

OBJEKTO PAVADINIMAS:	DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO, ESANČIO SAVANORIŲ PR. 403, KAUNE, ATNAUJINIMAS (MODERNIZAVIMAS)
-----------------------------	---



OBJEKTO ADRESAS	SAVANORIŲ PR. 403, KAUNAS, LT- 49290
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.....	14
3.3	Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai	19
4.	IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	22
5.	LITERATŪRA.....	24

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, Savanorių pr. 403, 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	Savanorių pr. 403, Kaunas
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	DNSB „Murava“, Olegas Mackevičius, tel. 868686097, ovitra@centras.lt
1.4.	Pastato aukštų skaičius	9
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	2
1.6.	Butų skaičius	54
1.7.	Pastato pastatymo metai	1980
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 45,34×20,80×27,20
1.10.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų, m	2,5
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)	4308,36
2.2.	Patalpų gyvenamasis plotas	2175,66
2.3.	Patalpų negyvenamasis (verslo) plotas	-
2.4.	Patalpų naudingasis plotas (šildomas)	3485,28
2.8.	Rūsio plotas	381,58
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	15984 (8713)
3.2.	Rūsio tūris	763
4.	Pastato atitvaros	
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos	Gelžbetonio plokštės
4.2.	Pertvaros	Gelžbetonio blokai
4.3.	Išorinės sienos	Gelžbetonio plokštės apšiltintos priešvėjine akmens vata 30 mm storio ir akmens vata 150 mm 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)	3026,05			
5.4.	Langai (įskaitant laiptinių langus)	718,70			
5.5.	Laiptinių langai	87,21			
5.6.	Lauko durys	5,13			
5.7.	F atitvarų plotų suma	3749,88			
6.	Pastato stogo plotas, m ²				
6.1.	Stoglangių plotas				Nėra
6.2.	Bendras stogo plotas				530,00
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m ²				
7.1.	Pagrindiniai butų langai (įskaitant ir balkonų duris)				631,49
7.2.	Laiptinių langai				87,21
7.3.	Lauko durys				5,13
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, oras priverstiniu būdu iš WC, vonios ir dušo patalpų ištraukiamas per vėdinimo šachtas, jį tiekiant į šilumos siurblių išorinius blokus.			
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.	Priverstinio vėdinimo (ištraukimo) sistema veikia nuolat. Atlikti CO2 koncentracijos matavimai byloja (vidutiniškai 750 ppm) apie neblogą oro kaitą patalpose, kuri kartais 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. Pirminis karšto vandens paruošimas vykdomas šilumos siurblių ir saulės kolektorių pagalba. Likusi šilumos dalis karšto vandens ruošimui yra dengiama iš CŠT sistemos.			
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)	Plokštelinis šilumokaitis šilumos mazge.			
9.3.	KV vamzdynų 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, šilumos siurbliai, saulės kolektoriai			
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 21,3 °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, atskirai įrengti šilumos siurblio suvartojamos elektros, jo pagamintos šilumos skaitikliai, bei saulės kolektorių pagamintos 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 centralizuotai tiekiamą šilumos kiekį 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; balkonai įstiklinti, pakeistos lauko durys.
15.3.	Apšiltintas stogas, m ²	Apšiltintas visas stogas, pakeista danga.
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	Natūralaus pritekėjimo vėdinimo sistemoje išvalyti kanalai ir įrengta priverstinio ištraukimo per šilumos siurblių išorinius blokus sistema.
15.7.	Kita	-

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

2.1 Energijos taupymo priemonės

DNSB „Murava“ užsakymu paruoštas daugiabučio gyvenamojo namo Savanorių pr. 403, Kaune atnaujinimo (modernizavimo) investicijų planas. Plane 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. **Papildomai buvo įdiegta saulės kolektorių ir šilumos siurblių oras-vanduo karšto vandens pirminio paruošimo sistema;**
- Stogo perdangos apšiltinimas ir naujos dangos įrengimas;
- Pastato fasadų, cokolio apšiltinimas ir apdaila, nuogrindos įrengimas;
- Nesandarių senų langų, lauko ir balkono durų pakeitimas, angokraščių apšiltinimas, balkonų įstiklinimas;
- Vėdinimo kanalų valymas, dezinfekavimas, naujų išmetimo stogelių įrengimas.

Plane 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	**0,27	3026	
Senų langų ir balkonų durų keitimas	2,5	**1,13	62	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	**0,44	530	Šilumos perdavimo koeficientas po modernizavimo apibūdina visos stogo konstrukcijos bendrą šilumos perdavimo koeficientą.
Lauko durų keitimas	1,8	1,6	5,13	Šilumos perdavimo koeficientai iš investicijų plano.
Šildymo ir karšto vandens sistemų atnaujinimas	-	-	-	Šildymo sistemos pertvarkymas į nepriklausomą, dvivamzdę apatinio paskirstymo, magistralinių vamzdinių šiltinimas, sistemos balansavimas, naujų šildymo prietaisų įrengimas, termostatinė ventilių įrengimas, karšto vandens vamzdinių keitimas, šiltinimas, balansavimas, šilumos punkto modernizavimas. Saulės kolektorių ir šilumos siurblių oras-vanduo karšto vandens pirminio paruošimo sistemos įrengimas.
Oro ištraukimo sistemos atnaujinimas	0,23 h ⁻¹	0,35 h ⁻¹	-	Daroma prielaida, kad, po vėdinimo kanalų išvalymo ir priverstinio oro šalinimo per šilumos siurblių išorinius blokus, padidėjo oro kaita.

* Pastato atitvarų šiluminės charakteristikos apibūdinančios padėtį prieš modernizavimą paimtos iš investicijų plano.

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

3. ENERGIJOS SĄNAUDŲ 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 po modernizavimo 2017 ir 2018 metais.
- 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 +17 °C;
- po modernizavimo, pagal matavimo duomenis išmatuota faktinė temperatūra +21,3 °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	7909		109,390			
Vasaris	8340		78,450			
Kovas	6771		92,990			
Balandis	6742		45,810			
Gegužė	8506		16,540			
Birželis	6651		14,170			
Liepa	5637		14,120			
Rugpjūtis	5087		14,110			
Rugsėjis	6785		15,760			
Spalis	8905		36,440			
Lapkritis	9406		58,940			
Gruodis	8066		75,220			
IŠ VISO:	88806		571,940			

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	8068		99,730			
Vasaris	9036		76,640			
Kovas	6692		61,690			
Balandis	7400		32,920			
Gegužė	5964		16,810			
Birželis	6270		14,650			
Liepa	8641		10,630			
Rugpjūtis	5797		14,160			
Rugsėjis	9810		16,590			
Spalis	8127		39,190			
Lapkritis	8166		68,370			
Gruodis	7605		90,250			
IŠ VISO:	91577		541,630			

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	9894		45,370			
Vasaris	8301		36,200			
Kovas	8769		27,090			
Balandis	14996		18,740			
Gegužė	7078		5,990			
Birželis	7520		5,330			
Liepa	7425		5,380			
Rugpjūtis	6678		5,090			
Rugsėjis	8966		5,930			
Spalis	13830		19,730			
Lapkritis	9158		28,470			
Gruodis	10753		35,240			
IŠ VISO:	113368		238,560			

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	9775		39,960			
Vasaris	10325		43,180			
Kovas	8541		36,240			
Balandis	8130		9,880			
Gegužė	7940		4,460			
Birželis	10183		5,480			
Liepa	6783		5,350			
Rugpjūtis	8073		5,070			
Rugsėjis	7151		4,840			
Spalis	8482		11,980			
Lapkritis	9584		26,990			
Gruodis	2247		40,770			
IŠ VISO:	97213		234,200			

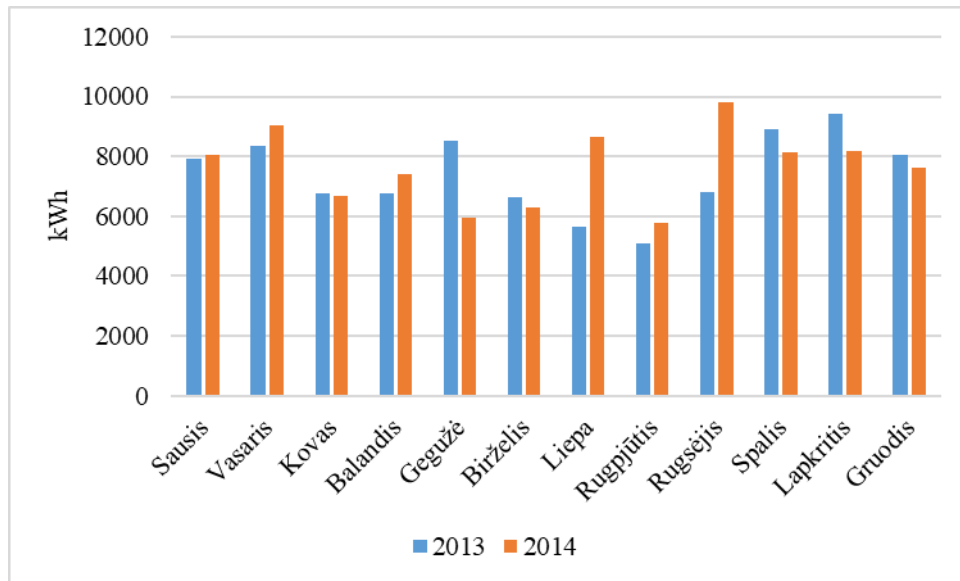
Kaip matyti iš aukščiau pateiktų lentelių šilumos ir elektros faktinės sąnaudos prieš ir po modernizavimo apima daugiau nei vienerius kalendorinius metus.

3.1 Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai

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

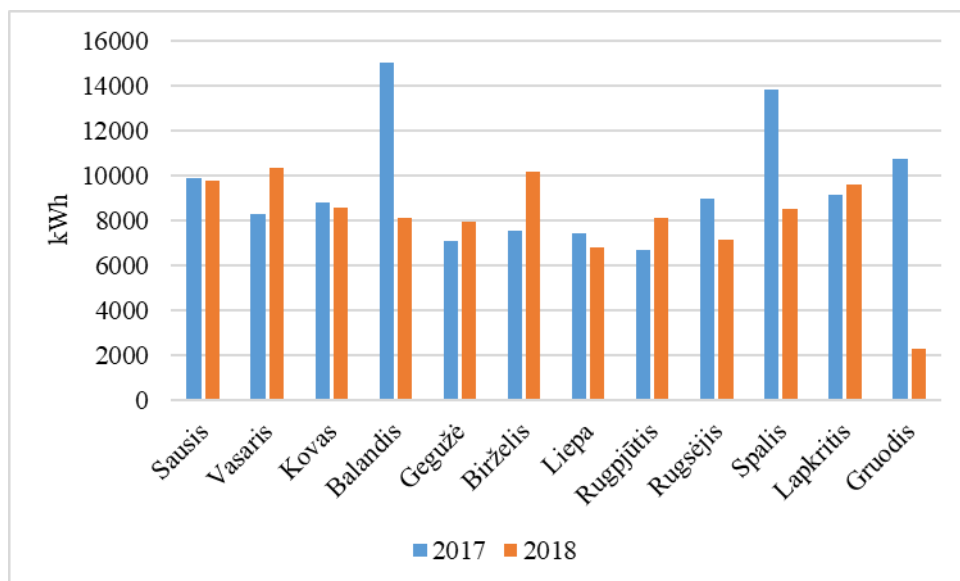
3.1 paveiksle pavaizduotas faktinis kasmėnesinis elektros suvartojimas prieš renovaciją per 2013-2014 metų laikotarpį, o 3.2 pav. – po renovacijos (2017-2018 m.).

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



3.1 pav. Elektros sąnaudos 2013 ir 2014 metais

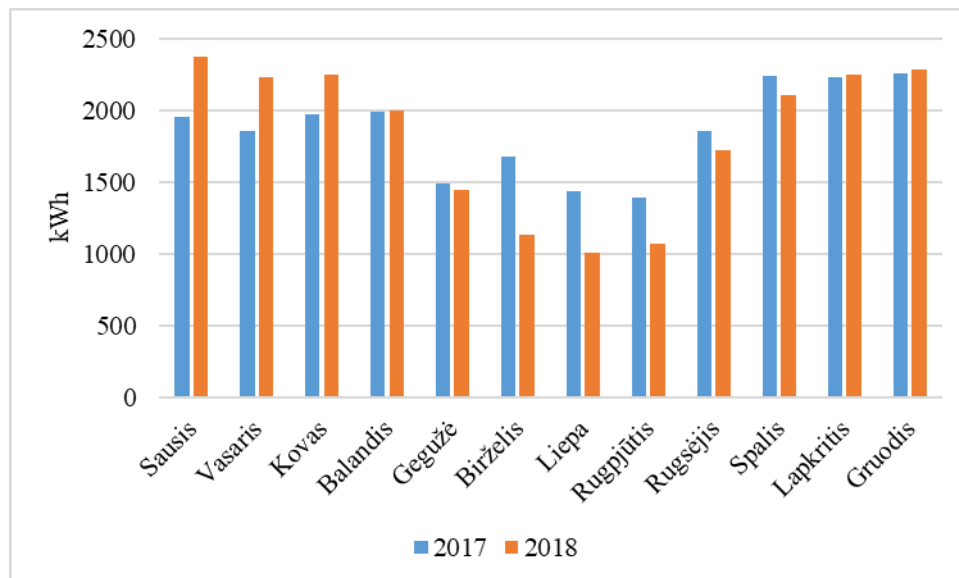
3.1 paveiksle pateiktos kas mėnesinės elektros sąnaudos priklausomai nuo sezono svyruoja. Šaltesniuojų laikotarpiu sąnaudos šiek tiek didesnės nei šiltuoju metu (išskyrus 2014 m. liepos mėnesį).



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. Vis dėlto, lyginant dviejų metų vartojimo tendencijas – jos yra panašios. Išsiskiria tik 2017 m. balandžio ir spalio mėnesių elektros vartojimas (staigus jo padidėjimas). Siekiant įvertinti šilumos siurblių elektros sąnaudų įtaką bendram jos vartojimui, buvo analizuojamas

jų elektros vartojimas (3.3 pav.). Rezultatai nerodo šilumos siurblių reikšmingos įtakos balandžio ir spalio mėnesiams (atitinkamai jie sudaro 13% ir 16% nuo bendro elektros suvartojimo), todėl ypač didelių elektros sąnaudų minėtais mėnesiais priežastis nėra žinoma.



3.3 pav. Šilumos siurblių elektros sąnaudos 2017 ir 2018 metais

Po modernizavimo bendros elektros sąnaudos padidėjo apie 17%, kas daugiausiai susiję su įrengtų šilumos siurblių elektros sąnaudomis. Ryškus šilumos siurblių elektros sąnaudų sumažėjimas vasaros laikotarpiu yra įtakojamas aukštesnių oro temperatūrų, kas nulemia siurblių veikimo efektyvumo padidėjimą, bei didesnio saulės kolektorių panaudojimo karšto vandens ruošimui.

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	88806	25,48	2,12	137,05
2014	91577	26,28	2,19	141,32
2017	113368	32,53	2,71	174,95
2018	97213	27,89	2,32	150,02

Duomenų apie kitų 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			96,26	96,26
Vasaris	28	-4,1	624			83,68	83,68
Kovas	31	-0,3	567			73,08	73,08
Balandis	30	6,0	360			40,66	40,66
Gegužė	3	9,9	24			2,21	2,21
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			3,35	3,35
Spalis	31	7,3	332			35,60	35,60
Lapkritis	30	2,2	474			58,79	58,79
Gruodis	31	-2,1	623			81,96	81,96
Viso	220	0,95	3756			475,59	475,59

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 476 MWh (137 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			33,30	33,30
Vasaris	28	-4,1	624			28,55	28,55
Kovas	31	-0,3	567			22,99	22,99
Balandis	30	6,0	360			8,87	8,87
Gegužė	3	9,9	24			0,06	0,06
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			0,00	0,00
Spalis	31	7,3	332			6,31	6,31
Lapkritis	30	2,2	474			16,94	16,94
Gruodis	31	-2,1	623			26,94	26,94
Viso	220	0,95	3756			143,92	143,92

Skaičiavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 220 paros (pagal Kaunio 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 - 0,35 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną yra lygus 144 MWh (41 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	3026	1,00	17,05	220	346,0	67%	73%
2.	Butų ir balkonų langai	1,69	631	1,00	17,05	220	96,00	18%	20%
3.	Stogas	0,85	530	1,00	17,05	220	40,6	8%	9%
4.	Grindys	0,71	491	0,75	17,05	220	23,6	4,5%	5,0%
5.	Laiptinių langai	1,60	87,2	1,00	17,05	220	12,6	2,4%	2,6%
6.	Durys	1,80	5,1	1,00	17,05	220	0,8	0,2%	0,2%
Iš viso per atitvaras							519,5	100 %	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8713 m ³	0,2 h ⁻¹	17,05	220	52,7		11%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-121,98		-26%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-96,61		-20%
Iš viso šilumos nuostolių:							475,6		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 pritekius sudaro: pritekiai nuo žmonių ir įrangos.
- Prieš modernizavimą pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdančią reguliavimą šilumos punkte. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekiai panaudojami 79 % 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	0,22	3026	1,00	17,05	220	59,9	35%	41,6%
2.	Butų ir balkonų langai	0,90	631	1,00	17,05	220	51,2	30%	35,6%
3.	Stogas	0,44	530	1,00	17,05	220	21,0	12%	14,6%
4.	Grindys	0,71	491	0,75	17,05	220	23,6	14%	16,4%
5.	Laiptinių langai	1,60	87,2	1,00	17,05	220	12,56	7%	8,7%
6.	Durys	1,60	5,1	1,00	17,05	220	0,74	0,4%	0,5%
Iš viso per atitvaras							168,9	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8713 m^3	0,35 h^{-1}	17,05	220	93,33		65%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-119,27		-83%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-118,35		-82%
Iš viso šilumos nuostolių:							143,9		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. Sienų ir langų/balkonų durų vidutiniai šilumos perdavimo koeficientai yra mažesni dėl įstiklintų balkonų įtakos.
- 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 99 % 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	475,6	143,9	331,7
2.	Šilumos poreikis šildomų patalpų ploto vienetui per šildymo sezoną, kWh/m ² /metus	136,5	41,3	95,2
3.	Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje MWh/metų *	177,0	63,5	113,5
4.	Santykinis šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje šildomų patalpų ploto vienetui per metus kWh/m ² /metus *	50,8	18,2	32,6
5.	Elektros energijos sąnaudos per metus, MWh/metų	90,2	105,3	-15,1
6.	Elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų ploto vienetui per metus, kWh/m ² /metus	25,88	30,2	-4,3

* šilumos kiekis iš centralizuoto šilumos tiekimo sistemos (be saulės kolektorių ir šilumos siurblių pagaminto kiekio)

Įvertinus analizuojamo pastato šilumos poreikį prie norminių sąlygų prieš ir po modernizavimo nustatyta, kad metiniai šilumos sutaupymai dėl įgyvendintų energijos taupymo priemonių pastato šildymui siekia apie 331,7 MWh (95,2 kWh/m²) arba 70 % šilumos poreikio prieš modernizavimą. Centralizuotai tiekiamos šilumos sąnaudos karšto vandens sistemoje sumažėjo net 64%, tačiau tai dalinai susiję su saulės kolektorių ir šilumos siurblių įrengimu. Šios sistemos (pagal skaitiklių rodmenis) vidutiniškai pagamino 88,6 MWh šilumos per metus – 84% pagamino šilumos siurbliai, 16% - saulės kolektoriai. Vis dėlto, šios sistemos (ypač šilumos siurbliai) naudojo elektros energiją, kurios sąnaudos po modernizavimo padidėjo apie 17%. Darant prielaidą, kad karšto vandens suvartojimas po modernizavimo nepasikeitė, galima teigti, kad likusi dalis šilumos sutaupymų 24,9 MWh tenka pačios karšto vandens sistemos atnaujinimui (izoliavimui, balansavimui, įrangos keitimui). Tai sudaro 14% šilumos sąnaudų karšto vandens sistemoje prieš renovaciją.

Atskirų priemonių sutaupymai detalčiau 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	0,22 (0,2)	346,0	99,3	59,9	17,2	286,0	82,1	83%
Butų langai/balkonų durys	1,69	0,90 (1,3)	96,0	27,5	51,2	14,7	44,8	12,9	47%
Stogas	0,85	0,44 (0,16)	40,6	11,6	21,0	6,0	19,6	5,6	48%
Grindys	0,71	0,71	23,6	6,8	23,6	6,8	0,0	0,0	0%
Laiptinių langai	1,6	1,6	12,6	3,6	12,6	3,6	0,0	0,0	0%
Durys	1,8	1,6	0,8	0,2	0,7	0,2	0,1	0,03	11%
Viso per atitvaras:			519,5	149,0	168,9	48,5	350,5	100,6	67%
Infiltracija	0,2 h ⁻¹	0,35 h ⁻¹	52,7	15,1	93,3	26,8	-40,6	-11,6	-77%
Pastato šilumos nuostoliai:			572,2	164,2	262,3	75,3	309,9	88,9	54%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis			-96,6	-27,7	-118,4	-34,0	21,7	6,2	23%
Iš viso šilumos nuostolių:			475,6	136,5	143,9	41,3	331,7	95,2	70%

Pastabos:

- Skliaustuose nurodyta šilumos perdavimo koeficiento reikšmė numatyta pagal techninį projektą. Šalia esanti reikšmė atitinka matavimo rezultatus. Balkonų įstiklinimo sutaupymai įvertinti per mažesnius sienų, butų langų ir balkonų durų šilumos perdavimo koeficientus.
- 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 pastato šildymui lyginant norminius šilumos poreikius prieš modernizavimą ir po jo įvertinus panaudotą šilumos pritekį siekia 70 % (331,7 MWh/metai arba 95,2 kWh/m²).
- Daugiausiai energijos taupo pasyvios priemonės, kurių įtaka bendrame pastato energijos balanse taip pat yra didžiausia. Tai yra sienų (286,0 MWh/metai arba 82,1 kWh/m²; 83 %), stogo apšiltinimas (19,6 MWh/metai arba 5,6 kWh/m²; 48 %), dalies butų langų keitimas ir visų balkonų įstiklinimas (44,8 MWh/metai arba 12,9 kWh/m²; 47 %), durų keitimas (0,1 MWh/metai arba 0,03 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. Šiuo atveju, šilumos pritekio panaudojimas padidėjo 23%.
- Išmatuota 3 butų patalpose vidutinė faktinė oro temperatūra (20,8 °C, 22,2 °C ir 19,5 °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 41,7 % ir 37,6 %.
- Faktinis vidutinis nakties didžiausio patikimumo intervalo (nuo 00:00 iki 05:00 valandos) išorinės **sienos** šilumos perdavimo koeficientas $U_f = 0,27 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$ ($R_f = 3,77 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$), lango stiklo paketo - $U_f = 1,13 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$ ($R_f = 0,88 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$), stogo - $U_f = 0,44 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$ ($R_f = 2,27 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$).
- Diegiant pasyvias energijos taupymo priemones, tuo pačiu didinant pastato sandarumą, svarbu spręsti patalpų vėdinimo klausimą. Šiuo atveju, oro kaitos padidėjimas patalpose buvo sprendžiamas diegiant mechaninio ištraukimo sistemą sujungtą su šilumos siurbliais. Tai atskleidžia atlikti CO₂ koncentracijos matavimai. Analizuojamame bute vidutinis CO₂ koncentracijos lygis per nagrinėtą laikotarpį buvo 750 ppm. Faktinės reikšmės svyravo nuo 400 iki 1667 ppm. Apie penktadalį laiko buvo viršyta 1000 ppm riba. Tai reiškia, kad vien mechaninio ištraukimo diegimas neužtikrina kokybiško patalpų vėdinimo. Gyventojai nepasirenka mechaninio tiekimo/ištraukimo 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.
- Centralizuotai tiekiamos šilumos sąnaudos karšto vandens sistemoje sumažėjo net 64%, o tai dalinai susiję su saulės kolektorių ir šilumos siurblių įrengimu. Šios sistemos vidutiniškai

pagamino 88,6 MWh šilumos per metus – 84% pagamino šilumos siurbliai, 16% - saulės kolektoriai. Vis dėlto, šios sistemos (ypač šilumos siurbliai) naudojo elektros energiją, kurios sąnaudos po modernizavimo padidėjo apie 17%.

- 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