

OBJEKTO PAVADINIMAS:	DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO, ESANČIO RAUDONDVARIO PL. 188, KAUNE, ATNAUJINIMAS (MODERNIZAVIMAS)
---------------------------------	--



OBJEKTO ADRESAS	RAUDONDVARIO PL. 188, KAUNAS, LT- 47149
STADIJA:	ENERGIJOS VARTOJIMO AUDITAS

UŽSAKOVAS:	VŠĮ BŪSTO ENERGIJOS TAUPYMO AGENTŪRA Švitrigailos g. 11B, LT-03228, Vilnius Įmonės kodas: 303004035 Telefonas: (8 5) 270 5455 El. paštas: info@betalt.lt
-------------------	---

VYKDYTOJAS: 	UAB PROJEKTŲ RENGIMO CENTRAS Įmonės kodas 3006 12420 Žemaitės g. 21, LT-03118 Vilnius Tel. Nr. (8 5) 231 4672 Faks. Nr. (8 5) 276 0037 el. pašto adresas: info@prc.lt
---	--

	Direktorius	Mindaugas Čepulis
Atestato Nr. 0079	Auditorius	Giedrius Šiupšinskas

VILNIUS, 2019

TURINYS

1.	APIBENDRINIMAS	2
2.	BENDROS ŽINIOS	4
2.1	Energijos taupymo priemonės	7
3.	ENERGIJOS SĄNAUDŲ BALANSAI.....	9
3.1	Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai	11
3.2	Norminės šilumos sąnaudos ir šilumos balansas.....	13
3.3	Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai	18
4.	IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	20
5.	LITERATŪRA.....	22

1. APIBENDRINIMAS

Energinio audito tikslas – po daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo (laikotarpyje iki 5 metų) įvertinti įgyvendintų priemonių faktinį energinį ir techninį efektyvumą ir pateikti rekomendacijas dėl priemonių naudingumo atnaujinant (modernizuojant) daugiabučius namus. Šiame audite detaliau įvertinama modernizuoto pastato būklė, apžvelgiamos įgyvendintos energijos taupymo priemonės, bei jų pasiekti energiniai rezultatai.

Atliekant šį darbą remtasi „Atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų energinio audito ir įgyvendintų priemonių ekspertizės paslaugų“ konkurso techninės specifikacijos reikalavimais. Pagal šiuos nurodymus numatyta išanalizuoti 15 modernizuotų daugiabučių, kuriuos atrinko VŠĮ Būsto energijos taupymo agentūra, pasiekti rezultatai. Didele apimti darbas atliekamas vadovaujantis „Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika,“ patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2008 m. balandžio 29 d. įsakymu Nr. 4-194 (Žin., 2008, Nr. 55-2097). 7.

Energinio audito metu turi būti atliekami šie darbų etapai:

- Objektą apibendrinančių įvesties duomenų surinkimas. Šiame darbe tai apima padėties po modernizavimo aptarimą, pateikimą atskiroje lentelėje.
- Namų energinių parametrų matavimai. Atliekami sienos, lango stiklo paketo ir stogo šilumos perdavimo koeficiento, patalpų vidaus temperatūros, santykinės drėgmės, CO₂ koncentracijos matavimai, daromos išorinių fasadų ir karšto vandentiekio magistralių vamzdinių termovizinės nuotraukos, atliekama jų analizė. Šio etapo detalūs rezultatai pateikiami atskiru priedu/ataskaita. Joje atskirai pateikiamos ir matavimo rezultatų išvados.
- Energijos (elektros ir šilumos) sąnaudų ir išlaidų techninė analizė, energijos sąnaudų balansų sudarymas. Šis etapas atliekamas pilnai tik tuo atveju, kai pateikiami visi duomenys apimantys faktinę padėtį prieš ir po modernizavimo, nes kitu atveju, be pakankamų duomenų tai padaryti neįmanoma.
- Šilumos energijos faktinių sąnaudų patalpų šildymui perskaičiavimas norminiam šildymo sezonui. Šioje dalyje vadovaujama faktinių energijos sąnaudų perskaičiavimu prie norminių sąlygų ir

balansavimu su pastato šilumos poreikiu pagal atitvarų, oro infiltracijos ir šilumos pritekių panaudojimo charakteristikas.

- Pastato šilumos energijos sąnaudų balanso sudarymas.
- Įgyvendintų energijos taupymo priemonių energinio efektyvumo ir jų atitikties projektiniams rodikliams įvertinimas bei rekomendacijos.

2. BENDROS ŽINIOS

Skyriuje pateikiama susisteminta informacija apie daugiabučio namo, esančio Kaune, Raudondvario pl. 188, būklę po modernizavimo. Duomenys apie pastatą surinkti pagal atliktų investicijų projekto, energinio sertifikato/sertifikatų, techninio darbo projekto, matavimų, atskirų energiją (elektrą, šilumą) tiekiančių įmonių pateiktus duomenis. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad surinktos ir sukauptos informacijos apie pastatą ir jo modernizavimą yra daug, tačiau ji nėra tinkamai apibendrinta, nėra žinomos faktinės atliktų modernizavimo darbų apimtys ir neaiškios galutinės priemonių investicijos (arba šie duomenys nepateikti). Siekiant užsibrėžtų šio darbo tikslų, bet esant kai kurių duomenų trūkumui, daromos prielaidos, kurios ne visuomet gali atitikti realią padėtį.

2.1 lentelė. Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito įvesties duomenys (padėtis po pastato modernizavimo)

1.	Duomenys apie viešojo naudojimo paskirties pastatą (toliau – pastatas)	
1.1.	Pastato paskirtis	Gyvenamoji (daugiabutis)
1.2.	Adresas	Raudondvario pl. 188, Kaunas
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	UAB „Kauno butų ūkis“, generalinis direktorius Marijus Zaborskas, tel. 837350364, info@kbu.lt
1.4.	Pastato aukštų skaičius	4
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	2
1.6.	Butų skaičius	32
1.7.	Pastato pastatymo metai	1959
1.8.	Pastate kitam juridiniam ar fiziniam asmeniui priklausančios patalpos	Nėra
1.9.	Pastato geometriniai matmenys (ilgis × plotis × aukštis virš žemės), m	Bendri pastato matmenys 38,36×11,46×14,8
1.10.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų, m	2,77
1.11.	Vidutinis rūšio ir cokolio aukštis, m	2,0
2.	Pastato patalpų (toliau – patalpos) plotas, m ²	
2.1.	Patalpų bendrasis plotas (iš viso)	1490,44
2.2.	Patalpų gyvenamasis plotas	754,07
2.3.	Patalpų negyvenamasis (verslo) plotas	-
2.4.	Patalpų naudingasis plotas (šildomas)	1249,19
2.8.	Rūšio plotas	308,15
2.9.	Garažų (atskirai šildomų ir nešildomų) plotas	-
2.10.	Pastogės plotas	-
3.	Pastato patalpų tūriai, m ³	
3.1.	Pastato tūris, skliaustuose priimtas šildomas tūris	4805 (3460)
3.2.	Rūšio tūris	616
4.	Pastato atitvaros	
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos	Plytų mūras
4.2.	Pertvaros	Plytų mūras
4.3.	Išorinės sienos	Plytų mūras apšiltintas priešvėjinė akmens vata 30mm storio ir akmens vata 150mm storio.

4.4.	Rūsio perdenginys	g/b plokštė			
4.5.	Aukšto perdenginys	g/b plokštė			
4.6.	Stogas	Sutapdintas, apšiltintas 200 mm storio akmens vata.			
4.7.	Langai	Plastikiniai su selektyvinio stiklo paketu.			
5.	Pastato fasadų plotai, m ² (nustatyta pagal pateiktus pastato planus ir atlikus matavimus apžiūros metu)				
5.1.	Fasadas (toliau – F)	F1	F2	F3	F4
5.2.	F orientacija (pvz., Šiaurė / Rytai / Pietryčiai ...)	-	-	-	-
5.3.	Sienos (be langų ir durų)	1027,87			
5.4.	Langai (įskaitant laiptinių langus)	232,92			
5.5.	Laiptinių langai	25,0			
5.6.	Lauko durys	14,59			
5.7.	F atitvarų plotų suma	1275,38			
6.	Pastato stogo plotas, m ²				
6.1.	Stoglangių plotas				Nėra
6.2.	Bendras stogo plotas				440,00
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m ²				
7.1.	Pagrindiniai butų langai (įskaitant ir balkonų duris)				207,92
7.2.	Laiptinių langai				25,00
7.3.	Lauko durys				14,59
7.4.	Kita				-
8.	Pastato vėdinimo sistema				
8.1.	Tipas (pvz.: natūrali kanalinė, mechaninė ir t. t.):	Natūrali kanalinė			
8.2.	Vėdinimo būklės apibūdinimas (pvz.: nėra traukos, rasoja sienos ir stiklų paviršiai, pastebėti pelėsiai ir t. t.)	Visuose butuose sumontuoti nauji sandarūs langai, įstiklinti balkonai, oro ištraukimas iš WC, vonios ir dušo patalpų ištraukiamas per vėdinimo šachtas. Pastatas vėdinamas natūraliai pagal poreikį, mechaninės sistemos nėra. Languose įrengtos automatinės orlaidės su drėgmės jutikliais.			
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.	Natūrali vėdinimo sistema veikia nuolat. Atlikti CO2 koncentracijos matavimai rodo mažą oro kaitą patalpose, kuri dažnai neatitinka minimalių reikalavimų (>1000 PPM).			
9.	Pastato karšto vandens tiekimo sistema				
9.1.	Karšto vandens (toliau – KV) ruošimo apibūdinimas	Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.			
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)	Plokštelinis šilumokaitis šilumos mazge.			
9.3.	KV vamzdinių izoliacijos būklė (atskirai magistralės ir stovai)	Karšto vandentiekio magistralės ir stovai izoliuoti šilumos izoliacija.			
9.4.	KV cirkuliacijos apibūdinimas (pvz.: atsukus KV čiaupą ilgai bėga šaltas vanduo – cirkuliacija bloga arba jos nėra)	Daroma prielaida, kad užtikrinama reikiama karšto vandens temperatūra.			
9.5.	KV temperatūra	Daroma prielaida, kad gali būti 55 °C			
10.	Pastato šildymo sistema (toliau – ŠS)				
10.1.	Šilumos energijos šaltinis	Šilumos punktas			
10.2.	Šilumos paskirstymas ŠS stovuose (viršutinis ar apatinis)	Dvivamzdė apatinio paskirstymo šildymo sistema su balansiniais ventiliais ant stovų ir termostatiniais ventiliais ant šildymo prietaisų.			

10.3.	Magistralinių vamzdynų izoliacija (izoliuoti vamzdynai ar ne; kiek procentų vamzdynų izoliuota)	Magistraliniai vamzdynai izoliuoti, modernizavimo metu.
10.4.	ŠS prijungimas šilumos punkte (priklausomas / nepriklausomas)	Nepriklausomas
10.5.	Šilumos punkto tipas (elevatorinis / su šilumokaičiu / kitoks – nurodyti, koks)	Su šilumokaičiu pagal išorės temperatūros kitimą veikiančiu debito regulatoriumi ir cirkuliaciniu siurbliu.
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Plokšti plieniniai radiatoriai. Ant šildymo prietaisų sumontuoti termostatiniai ventiliai.
11.	ŠS reguliavimas ir šiluminis komfortas	
11.1.	ŠS reguliavimas (automatinis ar rankinis; pagrindinio veiklos ciklo trukmė)	Šildymo sistemos reguliavimas automatinis pagal lauko išorės temperatūros kitimą, ant stovų balansiniai ventiliai, ant šildymo prietaisų termostatiniai ventiliai.
11.2.	Vidutinė šildymo sezono patalpų oro temperatūra (apytikriai)	Matavimo metu vidutinė 3 butų temperatūra 20,8 °C
11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	3 butų matavimo rezultatai rodo tolygų patalpų vidaus temperatūrų pasiskirstymą.
11.4.	Ar kas nors keitė radiatorius atskirose patalpose ir ar tai turėjo įtakos kitoms patalpoms?	Butuose įrengti plokšti plieniniai šildymo prietaisai pagal projektą.
12.	Pastato šilumos energijos ir KV apskaita	
12.1.	Ar yra pastato atsiskaitomieji šilumos apskaitos prietaisai?	Šilumos punkte įrengtas šilumos skaitiklis
12.2.	Ar yra bendri atsiskaitomieji pastato karšto vandens apskaitos prietaisai?	Ne
12.3.	Ar šilumos energija KV ruošti registruojama (atskiru atsiskaitomuoju KV apskaitos prietaisu / ar kartu su šildymu / neregistruojama)?	Šilumos skaitiklis fiksuoja šilumos sąnaudas šildymui ir karštam vandeniui.
13.	Pastato elektros energijos apskaita	
13.1.	Elektros apskaitos prietaisai, jų techninės charakteristikos	n.d.
13.2.	Objekto saugumo tiekimo kategorija	n.d.
13.3.	Taikomi elektros energijos tarifai	n.d.
13.4.	Pagrindiniai elektros energijos vartojimo įrenginiai	Patalpų apšvietimas, buitiniai prietaisai, virtuvės maisto ruošimo įranga, skalbimo ir lyginimo įranga.
15.	Duomenys apie pastato atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų modernizavimą	
15.1.	Apšiltinta išorinių sienų, m ²	2016 m. apšiltintos visos atitvaros.
15.2.	Pakeista langų, lauko durų, m ²	Pakeisti visi seno tipo mediniai langai ir balkonų durys; lauko durys.
15.3.	Apšiltintas stogas, m ²	Apšiltintas visas stogas.
15.4.	Modernizuotas šilumos punktas	Šilumos punktas pakeistas iš priklausomos schemos į nepriklausomą.
15.5.	Modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos	2016 m. šildymo sistema pertvarkyta į dvivamzdę, izoliuoti magistraliniai šildymo sistemos vamzdynai, ant stovų įrengti balansiniai ventiliai, o prie radiatorių – termostatiniai ventiliai, karšto vandens sistema atnaujinta, vamzdynai pakeisti ir apšiltinti.
15.6.	Modernizuota vėdinimo sistema	Palikta natūralaus pritekėjimo vėdinimo sistema, kanalai išvalyti, įrengtos naujos grotelės.
15.7.	Kita	-

Rūsysis nešildomas, jame įrengti gyventojų sandėliai, šilumos punktas, vandens apskaitos mazgas, elektros skydinė. Pastato modernizavimas baigtas 2016 metais.

2.1 Energijos taupymo priemonės

UAB “Kauno butų ūkis” užsakymu paruoštas daugiabučio gyvenamojo namo Raudondvario pl. 188, Kaune atnaujinimo (modernizavimo) techninis-darbo projektas. Projekte numatytos šios energijos taupymo priemonės:

- Šilumos punkto modernizavimas – šilumos punktas keičiamas iš priklausomos schemos į automatizuotą nepriklausomą.
- Šildymo sistemos pertvarkymas į dvivamzdę apatinio paskirstymo, magistralinių vamzdynų šiltinimas, sistemos balansavimas, naujų šildymo prietaisų ir termostatinų ventilių įrengimas;
- Karšto vandens sistemos vamzdynų keitimas, izoliavimas, balansavimas;
- Stogo perdangos apšiltinimas ir naujos dangos įrengimas;
- Pastato fasadų apšiltinimas mineraline vata, įrengiant ventiliuojamą fasadą, pamatų ir cokolio apšiltinimas, hidroizoliavimas ir apdaila, nuogrindos įrengimas;
- Nesandarių senų langų, lauko ir balkono durų pakeitimas, angokraščių apšiltinimas, balkonų įstiklinimas (nebuvo įgyvendinta);
- Vėdinimo kanalų valymas, naujų išmetimo stogelių, ištraukimo grotelių įrengimas, languose įrengtos automatinės orlaidės su drėgmės jutikliais

Techniniame projekte numatytų darbų techninių rodiklių apibendrinimas pateikiamas žemiau esančioje lentelėje.

2.1 lentelė. Įgyvendintų priemonių šilumos perdavimo koeficientų prieš ir po modernizavimo palyginimas

Energijos taupymo priemonės	Šilumos perdavimo koeficientas prieš modernizavimą U_N (W/m ² K)	Šilumos perdavimo koeficientas po modernizavimo U_f (W/m ² K)	Plotas m ²	Pastabos
Sienų šiltinimas	*1,27	**0,28	1028	
Senų langų ir balkonų durų keitimas	2,5	**0,99	59	Atliekant nuostolių skaičiavimus buvo naudojama 1,3 W/m ² K bendra langų ir balkonų durų šilumos perdavimo koeficiento vertė, nes buvo matuojama tik įstiklinta lango dalis.
Stogo šiltinimas	0,85	**0,27	415	Šilumos perdavimo koeficientas po modernizavimo apibūdina visos stogo konstrukcijos bendrą šilumos perdavimo koeficientą. Šiuo atveju nešildoma palėpė priskiriama stogo konstrukcijai.
Lauko durų keitimas	1,8	1,6	14,6	Šilumos perdavimo koeficientai iš investicijų plano ir techninio projekto.
Šildymo ir karšto vandens sistemų atnaujinimas	-	-	-	Šildymo sistemos pertvarkymas į nepriklausomą, dvivamzdę apatinio paskirstymo, magistralinių vamzdynų šiltinimas, sistemos balansavimas, naujų šildymo prietaisų įrengimas, termostatinė ventilių įrengimas, karšto vandens vamzdynų keitimas, šiltinimas, balansavimas, šilumos punkto modernizavimas.
Oro ištraukimo sistemos atnaujinimas	0,23 h ⁻¹	0,33 h ⁻¹	-	Daroma prielaida, kad po vėdinimo kanalų išvalymo ir naujų orlaidžių languose įrengimo nežymiai padidėjo oro kaita.

* Pastato atitvarų šiluminės charakteristikos apibūdinančios padėtį prieš modernizavimą paimtos iš techninio projekto ir investicijų projekto.

** Šilumos perdavimo koeficientai atitinka matavimo metu nustatytus dydžius, kitų priemonių šiluminės charakteristikos paimtos pagal techninio projekto ir investicijų plano duomenis.

3. ENERGIJOS ŠAŅAUDŲ BALANSAI

Siekiant įvertinti atliktų modernizavimo priemonių naudą ir efektyvumą, reikalingas šilumos poreikių prie norminių sąlygų prieš modernizavimą ir po modernizavimo palyginimas. Šie dydžiai nustatomi remiantis faktinėmis energijos sąnaudomis prieš ir po modernizavimo. Duomenys apie faktines sąnaudas buvo pateikti centralizuoto šilumos ir kitų energijos tiekimo įmonių. Tai sudarė:

- suminės mėnesinės šilumos sąnaudos patalpų šildymui ir karšto vandens ruošimui 2013 ir 2014 metais bei išskaidytos po modernizavimo 2017 ir 2018 metais. Po modernizavimo įrengti atskiri šilumos skaitikliai šildymui ir karšto vandentiekio sistemai.
- elektros energijos sąnaudos prieš 2013 ir 2014 metais, bei po modernizavimo 2017 ir 2018 metais;
- vidutinė priimta ir apskaičiuota pagal energijos balansą šildymo sezonų patalpų temperatūra per analizuotą 2013 ir 2014 metų laikotarpį +18 °C;
- po modernizavimo, pagal matavimo duomenis išmatuota faktinė temperatūra +20,8 °C;
- priimta norminė temperatūra pastate yra +18 °C.

3. 1 lentelė. Faktinių energijos sąnaudų suvestinė prieš modernizavimą 2013 ir 2014 m.

2013						
	Elektros energija		Šilumos energija			
Mėnuo	kWh	Kaina, € (su PVM)	Iš viso, MWh	Iš to sk. karštas vanduo, MWh	Iš to sk. patalpų šildymas, MWh	Iš viso kaina, € (su PVM)
Sausis	2734		40,830			
Vasaris	1928		28,470			
Kovas	1546		33,180			
Balandis	1613		15,910			
Gegužė	1760		2,470			
Birželis	1345		2,490			
Liepa	1517		2,450			
Rugpjūtis	1776		2,380			
Rugsėjis	1865		2,660			
Spalis	2397		12,010			
Lapkritis	2063		22,200			
Gruodis	1794		28,800			
IŠ VISO:	22337		193,850			

2014						
	Elektros energija		Šilumos energija			
Mėnuo	kWh	Kaina, € (su PVM)	Iš viso, MWh	Iš to sk. karštas vanduo, MWh	Iš to sk. patalpų šildymas, MWh	Iš viso kaina, € (su PVM)
Sausis	3247		40,600			
Vasaris	2077		32,170			
Kovas	2190		28,550			
Balandis	1713		11,690			
Gegužė	1461		3,380			
Birželis	1818		2,810			
Liepa	10023		2,720			
Rugpjūtis	1785		2,410			
Rugsėjis	1457		2,700			
Spalis	3477		11,140			
Lapkritis	2535		32,110			
Gruodis	1855		35,360			
IŠ VISO:	33637		205,640			

Pastaba: Duomenų apie faktinį mėnesinį karšto vandens suvartojimą (m³) – nepateikta.

Duomenys apie šilumos ir elektros faktines sąnaudas po modernizavimo pateikiami toliau esančioje lentelėje.

3.2 lentelė. Faktinių energijos sąnaudų suvestinė po modernizavimo 2017-2018 m.

2017						
	Elektros energija		Šilumos energija			
Mėnuo	kWh	Kaina, € (su PVM)	Iš viso, MWh	Iš to sk. karštas vanduo, MWh	Iš to sk. patalpų šildymas, MWh	Iš viso kaina, € (su PVM)
Sausis	2414		23,860	4,030	19,830	
Vasaris	3202		19,750	3,990	15,760	
Kovas	2179		16,200	4,300	11,900	
Balandis	1751		13,980	4,170	9,810	
Gegužė	2354		4,560	3,860	0,700	
Birželis	1731		3,370	3,370		
Liepa	2451		3,090	3,090		
Rugpjūtis	1896		3,150	3,150		
Rugsėjis	2716		3,330	3,330		
Spalis	2234		10,590	3,660	6,930	
Lapkritis	2232		14,670	3,500	11,170	
Gruodis	2372		18,390	3,810	14,580	
IŠ VISO:	27533		134,940	44,260	90,680	

2018						
	Elektros energija		Šilumos energija			
Mėnuo	kWh	Kaina, € (su PVM)	Iš viso, MWh	Iš to sk. karštas vanduo, MWh	Iš to sk. patalpų šildymas, MWh	Iš viso kaina, € (su PVM)
Sausis	1812		21,750	4,040	17,710	
Vasaris	1868		22,230	3,870	18,360	
Kovas	2494		20,550	4,630	15,920	
Balandis	2026		6,470	4,090	2,380	
Gegužė	2879		3,900	3,900		
Birželis	1789		3,300	3,300		
Liepa	2398		2,400	2,400		
Rugpjūtis	2124		2,760	2,760		
Rugsėjis	1653		3,210	3,210		
Spalis	2497		7,570	3,760	3,810	
Lapkritis	1758		16,070	3,680	12,390	
Gruodis	742		20,540	4,030	16,510	
IŠ VISO:	24039		130,750	43,670	87,080	

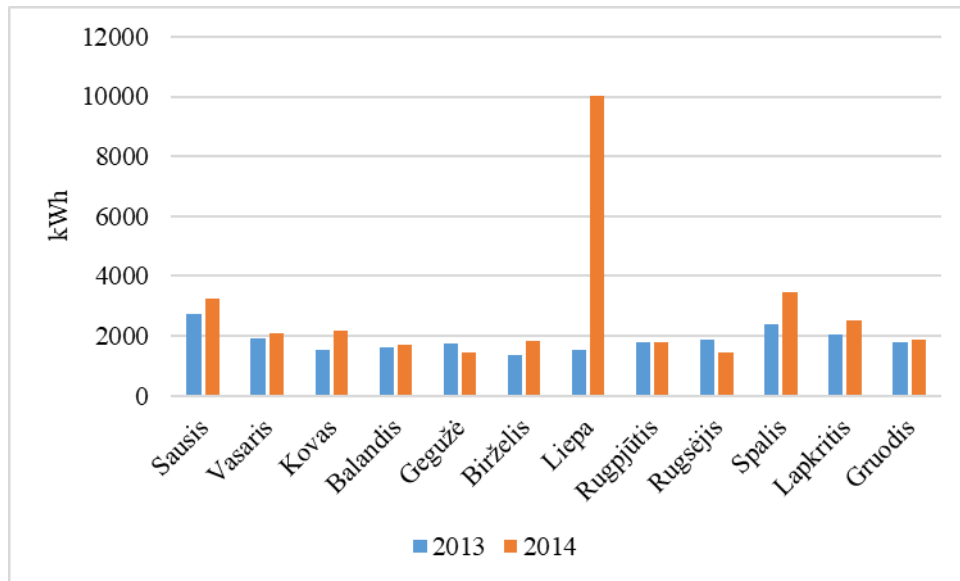
Kaip matyti iš aukščiau pateiktų lentelių šilumos ir elektros faktinės sąnaudos prieš ir po modernizavimo apima daugiau nei vienerius kalendorinius metus.

3.1 Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai

Šiame skyriuje aptariamos faktinės elektros sąnaudos po modernizavimo. Duomenis pateikė AB „ESO“.

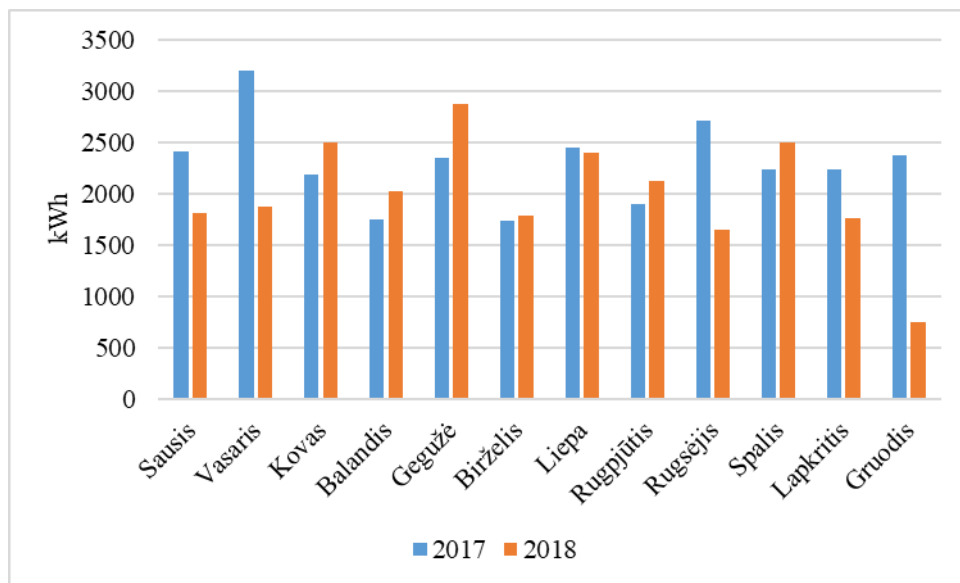
3.1 paveiksle pavaizduotas faktinis kas mėnesinis elektros suvartojimas prieš renovaciją per 2013-2014 metų laikotarpį, o 3.2 pav. – po renovacijos (2017-2018 m.).

3.3 lentelėje pateikiami metiniai duomenys apie bendras elektros energijos sąnaudas, taip pat elektros sąnaudas tenkančias 1 m² šildomo ploto.



3.1 pav. Elektros sąnaudos 2013 ir 2014 metais

3.1 paveiksle pateiktos kas mėnesinės elektros sąnaudos ypač 2014 m. priklausomai nuo sezono svyruoja. Šaltesniuojų laikotarpiu sąnaudos šiek tiek didesnės nei šiltuoju metu. Elektros suvartojimo staigus padidėjimas liepos mėnesį priežastys nėra žinomos, tačiau galima spėti, kad AB „ESO“ atstovai pildydami lentelę suklydo, nurodę netikslią sąnaudų reikšmę.



3.2 pav. Elektros sąnaudos 2017 ir 2018 metais

Elektros vartojimas po renovacijos (3.2 pav.) 2017 ir 2018 m. atskirais mėnesiais taip pat nepasižymi pastovumu. Nuo vidurkio jos svyruoja nuo -63% iki +44%.

Palyginus kasmetines elektros sąnaudas prieš modernizavimą ir po jo galima pastebėti, kad po modernizavimo elektros sąnaudų tiesioginės sezoninės priklausomybės nėra. Tai galima paaiškinti tuo, kad prie modernizavimą dalis gyventojų elektrą naudojo papildomam šildymui.

Metinės elektros energijos sąnaudos ir lyginamieji duomenys pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Metinės elektros sąnaudos ir lyginamieji duomenys

Metai	Metinės elektros energijos sąnaudos, kWh	Metinės elektros energijos sąnaudos tenkančios 1 m ² šildomo ploto, kWh/m ²	Vidutinės elektros energijos sąnaudos tenkančios 1 m ² šildomo ploto per mėnesį, kWh/m ²	Vidutinės elektros energijos sąnaudos tenkančios 1 butui per mėnesį, kWh/butui
2013	22338	17,88	1,49	58,17
2014	33638	26,93	2,24	87,60
2017	27532	22,04	1,84	71,70
2018	24040	19,24	1,60	62,60

Duomenų apie atskirų elektrą vartojančių sistemų faktines sąnaudas nėra, nes elektros apskaitos įranga fiksuoja sumines elektros sąnaudas, tačiau, įvertinus vidutinį elektros suvartojimą vienam butui per mėnesį, daroma išvada, kad elektra suvartojama patalpų apšvietimui ir buitiniams prietaisams. Maisto ruošimui naudojamos dujinės viryklės.

3.2 Norminės šilumos sąnaudos ir šilumos balansas

Šilumos poreikiai prie norminių sąlygų nustatomi pagal reglamentuojančių dokumentų nurodymų [1, 2, 3, 4] norminius dydžius.

Pastato šilumos poreikius esant norminėms sąlygoms galima nustatyti atlikus kelių metų faktinių sąnaudų analizę arba turint detalią informaciją apie pastato technines charakteristikas. Tiksliausiai šis norminis poreikis nustatomas turint duomenis apie faktines šilumos sąnaudas ir pastato techninius duomenis kartu. Tik tuomet galima tikėtis, kad numatoma prognozė bus tiksli. Tokia analizė pagal esamas pastatų technines charakteristikas taip pat leidžia nustatyti pastato galią šildymui ir vėdinimui, o tai labai svarbu parenkant įrangą.

Norminės šilumos sąnaudos šildymui buvo perskaičiuotos iš faktinių šilumos sąnaudų šildymui, naudojant norminius parametrus pateiktus 3 skyriaus pradžioje ir **įvertinus atliktas ir planuojamas modernizacijos priemones.**

3.4 lentelėje pateiktos detalizuotos šilumos sąnaudos šildymui vėdinimui (perskaičiuotos norminiams metams).

3.4 lentelė. Pastato šilumos sąnaudos perskaičiuotos norminiams metams prieš modernizavimą

Mėnuo	Šildymo dienos, d/mėn.	Lauko oro temperatūra, °C	Dienolaipsnių skaičius (DL)	Šilumos poreikis karšto vandens ruošimui (MWh)	Šilumos poreikis karšto vandens cirkuliacijai (MWh)	Šilumos poreikis šildymui, MWh	Bendras šilumos poreikis MWh
1	2	3	4	5	6	7	8
Sausis	31	-5,0	713			39,41	39,41
Vasaris	28	-4,1	624			34,29	34,29
Kovas	31	-0,3	567			30,10	30,10
Balandis	30	6,0	360			17,05	17,05
Gegužė	3	9,9	24			0,96	0,96
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			1,47	1,47
Spalis	31	7,3	332			15,04	15,04
Lapkritis	30	2,2	474			24,33	24,33
Gruodis	31	-2,1	623			33,66	33,66
Viso	220	0,95	3756			196,30	196,30

Skaiciavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 220 paros
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra 0,95 (pagal Kauno miesto duomenis) °C
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C
- Didesnėje pastato dalyje įrengti nauji langai, jie yra sandarūs, o vėdinimas yra natūralus, todėl priimta bendra viso pastato oro kaita - 0,23 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną, yra lygus 196 MWh (157 kWh/m²). Karšto vandens kiekiai nebuvo pateikti, todėl šilumos paskirstymo karšto vandens ruošimui ir cirkuliacijai atlikti neįmanoma.

Pagal pateiktas faktines šilumos sąnaudas po modernizavimo, ir įvertinus aptartas energijos taupymo priemones, nustatyti šilumos poreikiai esant norminėms sąlygoms po modernizavimo.

3.5 lentelė. Pastato šilumos sąnaudos perskaičiuotos norminiams metams po modernizavimo

Mėnuo	Šildymo dienos, d/mėn.	Lauko oro temperatūra, °C	Dienolaipsnių skaičius (DL)	Šilumos poreikis karšto vandens ruošimui (MWh)	Šilumos poreikis karšto vandens cirkuliacijai (MWh)	Šilumos poreikis šildymui, MWh	Bendras šilumos poreikis MWh
1	2	3	4	5	6	7	8
Sausis	31	-5,0	713			17,15	17,15
Vasaris	28	-4,1	624			14,80	14,80
Kovas	31	-0,3	567			12,39	12,39
Balandis	30	6,0	360			5,81	5,81
Gegužė	3	9,9	24			0,20	0,20
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			0,27	0,27
Spalis	31	7,3	332			4,69	4,69
Lapkritis	30	2,2	474			9,54	9,54
Gruodis	31	-2,1	623			14,21	14,21
Viso	220	0,95	3756			79,05	79,05

Skaičiavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 220 paros (pagal Kauno miesto duomenis)
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra 0,95 °C
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C
- Pastate priimta, kad bendra viso pastato oro kaita - 0,33 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną yra lygus 79 MWh (63 kWh/m²).

Įvertinus pastato atitvarų technines ir šilumines charakteristikas atliktas norminio šilumos poreikio balansavimas atskiriems elementams ir sistemoms. Toliau esančiuose lentelėse pateikiami atskirų atitvarų ir sistemų šilumos poreikių balansai prieš ir po modernizavimo.

3.5 lentelė. Šilumos poreikio balansas atskiriems pastato elementams prieš modernizavimą

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2K)$	Išorės atitvaros plotas A , m^2	Koeficientas n	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.-\theta_{iš.}}$, $^{\circ}C$	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
							MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1.	Sienos	1,27	1028	1,00	17,05	220	117,5	57%	60%
2.	Butų ir balkonų langai	1,87	208	1,00	17,05	220	34,93	17%	18%
3.	Stogas	0,85	415	1,00	17,05	220	31,8	15%	16%
4.	Grindys	0,71	328	0,75	17,05	220	15,7	7,6%	8,0%
5.	Laiptinių langai	2,50	25,0	1,00	17,05	220	5,6	2,7%	2,9%
6.	Durys	1,80	14,6	1,00	17,05	220	2,4	1,1%	1,2%
Iš viso per atitvaras							207,9	100 %	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			3460 m ³	0,23	17,05	220	24,1		12%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-43,72		-22%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-35,72		-18%
Iš viso šilumos nuostolių:							196,3		100%

Pastabos:

- Mažesnius šilumos nuostolius dėl mažesnio aplinkų temperatūrų skirtumo į nešildomą rūšį įvertina koeficientas n , kurio reikšmė priklauso nuo atitvarų tiesiogiai nesusisiekiančių su lauko oru.
- Šilumos perdavimo koeficientai parinkti pagal investicijų plano, techninio darbo projekto duomenis.
- Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekiai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos priteklius sudaro: pritekiai nuo žmonių ir įrangos.
- Prieš modernizavimą pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdančią reguliavimą šilumos punkte. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekiai panaudojami 82 % efektyvumu.

3.6 lentelė. Šilumos poreikio balansas atskiriems pastato elementams prieš modernizavimą

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2K)$	Išorės atitvaros plotas A , m^2	Koeficientas n	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.-\theta_{iš.}}$, $^{\circ}C$	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
							MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1.	Sienos	0,28	1028	1,00	17,05	220	25,9	30%	32,8%
2.	Butų ir balkonų langai	1,62	208	1,00	17,05	220	30,3	35%	38,3%
3.	Stogas	0,27	415	1,00	17,05	220	10,1	12%	12,8%
4.	Grindys	0,71	328	0,75	17,05	220	15,7	18%	19,9%
5.	Laiptinių langai	1,30	25,0	1,00	17,05	220	2,93	3%	3,7%
6.	Durys	1,60	14,6	1,00	17,05	220	2,10	2%	2,7%
Iš viso per atitvaras							87,0	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			3460 m ³	0,33	17,05	220	34,55		44%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-43,72		-55%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-42,54		-54%
Iš viso šilumos nuostolių:							79,1		100%

Pastabos:

- Mažesnius šilumos nuostolius dėl mažesnio aplinkų temperatūrų skirtumo į nešildomą rūšį įvertina koeficientas n .
- Šilumos perdavimo koeficientai parinkti pagal techninio projekto ir atliktų matavimų duomenis.
- Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekiai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos pritekius sudaro: pritekiai nuo žmonių ir įrangos.
- Po modernizavimo pastate mikroklimato sąlygų valdymas pagerėja dėl balansinių ir termostatinų ventilių įrengimo. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekiai panaudojami 97 % efektyvumu.

3.3 Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai

Šilumos ir elektros vartojimo rodikliai prieš ir po modernizavimo pateikiami 3.7 ir 3.9 lentelėse.

3.7 lentelė. Šilumos energijos vartojimo rodikliai

	Rodiklio pavadinimas	Prieš modernizavimą	Po modernizavimo	Skirtumas
1.	Šilumos energijos poreikis pastato patalpų šildymui, MWh/metų	196,3	79,1	117,3
2.	Šilumos poreikis šildomų patalpų ploto vienetui per šildymo sezoną, kWh/m ² /metus	157,1	63,3	93,9
3.	Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje MWh/metų			
4.	Santykinis šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje šildomų patalpų ploto vienetui per metus kWh/m ² /metus			
5.	Elektros energijos sąnaudos per metus, MWh/metų	28,0	25,8	2,2
6.	Elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų ploto vienetui per metus, kWh/m ² /metus	22,40	20,6	1,8

Įvertinus analizuojamo pastato šilumos poreikį prie norminių sąlygų prieš ir po modernizavimo nustatyta, kad metiniai šilumos sutaupymai dėl įgyvendintų energijos taupymo priemonių siekia apie 117,3 MWh (93,9 kWh/m²) arba 60 % šilumos poreikio prieš modernizavimą. Atskirų priemonių sutaupymai detaliau analizuojami žemiau esančioje lentelėje.

3.8 lentelė. Pagrindiniai energijos taupymo priemonių ir pastato charakteristikų prieš ir po modernizavimo palyginimai

Atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo ir oro kaitos koeficientai prieš modernizavimą	Šilumos perdavimo ir oro kaitos koeficientai po modernizavimą	Šilumos poreikis prie norminių sąlygų prieš modernizavimą		Šilumos poreikis prie norminių sąlygų po modernizavimą		Šilumos sutaupymas prie norminių sąlygų		
	U, W/(m²K)		MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	%
Sienos	1,27	0,28 (0,2)	117,5	94,1	25,9	20,7	91,6	73,3	78%
Butų langai	1,87	1,62	34,9	28,0	30,3	24,2	4,7	3,7	13%
Stogas	0,85	0,27 (0,16)	31,8	25,4	10,1	8,1	21,7	17,3	68%
Grindys	0,71	0,71 (0,25)	15,7	12,6	15,7	12,6	0,0	0,0	0%
Laiptinių langai	2,5	1,3	5,6	4,5	2,9	2,3	2,7	2,2	48%
Durys	1,8	1,6	2,4	1,9	2,1	1,7	0,3	0,2	11%
Viso per atitvaras:			207,9	166,5	87,0	69,7	120,9	96,8	58%
Infiltracija	0,23	0,33	34,6	27,7	-10,5	-8,4	-43%	0,0	0%
Pastato šilumos nuostoliai:			232,0	185,7	121,6	97,3	110,4	88,4	48%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis			-35,7	-28,6	-42,5	-34,1	6,8	5,5	-19%
Iš viso šilumos nuostolių:			196,3	157,1	79,1	63,3	117,3	93,9	60%

Pastabos:

- Skliaustuose nurodyta šilumos perdavimo koeficiento reikšmė numatyta pagal techninį projektą. Šalia esanti reikšmė atitinka matavimo rezultatus.
- Šilumos sutaupymo reikšmė procentais rodo atskiros priemonės sutaupymus lyginant su reikšme prieš modernizavimą.

4. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

- Visų įdiegtų pastate energiją taupančių priemonių nauda yra akivaizdi. Bendri suminiai šilumos sutaupymai lyginant norminius šilumos poreikius prieš modernizavimą ir po jo įvertinus panaudotą šilumos pritekį siekia 60 % (117,3 MWh/metai arba 93,9 kWh/m²).
- Daugiausiai energijos taupo pasyvios priemonės, kurių įtaka bendrame pastato energijos balanse taip pat yra didžiausia. Tai yra sienų (91,6 MWh/metai arba 73,3 kWh/m²; 78 %), stogo apšiltinimas (21,7 MWh/metai arba 17,3 kWh/m²; 68 %), dalies butų ir visų laiptinių langų keitimas (7,4 MWh/metai arba 5,9 kWh/m²; 18 %), durų keitimas (0,3 MWh/metai arba 0,2 kWh/m²; 11 %). Tačiau, palyginus mažai taupančios aktyviosios priemonės – šildymo sistemos modernizavimas (balansinių ir termostatinų ventilių įrengimas), tuo pačiu prisideda prie mikroklimato sąlygų gerinimo ir stabilizavimo, ką rodo ir atlikti matavimai.
- Išmatuota 3 butų patalpose vidutinė faktinė oro temperatūra (20,6 °C, 22,4 °C ir 19,4 °C) buvo aukštesnė nei prieš modernizavimą. Matavimo metu temperatūros svyravimų amplitudė neviršijo 2 °C. Analizuotų butų faktinės vidutinės per analizuojamą laikotarpį santykinės drėgmės reikšmės buvo 43,1 % ir 31,4 %. Paskutinė reikšmė rodo, kad patalpoje oras buvo gana sausas.
- Faktinis vidutinis nakties didžiausio patikimumo intervalo (nuo 00:00 iki 05:00 valandos) išorinės **sienos** šilumos perdavimo koeficientas $U_f = 0,28 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ($R_f = 3,57 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$), lango stiklo paketo - $U_f = 0,99 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ($R_f = 1,01 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$), stogo - $U_f = 0,27 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ($R_f = 3,75 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$).
- Diegiant pasyvias energijos taupymo priemones, tuo pačiu didinant pastato sandarumą, pagrindine problema išlieka patalpų vėdinimas, kuris, deja, dažniausiai nėra sprendžiamas kompleksinio pastato atnaujinimo metu. Tai atskleidžia atlikti CO₂ koncentracijos matavimai. Analizuojamame bute vidutinis CO₂ koncentracijos lygis per nagrinėtą laikotarpį buvo 925 ppm. Faktinės reikšmės svyravo nuo 433 iki 1384 ppm. Apie trečdalį laiko buvo viršyta 1000 ppm riba. Gyventojai nepasirenka mechaninio vėdinimo sistemos įrengimo dėl jos aukštos kainos ir (kartais) sudėtingo technologinio sprendimo. Didesnė parama šiai priemonei galėtų paskatinti gyventojus ją rinktis, o tai ypatingai prisidėtų prie sveikos gyvenimo aplinkos gerinimo.
- Objektyviam ir tiksliam pastato modernizavimo efektyvumo įvertinimui reikalingi patikimi ir išsamūs pradiniai duomenys. Šiuo atveju, dažniausiai susiduriama su faktinių energijos ir vandens sąnaudų duomenų trūkumu prieš ir/ar po pastato modernizavimo. Rekomenduojama

įpareigoti bendriją ar atsakingą organizaciją kaupti faktines mėnesines energijos sąnaudas apimančias bent 2 metų laikotarpį.

- Siekiant, kad auditoriai galėtų tiksliai ir detalizuotai įvertinti modernizavimo efektyvumą, o gyventojai geriau suvoktų jos naudą, tikslinga tobulinti jų gaunamų paslaugų apskaitą. Atsižvelgiant į atsinaujinančios energijos išteklių panaudojimo plėtrą daugiabučiuose pastatuose, būtų racionalu diegti atskirų šilumos/elektros šaltinių energijos skaitiklius su duomenų kaupimo galimybe.

5. LITERATŪRA

1. „Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika.“ (Žin., 2008-05-15, Nr. 55-2097). TR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ (Žin., 2005, Nr. 100-3733).
2. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“
3. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ (Žin., 2005, Nr. 75-2729, 2006, Nr. 33-1195 , 2006, Nr. 145-5552).
4. LR Aplinkos ministerija. Techninių reikalavimų reglamentas. STR 2.01.02:2016. Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas