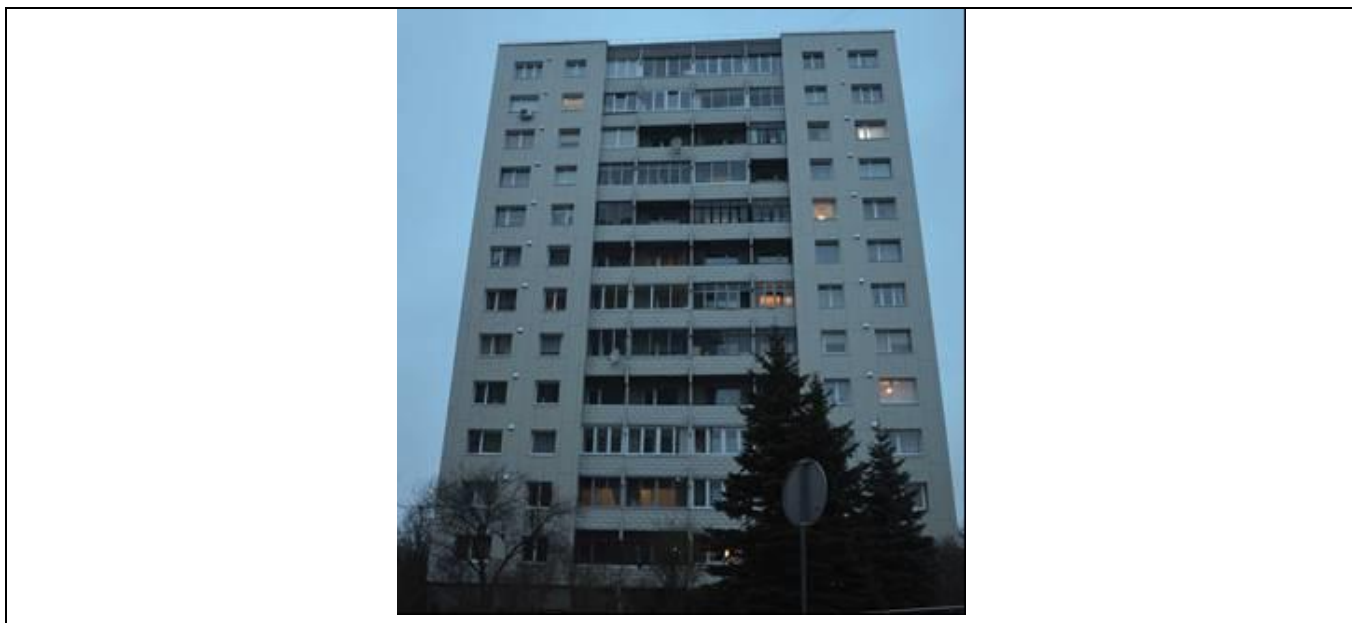


OBJEKTO PAVADINIMAS:	DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO, ESANČIO SUKILĖLIŲ PR. 87, KAUNE, ATNAUJINIMAS (MODERNIZAVIMAS)
-----------------------------	--



OBJEKTO ADRESAS	SUKILĖLIŲ PR. 87, KAUNAS, LT- 49233
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	3
2. BENDROS ŽINIOS	5
2.1 Energijos taupymo priemonės	9
3. ENERGIJOS SĄNAUDŲ BALANSAI.....	11
3.1 Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai	13
3.2 Norminės šilumos sąnaudos ir šilumos balansas.....	15
3.3 Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai	20
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, Sukilėlių pr. 87, 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	Sukilėlių pr. 87, Kaunas
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	DNSB „Sukilėlių 87“, pirmininkas Vaidas Gaidukevičius, tel. 869968981
1.4.	Pastato aukštų skaičius	12
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	1
1.6.	Butų skaičius	47
1.7.	Pastato pastatymo metai	1984
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 30,09×18,66×39,23
1.10.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų, m	2,8
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)	3768,18
2.2.	Patalpų gyvenamasis plotas	3078,64
2.3.	Patalpų negyvenamasis (verslo) plotas	46,65
2.4.	Patalpų naudingasis plotas (šildomas)	3114,09
2.8.	Rūšio plotas	318,54
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	15661 (8719)
3.2.	Rūšio tūris	637
4.	Pastato atitvaros	
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos	Gelžbetonio plokštės
4.2.	Pertvaros	Gelžbetonio blokai
4.3.	Išorinės sienos	Gelžbetonio plokštės apšiltintos priešvėjinė akmens vata 30mm storio ir akmens vata 120mm

					storio.
4.4.	Rūsio perdenginys				g/b plokštė
4.5.	Aukšto perdenginys				g/b plokštė
4.6.	Stogas				Sutapdintas, apšiltintas 40 mm storio mineraline vata ir 150 mm putų polistirolu.
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)	2989,2			
5.4.	Langai (įskaitant laiptinių langus)	647,95			
5.5.	Laiptinių langai	70,20			
5.6.	Lauko durys	5,40			
5.7.	F atitvarų plotų suma	3642,55			
6.	Pastato stogo plotas, m ²				
6.1.	Stoglangių plotas				Nėra
6.2.	Bendras stogo plotas				361,49
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m ²				
7.1.	Pagrindiniai butų langai (įskaitant ir balkonų duris)				577,75
7.2.	Laiptinių langai				70,20
7.3.	Lauko durys				5,40
7.4.	Kita				-
8.	Pastato vėdinimo sistema				
8.1.	Tipas (pvz.: natūrali kanalinė, mechaninė ir t. t.):	Natūrali kanalinė ir sieniniai mini rekuperatoriai			
8.2.	Vėdinimo būklės apibūdinimas (pvz.: nėra traukos, rasoja sienos ir stiklų paviršiai, pastebėti pelėsiai ir t. t.)	Visuose butuose sumontuoti nauji sandarūs langai, oras natūraliu būdu iš WC, vonios ir dušo patalpų ištraukiamas per vėdinimo šachtas. Įjungus, veikia oro tiekimo ir ištraukimo decentralizuota asinchroninė vėdinimo sistema su mini rekuperatoriais.			
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.	Natūrali vėdinimo (ištraukimo) sistema veikia nuolat. Mini rekuperatorių veikimo režimas nėra žinomas. Atlikti CO2 koncentracijos matavimai byloja (vidutiniškai 999 PPM) apie 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, į kurį šiluma tiekama 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 (būklė bloga). Sistema nekeista nuo pastato statybos.			
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)	Vienvamzdė 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 reguliatoriumi ir cirkuliaciniu siurbliu.
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Nauji 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 21,5 °C
11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	3 butų matavimo rezultatai rodo, kad apie 30 % laiko visuose butuose patalpų vidaus temperatūra viršijo viršutinę 22 °C ribą.
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 bendras šilumos skaitiklis.
12.2.	Ar yra bendri atsiskaitomieji pastato karšto vandens apskaitos prietaisai?	Ne
12.3.	Ar šilumos energija KV ruošti registruojama (atskiri atsiskaitomuoju KV apskaitos prietaisu / ar kartu su šildymu / neregistruojama)?	Šilumos skaitiklis fiksuoja suminį 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	2015 m. apšiltintos visos atitvaros.
15.2.	Pakeista langų, lauko durų, m ²	Pakeisti visi seno tipo mediniai langai ir balkonų durys.
15.3.	Apšiltintas stogas, m ²	Apšiltintas visas stogas, pakeista danga.
15.4.	Modernizuotas šilumos punktas	Šilumos punktas iki modernizavimo jau buvo automatizuotas.
15.5.	Modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos	2015 m. šildymo sistema pertvarkyta, izoliuoti magistraliniai šildymo sistemos vamzdynai, ant stovų įrengti balansiniai ventiliai, pakeisti radiatoriai, o prie radiatorių įrengti termostatiniai ventiliai, karšto vandens neatnaujinta.
15.6.	Modernizuota vėdinimo sistema	Natūralaus ištraukimo vėdinimo sistema neatnaujinta. Įrengta priverstinio tiekimo-šalinimo decentralizuota

		vėdinimo sistema su mini rekuperatoriais.
15.7.	Kita	-

Rūsysis nešildomas, jame įrengti gyventojų sandėliai, šilumos punktas, vandens apskaitos mazgas, elektros skydinė. Pastato modernizavimas baigtas 2015 metais.

2.1 Energijos taupymo priemonės

DNSB „Sukilėlių 87“ užsakymu paruoštas daugiabučio gyvenamojo namo Sukilėlių pr. 87, Kaune atnaujinimo (modernizavimo) investicijų planas. Plane numatytos šios energijos taupymo priemonės:

- Šilumos punkto šilumokaičių keitimas naujais.
- Šildymo sistemos pertvarkymas, magistralinių vamzdynų keitimas ir šiltinimas, sistemos balansavimas, naujų šildymo prietaisų ir termostatinų ventilių įrengimas (su dalikliais);
- Decentralizuotos oro tiekimo-šalinimo vėdinimo sistemos su mini rekuperatoriais butuose įrengimas.
- Stogo perdangos apšiltinimas ir naujos dangos įrengimas;
- Pastato fasadų, cokolio apšiltinimas ir apdaila, nuogrindos įrengimas;
- Nesandarių senų langų ir balkono durų pakeitimas, angokraščių apšiltinimas;

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	**0,25	2990	
Senų langų ir balkonų durų keitimas	2,5	**1,55	184	Atliekant nuostolių skaičiavimus buvo naudojama 1,65 W/m ² K bendra langų ir balkonų durų šilumos perdavimo koeficiento vertė, nes buvo matuojama tik įstiklinta lango dalis.
Stogo šiltinimas	*0,85	**0,22	362	Šilumos perdavimo koeficientas po modernizavimo apibūdina visos stogo konstrukcijos bendrą šilumos perdavimo koeficientą.
Šildymo sistemos atnaujinimas	-	-	-	Šildymo sistemos pertvarkymas, magistralinių vamzdžių keitimas ir šiltinimas, sistemos balansavimas, naujų šildymo prietaisų įrengimas, termostatinė ventilių įrengimas.
Decentralizuotos oro tiekimo-ištraukimo sistemos įrengimas	0,2 h ⁻¹	0,4 h ⁻¹	-	Daroma prielaida, kad po vėdinimo sistemos su mini rekuperatoriais įrengimo, 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 +16,7 °C;
- po modernizavimo, pagal matavimo duomenis išmatuota faktinė temperatūra +21,5 °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	9334		108,680			
Vasaris	7915		79,610			
Kovas	9017		90,020			
Balandis	9030		42,100			
Gegužė	8880		19,660			
Birželis	7773		15,390			
Liepa	13431		16,450			
Rugpjūtis	8256		16,080			
Rugsėjis	9064		18,060			
Spalis	10534		36,190			
Lapkritis	9472		59,910			
Gruodis	10367		74,000			
IŠ VISO:	113073		576,150			

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	10640		103,050			
Vasaris	9403		69,270			
Kovas	10335		52,970			
Balandis	10257		32,260			
Gegužė	8808		19,310			
Birželis	8298		17,800			
Liepa	7632		14,440			
Rugpjūtis	7718		16,150			
Rugsėjis	7830		19,890			
Spalis	10080		38,540			
Lapkritis	10487		68,020			
Gruodis	10230		84,820			
IŠ VISO:	111717		536,520			

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	10447		69,740			
Vasaris	8388		54,910			
Kovas	10552		42,700			
Balandis	9332		35,650			
Gegužė	12082		20,910			
Birželis	8168		18,210			
Liepa	6465		18,270			
Rugpjūtis	8124		17,570			
Rugsėjis	10135		18,250			
Spalis	8361		31,780			
Lapkritis	9874		42,630			
Gruodis	8278		54,510			
IŠ VISO:	110207		425,130			

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	12489		62,770			
Vasaris	8408		66,690			
Kovas	8206		58,400			
Balandis	8111		21,960			
Gegužė	8118		16,360			
Birželis	6900		13,470			
Liepa	6786		14,390			
Rugpjūtis	6921		13,880			
Rugsėjis	8476		14,140			
Spalis	8240		23,280			
Lapkritis	11415		48,120			
Gruodis	2676		55,520			
IŠ VISO:	96746		408,980			

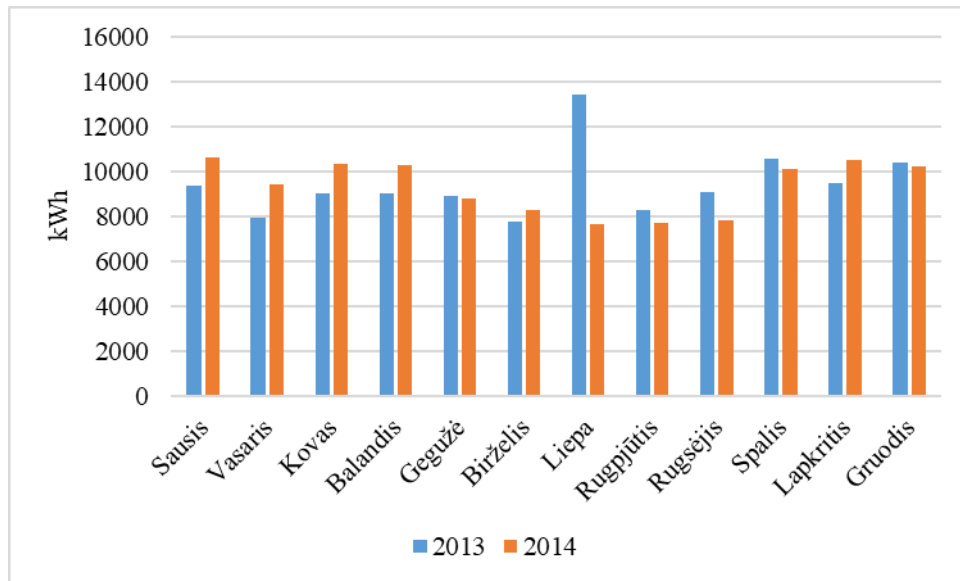
Kaip matyti iš aukščiau pateiktų lentelių šilumos ir elektros faktinės sąnaudos prieš ir po modernizavimo apima daugiau nei vienerius kalendorinius metus.

3.1 Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai

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

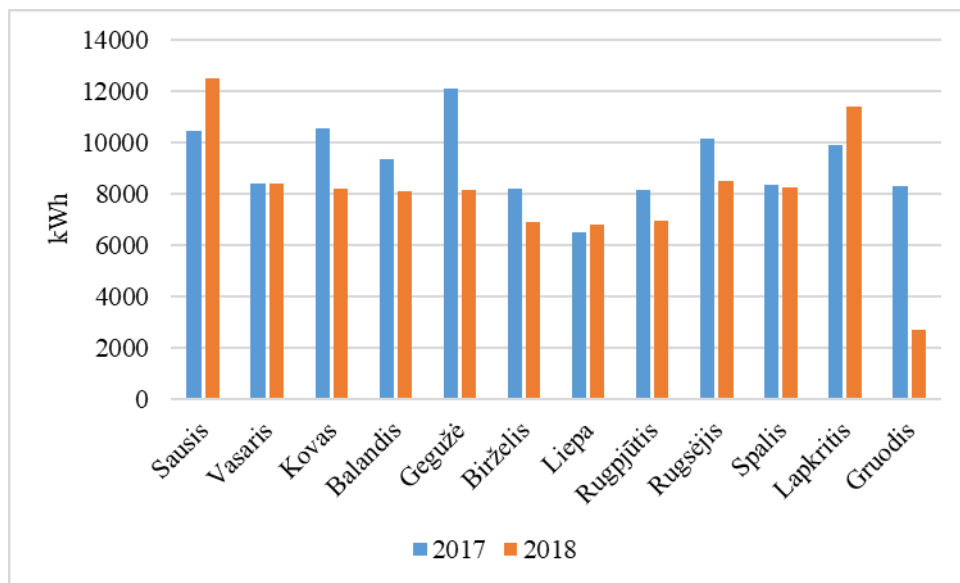
3.1 paveiksle pavaizduotas faktinis kasmėnesinis elektros suvartojimas prieš renovaciją per 2013-2014 metų laikotarpį, o 3.2 pav. – po renovacijos (2017-2018 m.).

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 (nuo -15% iki 46%). Šaltesniuju laikotarpiu sąnaudos šiek tiek didesnės nei šiltuoju metu (išskyrus 2013 m. liepos mėnesį). Elektros suvartojimo staigus padidėjimas liepos mėnesį priežastys nėra žinomos, tačiau galima spėti, kad tai susiję su deklaravimo netikslumais vasaros atostogų metu.



3.2 pav. Elektros sąnaudos 2017 ir 2018 metais

Elektros vartojimas po renovacijos (3.2 pav.) 2017 ir 2018 m. atskirais mėnesiais pasižymi gana dideliu nepastovumu (nuo -67% iki 55%). Tai iš dalies gali būti susiję ir su naujos vėdinimo sistemos veikimo ypatumais. Tendencijos išlieka panašios – daugiau vartojama šildymo sezono metu.

Vidutiniškai po modernizavimo (nepaisant papildomos elektros vartojimo vėdinimo ventiliatoriams), elektros sąnaudos sumažėjo apie 8%. Ši sumažėjimą galėjo įtakoti geresnės mikroklimato sąlygos po modernizavimo, dėl ko gyventojai papildomai nenaudojo elektrinių šildymo prietaisų.

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	113073	36,31	3,03	174,50
2014	111717	35,87	2,99	172,40
2017	110207	35,39	2,95	170,07
2018	96746	31,07	2,59	149,30

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, maisto ruošimui ir buitiniams prietaisams.

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			90,23	90,23
Vasaris	28	-4,1	624			78,41	78,41
Kovas	31	-0,3	567			68,39	68,39
Balandis	30	6,0	360			37,85	37,85
Gegužė	3	9,9	24			2,03	2,03
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			3,08	3,08
Spalis	31	7,3	332			33,07	33,07
Lapkritis	30	2,2	474			54,94	54,94
Gruodis	31	-2,1	623			76,75	76,75
Viso	220	0,95	3756			444,74	444,74

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 - 0,2 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną, yra lygus 445 MWh (143 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			39,86	39,86
Vasaris	28	-4,1	624			34,31	34,31
Kovas	31	-0,3	567			28,35	28,35
Balandis	30	6,0	360			12,52	12,52
Gegužė	3	9,9	24			0,33	0,33
Gegužė							
Birželis							
Liepa							
Rugpjūtis							
Rugsėjis							
Rugsėjis	5	10,3	38			0,39	0,39
Spalis	31	7,3	332			9,75	9,75
Lapkritis	30	2,2	474			21,52	21,52
Gruodis	31	-2,1	623			32,76	32,76
Viso	220	0,95	3756			179,78	179,78

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 - 0,4 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną yra lygus 180 MWh (58 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	2989	1,00	17,05	220	341,8	69%	77%
2.	Butų ir balkonų langai	1,95	578	1,00	17,05	220	101,19	20%	23%
3.	Stogas	0,85	361	1,00	17,05	220	27,7	6%	6%
4.	Grindys	0,71	325	0,75	17,05	220	15,6	3,1%	3,5%
5.	Laiptinių langai	1,77	70,2	1,00	17,05	220	11,2	2,2%	2,5%
6.	Durys	2,50	5,4	1,00	17,05	220	1,2	0,2%	0,3%
Iš viso per atitvaras							498,6	100 %	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8719 m ³	0,2 h ⁻¹	17,05	220	52,8		12%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-118,34		-27%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-106,63		-24%
Iš viso šilumos nuostolių:							444,7		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 pritekįs sudaro: pritekiai nuo žmonių ir įrangos.
- Prieš modernizavimą pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdant automatizuotą reguliavimą šilumos punkte. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekiai panaudojami 90 % efektyvumu (šilumos punktas buvo atnaujintas iki modernizavimo).

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	0,25	2989	1,00	17,05	220	67,3	36%	37,4%
2.	Butų ir balkonų langai	1,67	578	1,00	17,05	220	87,0	46%	48,4%
3.	Stogas	0,22	361	1,00	17,05	220	7,2	4%	4,0%
4.	Grindys	0,71	325	0,75	17,05	220	15,6	8%	8,7%
5.	Laiptinių langai	1,70	70,2	1,00	17,05	220	10,72	6%	6,0%
6.	Durys	2,50	5,4	1,00	17,05	220	1,22	0,6%	0,7%
Iš viso per atitvaras							189,0	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8719 m ³	0,40 h ⁻¹	17,05	220	105,53		59%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekiai</i>							-116,78		-65%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-114,73		-64%
Iš viso šilumos nuostolių:							179,8		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 98 % efektyvumu.
- Dėl decentralizuotos vėdinimo sistemos įrengimo padidėjo oro kaita, tačiau šilumos balanso pagrindu, vėdinimo sistemos rekuperatorių nauda buvo įvertinta per mažesnę (menamą) oro kaitą, kuri iš tikrųjų galėjo siekti 0,48 h⁻¹. Priimta, kad neveikiančios mechaninės vėdinimo sistemos metu (dėl angų sienose) padidėja natūralaus oro pritekėjimo kiekis.

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	444,7	179,8	265,0
2.	Šilumos poreikis šildomų patalpų ploto vienetai per šildymo sezoną, kWh/m ² /metus	142,8	57,7	85,1
3.	Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje MWh/metų	207,9	198,5	9,3
4.	Santykinis šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje šildomų patalpų ploto vienetai per metus kWh/m ² /metus	66,8	63,8	3,0
5.	Elektros energijos sąnaudos per metus, MWh/metų	112,4	103,5	8,9
6.	Elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų ploto vienetai per metus, kWh/m ² /metus	36,09	33,2	2,9

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 265,0 MWh (85,1 kWh/m²) arba 60 % šilumos poreikio prieš modernizavimą. Centralizuotai tiekiamos šilumos sąnaudos karšto vandens sistemoje sumažėjo 4%, tačiau šis sumažėjimas gali būti paaiškinamas nežymiai pasikeitusiu karšto vandens vartojimo (kuris nėra žinomas). Mažesnis 8% elektros vartojimas gali būti susijęs su geresnėmis mikroklimato sąlygomis po modernizavimo, dėl ko gyventojai papildomai nenaudojo elektrinių šildymo prietaisų

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 modernizavimo	Šilumos poreikis prie norminių sąlygų prieš modernizavimą		Šilumos poreikis prie norminių sąlygų po modernizavimo		Šilumos sutaupymas prie norminių sąlygų		
	U, W/(m²K)		MWh/met etus	kWh/m²	MWh/met us	kWh/m²	MWh/m etus	kWh/ m²	%
Sienos	1,27	0,25 (0,2)	341,8	109,7	67,3	21,6	274,5	88,1	80%
Butų langai/balkonų durys	1,95	1,67 (1,3)	101,2	32,5	87,0	27,9	14,2	4,5	14%
Stogas	0,85	0,22 (0,16)	27,7	8,9	7,2	2,3	20,5	6,6	74%
Grindys	0,71	0,71	15,6	5,0	15,6	5,0	0,0	0,0	0%
Laiptinių langai	1,77	1,70 (1,3)	11,2	3,6	10,7	3,4	0,5	0,2	4%
Durys	2,5	2,5	1,2	0,4	1,2	0,4	0,0	0,00	0%
Viso per atitvaras:			498,6	160,1	189,0	60,7	309,6	99,4	62%
Infiltracija	0,2 h ⁻¹	0,4 h ⁻¹	52,8	16,9	105,5	33,9	-52,8	-16,9	-100%
Pastato šilumos nuostoliai:			551,4	177,1	294,5	94,6	256,9	82,5	47%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis			-106,6	-34,2	-114,7	-36,8	8,1	2,6	8%
Iš viso šilumos nuostolių:			444,7	142,8	179,8	57,7	265,0	85,1	60%

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 60 % (265,0 MWh/metai arba 85,1 kWh/m²).
- Daugiausiai energijos taupo pasyvios priemonės, kurių įtaka bendrame pastato energijos balanse taip pat yra didžiausia. Tai yra sienų (274,5 MWh/metai arba 88,1 kWh/m²; 80 %), stogo apšiltinimas (20,5 MWh/metai arba 6,6 kWh/m²; 74 %), dalies senų langų ir balkonų durų keitimas (14,6 MWh/metai arba 4,7 kWh/m²; 13 %). 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 8%.
- Išmatuota 3 butų patalpose vidutinė faktinė oro temperatūra (21,5 °C, 21,8 °C ir 20,7 °C) buvo aukštesnė nei prieš modernizavimą. Matavimo metu temperatūros svyravimų amplitudė neviršijo 2 °C. Analizuotų butų faktinė vidutinė per analizuojamą laikotarpį santykinės drėgmės reikšmės buvo 41,3 %, kas atitinka normas (35 %– 60 %).
- Faktinis vidutinis nakties didžiausio patikimumo intervalo (nuo 00:00 iki 05:00 valandos) išorinės **sienos** šilumos perdavimo koeficientas $U_f = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($R_f = 4,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), lango stiklo paketo - $U_f = 1,55 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($R_f = 0,65 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), stogo perdenginio - $U_f = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($R_f = 4,58 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$).
- Diegiant pasyvias energijos taupymo priemones, tuo pačiu didinant pastato sandarumą, svarbu spręsti patalpų vėdinimo klausimą. Šiuo atveju, oro kaitos padidėjimas patalpose buvo sprendžiamas diegiant decentralizuotą mechaninio tiekimo-ištraukimo sistemą su mini rekuperatoriais. Tai atskleidžia atlikti CO₂ koncentracijos matavimai. Analizuojamame bute vidutinis CO₂ koncentracijos lygis per nagrinėtą laikotarpį buvo 999 PPM. Faktinės reikšmės svyravo nuo 620 iki 1759 PPM. CO₂ koncentracija visuomet viršijo 1000 PPM ribą nakties metu. Tai reiškia, kad ši mechaninio vėdinimo sistema neužtikrina kokybiško patalpų vėdinimo. Be to, termovizinės nuotraukos rodo, kad kituose butuose šie įrenginiai matavimo metu buvo išjungti. Šios vėdinimo sistemos rekuperatorių nauda buvo įvertinta per mažesnę (menamą) oro kaitą (0,4 h⁻¹), kuri iš tikrųjų galėjo siekti 0,48 h⁻¹. Tokiu būdu rekuperatorių metiniai šilumos sutaupymai siekia apie 6,7 kWh/m². Priimta, kad neveikiančios mechaninės vėdinimo sistemos metu (dėl angų sienose) padidėja natūralaus oro pritekėjimo kiekis. Gyventojai nepasirenka centralizuoto 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.

- 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