry“ Journal of Energy Policy Vol: 37 p. 984–991.
 24. Raslanas, S.; Alchimovienė, J. 2012. Daugiabučių namų Lietuvoje atnaujinimo darnumo įvertinimas, Engineering Structures and Technologies 4(4): 145–154.
 25. Staniškis J.K., Stasiškienė Ž., Kliopova I., Varžinskas V., 2010. Darnios inovacijos Lietuvos pramonėje: kūrimas ir diegimas. Mokslo monografija. 4 skyrius. 4.2.3 poskyris Kondensacinio ekonomaizerio įrengimas biokuro katilinėje (I. Kliopova). Kaunas: Technologija, p. 266-270.
 26. Šiupšinskas G., Adomėnaitė S., 2012 „Saulės energijos panaudojimas karštam vandeniui ruošti daugiabučiam name“ Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mokslas – Lietuvos ateitis, ISSN 2029-2341, Nr. 4(5) p. 507–512.
 27. Šiupšinskas G., Adomėnaitė S., 2013, „Beveik nulinio energijos balanso visuomeninių pastatų aprūpinimo energija sprendimai, daugiakriterinė analizė“, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mokslas – Lietuvos ateitis, ISSN 2029-2341, Nr. 5(4), p. 435-441.
 28. Štreimikienė D., Mikalauskiene A., 2012 “Energijos veiksmingumo didinimo priemonės ir jų efektyvumas” Energetika. Nr. 3. p. 117–130.

29. Vaičaitis A., 2012 „Daugiabučių namų modernizavimo galimybių panaudojant saulės energiją įvertinimas,, Magistrantūros studijų baigiamasis darbas., Vilnius: Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas.

Teisės aktai:

1. Lietuvos Respublikos statybos techninis reglamentas STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ (Žin., 2003, Nr. 58-2611).
2. Lietuvos Respublikos statybos techninis reglamentas STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ (Žin., 2004, Nr. 54-1851).
3. Lietuvos higienos norma HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ (Žin., 2009-12-31, Nr. 159-7219)
4. 2006 m. balandžio 5 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2006/32/EB dėl energijos galutinio vartojimo efektyvumo ir energetinių paslaugų (panaikinanti Tarybos direktyvą 93/76/EEB).
5. Energijos vartojimo efektyvumo direktyva (2012/27/ES kuria iš dalies keičiamos direktyvos 2009/125/EB ir 2010/30/ES bei kuria panaikinamos direktyvos 2004/8/EB ir 2006/32/EB)
6. Direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo, kuri priimta 2010 m. gegužės 19 d. (ši direktyva įsigaliojo vietoj panaikintos 2002/91/EB direktyvos)
7. Direktyva 2010/30/ES dėl su energija susijusių gaminių suvartojamos energijos ir kitų išteklių nurodymo ženklinant gaminį ir apie jį pateikiant standartinę informaciją;
8. Direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, priimta 2009 m. balandžio 23 d. (iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB);
9. LR Seimo Lietuvos Respublikos Seimo 2012 m. birželio 26 d. nutarimu , patvirtinta Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija Nr. XI-2133 Valstybės žinios, 2012.
10. LR energetikos ministro įsakymas dėl LR energetikos ministro 2014 m. gegužės 30 d. nr. 1-149 „Dėl energijos vartojimo efektyvumo veiksmų plano patvirtinimo“ pakeitimo 4 priedo Ilgalaikio pastatų nacionalinio fondo atnaujinimo plano patvirtinimo. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija 2015 m. kovo 10 d. Nr. 1-67 <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/52a33590c8ae11e4bac9d73c75fc910a>
11. 2014-2020 Nacionalinės pažangos programa, priimta 2012 m. lapkričio 28 Nr. 1482 http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=439028&p_query=&p_tr2=2
12. M.Nagevicius - Energijos erdve (<http://ateitiesenergija.lt/uploads/userfiles/M.Nagevicius%20-Energijos%20erdve.pdf>)
13. Lietuva: 2014 m. Nacionalinė reformų darbotvarkė Vilnius, 2014 Prieiga per internet: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2014/nrp2014_lithuania_lt.pdf
14. Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2014 m. gegužės 30 d. įsakymu Nr. 1-149 patvirtintas 2014 m. Energijos vartojimo efektyvumo veiksmų planas. Prieiga per internetą: http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_neeap_lt_lithuania.pdf. [žiūrėta 2015-05-01].

Internetinės nuorodos:

1. Smalininkų technologijų ir verslo mokykla Google earth. Prieiga per internetą: http://www.panoramio.com/photo_explorer#user=3370289&with_photo_id=54921957&order=date_desc [žiūrėta 2015-03-20]
2. Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.stvm.lt/> [žiūrėta 2015-04-20]
3. Google earth. Prieiga per internetą: http://www.panoramio.com/photo_explorer#user=3370289&with_photo_id=54921957&order=date_desc [žiūrėta 2015-05-21]
4. Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba VŠĮ. Prieiga per internetą: <http://www.agroakademija.lt/inzinerija/energetika/?SID=78> [žiūrėta 2015-04-20]
5. Biokuras Prieiga per internetą : [http://www.lsta.lt/files/Leidiniai/SILUMINE_TECHNIKA/Silumine%20technika%20\(43\).pdf](http://www.lsta.lt/files/Leidiniai/SILUMINE_TECHNIKA/Silumine%20technika%20(43).pdf) [žiūrėta 2015-03-01]
6. Flokulianto kainos. Prieiga per internetą: <http://www.enerstena.lt/lt/ekonomaizeriai-irkodensato-valymo-sistema-econerg> [žiūrėta 2015-03-01]
7. Aplinkosauga ir inovacijos, VŠK su kondensaciniais ekonomaizeriais. Prieiga per internetą. (<http://www.geco.lt/aplinkosauga/inovacijos/>) [žiūrėta 2015-03-01]
8. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. Prieiga per internetą: <http://www.enmin.lt> [žiūrėta 2015-03-01].
9. Strategija Europa 2020 internetinė svetainė: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_lt.htm [žiūrėta 2015-03-01].
10. Europos šalių ir regionų saulės spinduliavimo ir fotoelektros potencialų žemėlapiai. Prieiga per internetą: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eur.htm> [žiūrėta 2015-03-01].
11. Saulės kolektorius. Prieiga per internetą: <http://www.saulės-kolektoriai.lt/saules-kolektoriai-sk500> [žiūrėta 2015-05-01].
12. Saulės kolektoriai. Prieiga per internetą: <http://www.helijas.lt> [žiūrėta 2015-05-01].
13. Saulės šviesos intensyvumas. Prieiga per internetą: http://msi.lms.lt/publish/straipsn/pop_saule1.html [žiūrėta 2015-05-01]
14. Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas Prieiga per internetą: <http://www.laaif.lt/> [žiūrėta 2015-05-01]
15. Europos parlamento internetinė svetainė. Prieiga per internetą: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/lt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html, [žiūrėta 2015-04-20]
16. Lietuvos BVP ir energijos balansas, tūkst. Tonų naftos ekvivalentu. Prieiga per internetą: <http://db1.stat.gov.lt/statbank/default.asp?w=2021> [žiūrėta 2014-12-09].
17. Nacionalinė energetikos strategija. Prieiga per internetą: <http://www.lrv.lt/bylos/LESSSED%20projektas/Dokumentai/1.%20Nacionalines%20energetikos%20strategijos%202014%20projektas.pdf> [žiūrėta 2015-04-09]
18. VĮ Registrų centro tinklalapis. Prieiga per internetą: http://www.registrucentras.lt/bylos/ntr/stat/Statiniai_14.pdf [žiūrėta 2014-12-09].
19. Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas. Prieiga per internetą: <http://www.laaif.lt/index.php?3823564378> [žiūrėta 2015-04-30].

20. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos, elektros energijos rinkos stebėsenos ataskaita už 2014 metų II ketvirtį. Prieiga per internetą: <http://www.regula.lt/SiteAssets/naujienu-medziaga/2014-lapkritis/elektros-stebesenos-ataskaita-2014-II-ketv.pdf> [žiūrėta 2015-03-09].
21. Lesto, elektros supirkimo tarifai. Prieiga per internetą <http://www.leslo.lt/lt/verslui/energijos-gamintojams/energijos-supirkimas/perteklines-energijos-supirkimas.html>[žiūrėta 2015-03-09].

Kita literatūra:

1. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. Efektyvaus energijos vartojimo pastatuose vadovas, Kaunas, 2008 p. 91
2. Petrauskas G., Adomavičius V. 2012 „Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti“ Kaunas, Technologija, p. 17-69.
3. Adomavičius V., 2013 „Mažosios atsinaujinančiųjų išteklių energijos sistemos“ KTU Elektros sistemų katedra, atsinaujinančios energetikos centras, mokomoji knyga, Kaunas, Technologija, p. 288.
4. Adomavičius V., Balčiūnas P., Ždankus N., 2000 „Atsinaujinančių šaltinių panaudojimas sodyboms aprūpinti elektros energija“ Kaunas, Technologija, p. 30 – 70.
5. Banionis K., 2013 *Energijos vartojimo audito ataskaita, objektas - Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos pastatas (4C4p), Užsakovas: Smalininkų technologijų ir verslo mokykla. Vykdytojas: UAB „Simper“* Kaunas, p. 61.
6. Konstantinavičiūtė I., Miškini V., Navickas A., 2010 „Energijos poreikių kaita ir jų prognozavimo metodai“: mokomoji knyga, Kaunas, Technologija p. 27-67.
7. Moškin v., Striška V., 2006 „Energijos apskaitos ir taupymo įrenginiai“: mokomoji knyga, Vilnius, Technika, p. 191.
8. Kytra S., 2006 „Atsinaujinantys energijos šaltiniai“, Kaunas, Technologija, p. 299.
9. McMordie R. K., 2012, „Solar energy fundamentals“CRC Press, UK, p. 200.

PRIEDAI