

OBJEKTO PAVADINIMAS:	DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO, ESANČIO KAUNO 93, JONAVOJE ATNAUJINIMAS (MODERNIZAVIMAS)
---------------------------------	--



OBJEKTO ADRESAS	Kauno g. 93, LT-55179 Jonava
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	4
2.1.	Energijos taupymo priemonės.....	7
3.	ENERGIJOS SĄNAUDŲ BALANSAI	8
3.1.	Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai.....	10
3.2.	Norminės šilumos sąnaudos ir šilumos balansas	11
4.	IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	17
5.	LITERATŪRA	18

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 šilumos ir stogo perdavimo koeficiento, patalpų vidaus temperatūros, santykinės drėgmės, CO₂ koncentracijos matavimai, daromos išorinių fasadų 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 vadovaujamas 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, esančio Jonavoje, Kauno g. 93, būklę po modernizavimo. Duomenys apie pastatą surinkti pagal atliktų investicijų projekto, energinio sertifikato/sertifikatų, techninio darbo projekto, įgyvendintų priemonių ekspertizės, 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 neaiškos 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	Kauno g. 93, Jonava
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	UAB Jonavos paslaugos Tel. 8 349 52939
1.4.	Pastato aukštų skaičius	5
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	4
1.6.	Butų skaičius	50
1.7.	Pastato pastatymo metai	1977
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 58×13×15 (TP brėžiniai)
1.10.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų, m	2,5
1.11.	Vidutinis rūšio ir cokolio aukštis, m	n. d.
2.	Pastato patalpų (toliau – patalpos) plotas, m ²	
2.1.	Patalpų bendrasis plotas (iš viso)	3950
2.2.	Patalpų gyvenamasis plotas	2555
2.3.	Patalpų negyvenamasis (verslo) plotas	-
2.4.	Patalpų naudingasis plotas (šildomas)	2760
2.5.	Pagalbinių patalpų plotas	n.d.
2.8.	Rūsio plotas	641
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	11310 (6388)
3.2.	Rūsio tūris	n. d.
4.	Pastato atitvaros	
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos	Plytų mūras
4.2.	Pertvaros	Plytų mūras
4.3.	Išorinės sienos	Silikatinių ir raudonų molio plytų mūras apšiltintas termoizoliacinėmis plokštėmis
4.4.	Rūsio perdenginys	g/b plokštė
4.5.	Aukšto perdenginys	g/b plokštė

Lentelės tęsinys					
4.6.	Stogas			Sutapdintas, papildomai apšiltintas	
4.7.	Langai			Plastikiniai su stiklo paketu.	
5.	Pastato fasadų plotai, m ² (pagal investicijų planą ir energinį sertifikatą)				
5.1.	Fasadas (toliau – F)	F1	F2	F3	F4
5.2.	F orientacija (pvz., Šiaurė / Rytai / Pietryčiai ...)				
5.3.	Sienos (be langų ir durų)	2792			
5.4.	Langai (įskaitant laiptinių langus)	458			
5.5.	Laiptinių langai	98			
5.6.	Lauko durys	28			
5.7.	F atitvarų plotų suma	3278			
6.	Pastato stogo plotas, m ²				
6.1.	Stoglangių plotas			Nėra	
6.2.	Bendras stogo plotas			791	
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m ²				
7.1.	Pagrindiniai butų langai (įskaitant ir balkonų duris)			360	
7.2.	Laiptinių langai			98	
7.3.	Lauko durys			28	
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. Šachtos išvalytos, viršutinė dalis ant stogo izoliuota. Pastatas vėdinamas natūraliai pagal poreikį, mechaninės sistemos nėra.		
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.		Natūrali vėdinimo sistema veikia nuolat, priklausomai nuo išorės ir vidaus sąlygų.		
9.	Pastato karšto vandens tiekimo sistema				
9.1.	Karšto vandens (toliau – KV) ruošimo apibūdinimas		Karštas vanduo ruošiamas šilumos punkte ir per cirkuliacinę sistemą paskirstoma į butus.		
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)		Šilumos punkte plokštinis.		
9.3.	KV vamzdynų izoliacijos būklė (atskirai magistralės ir stovai)		Karšto vandentiekio magistraliniai vamzdynai yra izoliuoti.		
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		

Lentelės pabaiga		
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)	Nepriklausoma (pirmininko informacija)
10.5.	Šilumos punkto tipas (elevatorinis / su šilumokaičiu / kitoks – nurodyti, koks)	Su pagal išorės temperatūros kitimą veikiančiu debito reguliatoriumi ir cirkuliaciniu siurbliu.
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Sekcijiniai ketiniai, laiptinėse – plieniniai šlampuoti..
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.
11.2.	Vidutinė šildymo sezono patalpų oro temperatūra (apytikriai)	Matavimo metu vidutinė butų temperatūra 21,5 °C
11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	2 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?	N.d.
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 sumines šilumos sąnaudas karšto vandens ruošimui.
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.	Pagrindiniai elektros energijos vartojimo įrenginiai	Patalpų apšvietimas, buitiniai el. prietaisai.
15.	Duomenys apie pastato atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų modernizavimą	
15.1.	Apšiltinta išorinių sienų, m ²	2016 m. apšiltintos išorinės sienos, balkonai, cokolis (~2800 m ²)
15.2.	Pakeista langų, lauko durų, m ²	Pakeista dalis langų (~35 m ²);
15.3.	Apšiltintas stogas, m ²	Apšiltinta papildomai, formuojant nuolydį.
15.4.	Modernizuotas šilumos punktas	Šilumos punktas pakeistas prieš 2016 m. modernizavimą
15.5.	Modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos	2016 m. izoliuoti magistraliniai šildymo sistemos vamzdynai.
15.6.	Modernizuota vėdinimo sistema	Palikta natūrali pritekėjimo.
15.7.	Kita	Atnaujintas balkonų įstiklinimas (~80 m ²)

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

2.1. Energijos taupymo priemonės

Jonavos rajono savivaldybės administracijos užsakymu paruoštas daugiabučio gyvenamojo namo Kauno 93, Jonavoje atnaujinimo (modernizavimo) techninis darbo projektas. Projekte numatytos šios energijos taupymo priemonės:

- fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.
- balkonų įstiklinimas,
- vėdinimo sistemų sutvarkymas,
- sutapdinto stogo šiltinimas, taip pat naujos dangos įrengimas,
- butų ir kitų patalpų langų keitimas.

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

2.2 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	1,00*	0,36**	2792	Prieš modernizavimą šilumos perdavimo koeficiento reikšmė sumažinta lyginant su investicijų planu.
Butų ir balkonų įstiklinimas ir langų įrengimas	1,8	1,24	35	Keičiama dalis langų.
Laiptinių langų keitimas	1,8	1,6	77	Keičiama dalis langų.
Stogo šiltinimas	0,5	0,13	791	Šilumos perdavimo koeficientai iš investicijų plano ir techninio projekto.
Grindys	0,71	0,71	400	
Durų keitimas	1,8	1,8	28	Lauko durys nekeistos
Šildymo sistemos pertvarkymas	-	-	-	Vienvamzdės sistemos palikimas. Balansiniai ventiliai ant stovų.
Oro ištraukimo sistemos pertvarkymas	0,05	0,1	-	Daroma prielaida, oro kaita butuose pagerėja.

* Pastato atitvarų šiluminės charakteristikos apibūdinančios padėtį prieš modernizavimą paimtos iš energinio sertifikato ir investicijų projekto, o sienos šilumos perdavimo koeficientas sumažintas nuo 1,27 iki 1,0 (W/m²K). Tai lėmė detalesnis faktinių šilumos poreikių prie norminių sąlygų balansavimas.

** Šilumos perdavimo koeficientai atitinka matavimo metu nustatytus dydžius, kitų priemonių šiluminės charakteristikos paimtos pagal techninio projekto ir 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:

- šilumos mėnesinės sąnaudos patalpų šildymui ir karšto vandens ruošimui 2013 metais bei po modernizavimo 2018 metais;
- elektros energijos sąnaudos prieš ir po modernizavimo 2013 ir 2018 metais;
- vidutinė priimta ir apskaičiuota pagal energijos balansą šildymo sezonų patalpų temperatūra per analizuotą metų laikotarpį +16°C;
- po modernizavimo, pagal matavimo duomenis nustatyta ir apskaičiuota pagal energijos balansą faktinė temperatūra +21 °C
- priimta norminė temperatūra butuose yra +18 °C.

3.1 lentelė. Faktinių energijos sąnaudų suvestinė prieš modernizavimą 2013 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	5209		64	6,13	58,32	
Vasaris	4142		51	5,53	45,52	
Kovas	4892		51	5,90	45,46	
Balandis	3944		23	5,16	17,52	
Gegužė	4805					
Birželis	3389					
Liepa	5186					
Rugpjūtis	3732					
Rugsėjis	3701					
Spalis	4266		18	5,21	12,36	
Lapkritis	4936		35	5,27	30,05	
Gruodis	4514		47	4,48	42,06	
*IŠ VISO:	52714				251,28	

Pastaba: dėl pateiktų duomenų, šiluma nagrinėjama tik šildymo sezono metu.

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

3.1 lentelė. Faktinių energijos sąnaudų suvestinė po modernizavimo 2018 m.

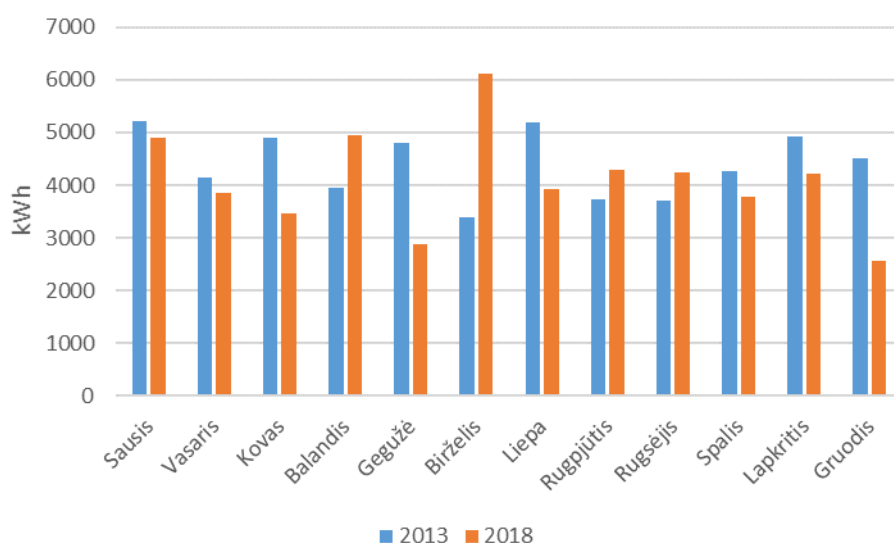
2018						
	Elektros energija		Šilumos energija			
Mėnuo	kWh	Kaina, € (su PVM)	Iš viso, MWh	Iš to sk. karštas vanduo, MWh	Iš to sk. patalpų šildymas, MWh	Iš viso kaina, € (su PVM)
Sausis	4910		37	5,41	31,52	
Vasaris	3859		42	4,44	37,22	
Kovas	3455		40	4,59	35,24	
Balandis	4959		12	4,95	6,67	
Gegužė	2875					
Birželis	6123					
Liepa	3917					
Rugpjūtis	4283					
Rugsėjis	4244					
Spalis	3783		13	5,05	7,64	
Lapkritis	4211		30	5,25	24,39	
Gruodis	2576		37	4,69	32,46	
IŠ VISO:	49195				175,13	

Kaip matyti iš aukščiau pateiktų lentelių šiluminės energijos ir elektros faktinės sąnaudos prieš ir po modernizavimo apima bent vienerius kalendorinius metus.

3.1. Elektros energijos faktinės sąnaudos ir balansai

Šiame skyriuje aptariamos faktinės elektros sąnaudos prieš ir po modernizavimo.

3.1 paveiksle pavaizduotas faktinis kas mėnesinis elektros suvartojimas per 2013 ir 2018 metų laikotarpį.



3.1 pav. Elektros sąnaudos 2013 ir 2018 metais

3.1 paveiksle pateiktos mėnesinės elektros sąnaudos mažai kinta, bet bendras vartojimas išlieka panašus. Metinės elektros energijos sąnaudos ir lyginamieji duomenys (pagal 2018 m.) pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 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
2018	49195	19,3	1,6	82,0

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.

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 per 2016 metus atliktas ir planuojamas modernizacijos priemonės**.

3.3 lentelėje pateiktos detalizuotos šilumos sąnaudos šildymui, vėdinimui ir karšto vandens ruošimui (perskaičiuotos norminiams metams).

3.3 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	5,98	5,71	64,86	76,55
Vasaris	28	-4,1	624	5,45	5,20	56,52	67,18
Kovas	31	-0,3	567	5,98	5,71	50,07	61,76
Balandis	30	6,0	360	5,79	5,53	29,27	40,59
Gegužė	3	9,9	24	0,58	0,55	1,74	2,87
Gegužė				5,40	5,16	0,00	10,6
Birželis				5,79	5,53	0,00	11,3
Liepa				5,98	5,71	0,00	11,7
Rugpjūtis				5,98	5,71	0,00	11,7
Rugsėjis				4,82	4,61	0,00	9,43
Rugsėjis	5	10,3	38	0,96	0,92	2,69	4,58
Spalis	31	7,3	332	5,98	5,71	26,16	37,85
Lapkritis	30	2,2	474	5,79	5,53	40,84	52,16
Gruodis	31	-2,1	623	5,98	5,71	55,73	67,42
Viso	220	0,85	3756	70,5	67,3	327,9	466

Skaičiavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 220 paros
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra 0,85 °C
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C

- Pastate įrengti nauji langai, jie yra sandarus, o vėdinimas yra natūralus, todėl priimta bendra viso pastato oro kaita - 0,05 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną, yra lygus 328 MWh (128 kWh/m²).

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	5,43	5,71	31,06	42,20
Vasaris	28	-4,1	624	4,95	5,20	26,93	37,08
Kovas	31	-0,3	567	5,43	5,71	23,18	34,32
Balandis	30	6,0	360	5,25	5,53	12,21	22,99
Gegužė	3	9,9	24	0,53	0,55	0,59	1,67
Gegužė				4,90	5,16	0,00	10,06
Birželis				5,25	5,53	0,00	10,78
Liepa				5,43	5,71	0,00	11,14
Rugpjūtis				5,43	5,71	0,00	11,14
Rugsėjis				4,38	4,61	0,00	8,98
Rugsėjis	5	10,3	38	0,88	0,92	0,88	2,67
Spalis	31	7,3	332	5,43	5,71	10,44	21,58
Lapkritis	30	2,2	474	5,25	5,53	18,38	29,16
Gruodis	31	-2,1	623	5,43	5,71	26,20	37,34
Viso	220	0,85	3756	64,0	67,3	149,9	281

Skaičiavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 220 paros
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra 0,85 °C
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną yra lygus 150 MWh (59 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.

3.4 lentelė. Šilumos poreikio balansas atskiriems pastato elementams prieš modernizavimą

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/(m²K)	Išorės atitvaros plotas A, m²	Koeficientas n	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.-\theta_{iš.}}$, °C	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
							MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1.	Sienos	1,00	2792	1,00	17,15	220	252,8	68%	77%
2.	Butų ir balkonų langai	1,29	360	1,00	17,15	220	42,1	11%	13%
3.	Stogas	0,50	791	1,00	17,15	220	35,8	10%	11%
4.	Grindys	0,71	400	0,75	17,15	220	19,3	5,2%	5,9%
5.	Laiptinių langai	1,76	98,0	1,00	17,15	220	15,6	4,2%	4,7%
6.	Durys	1,80	28,0	1,00	17,15	220	4,6	1,2%	1,4%
Iš viso per atitvaras							370,2	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8295 m³	0,05	17,15		12,6		4%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekliai</i>							- 12,78		-4%
<i>Karšto vandentiekio sistemos pritekliai</i>							- 40,57		-12%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							- 53,35		-16%
Iš viso šilumos nuostolių:							329,4		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.
- Daroma prielaida, kad visi šilumos pritekliai dėl karšto vandentiekio sistemos cirkuliacijos yra naudingai panaudojami šildymo sezono metu ir tenka pastato šilumos nuostolių padengimui. Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekliai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos priteklus sudaro pritekliai nuo žmonių ir įrangos.
- Prieš modernizavimą pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdant reguliavimą šilumos punkte.
- Pagal pastatų atitvarų charakteristikas paskaičiuoti suminiai šilumos nuostoliai skiriasi nuo 3.4 lentelėje pagal perskaičiuotas šilumos sąnaudas nustatytus šilumos poreikius. Šis skirtumas mažesnis nei 1 %, o tai neviršija 8 % ribos pagal metodiką [1].

3.5 lentelė. Šilumos poreikio balansas atskiriems pastato elementams po modernizavimo

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2K)$	Išorės atitvaros plotas A , m^2	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.}-\theta_{iš.}$, $^{\circ}C$	Koeficientas n	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
							MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1.	Sienos	0,36	2792	1,00	17,15	220	91,0	51%	60,4%
2.	Butų ir balkonų langai	1,24	360	1,00	17,15	220	40,4	23%	26,8%
3.	Stogas	0,13	791	1,00	17,15	220	9,3	5%	6,2%
4.	Grindys	0,71	400	0,75	17,15	220	19,3	11%	12,8%
5.	Laiptinių langai	1,6	98,0	1,00	17,15	220	14,20	8%	9,4%
6.	Durys	1,8	28,0	1,00	17,15	220	4,56	3%	3,0%
Iš viso per atitvaras							178,8	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			8295 m ³	0,1	17,15	220	25,25		17%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekliai</i>							-12,8		-8%
<i>Karšto vandentiekio sistemos pritekliai</i>							-40,6		-12%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-53,3		-35%
Iš viso šilumos nuostolių:							150,7		100%

Pastabos:

- Mažesnius šilumos nuostolius dėl mažesnio aplinkų temperatūrų skirtumo į nešildomą rūšį įvertina koeficientas n , kurio reikšmė 0,75. Taip pat dėl cokolio šiltinimo priimamas mažesnis šilumos perdavimo koeficientas.
- Šilumos perdavimo koeficientai parinkti pagal techninio projekto ir atliktų matavimų duomenis.
- Daroma prielaida, kad visi šilumos pritekliai dėl karšto vandentiekio sistemos cirkuliacijos yra naudingai panaudojami šildymo sezono metu ir tenka pastato šilumos nuostolių padengimui. Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekliai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos priteklus sudaro: pritekliai nuo žmonių ir įrangos. Po modernizavimo daroma prielaida, kad dėl balkonų įstiklinimo dalis išorinių priteklių nepatenka į butus, todėl šis dydis mažėja apie 10%.
- Pagal pastatų atitvarų charakteristikas paskaičiuoti suminiai šilumos nuostoliai skiriasi nuo 3.4 lentelėje pagal perskaičiuotas šilumos sąnaudas nustatytus šilumos poreikius. Šis skirtumas yra mažesnis nei 1 %, o tai neviršija 8 % ribos pagal metodiką [1].

3.3. Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai

Šilumos ir elektros vartojimo rodikliai prieš ir po modernizavimo pateikiami 3.6 ir 3.9 lentelėse.

3.6 lentelė. Šilumos energijos vartojimo rodikliai

	Rodiklio pavadinimas	Prieš modernizavimą	Po modernizavimo	Skirtumas
1.	Šilumos energijos poreikis pastato patalpų šildymui, MWh/metus	329,4	150,7	178,7
2.	Šilumos poreikis šildomų patalpų ploto vienetai per šildymo sezoną, kWh/m ² /metus	128,9	59,0	70,0
3.	Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje MWh/metus	137,8	131,2	6,5
4.	Santykinis šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje šildomų patalpų ploto vienetai per metus kWh/m ² /metus	53,9	51,4	2,6
5.	Elektros energijos sąnaudos per metus, MWh/metus	52,7	49,2	3,5
6.	Elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų ploto vienetai per metus, kWh/m ² /metus	20,6	19,3	1,4

Įvertinus analizuojamo pastato šilumos poreikį prie norminių sąlygų prieš ir po modernizavimo nustatyta, kad metiniai šilumos sutaupymai dėl įgyvendintų energijos taupymo priemonių siekia apie 179 MWh (70 kWh/m²) arba 54 % šilumos poreikio prieš modernizavimą. Atskirų priemonių sutaupymai detalčiau analizuojami žemiau esančioje lentelėje.

3.7 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 modernizavimo		Šilumos sutaupymas prie norminių sąlygų		
	U, W/(m²K)		MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	%
Sienos	1,00	0,36	252,8	99,0	91,0	35,6	161,8	63,3	64%
Butų ir balkonų langai	1,29	1,24	42,1	16,5	40,4	15,8	1,6	0,6	4%
Stogas	0,5	0,13	35,8	14,0	9,3	3,6	26,5	10,4	74%
Grindys	0,71	0,71	19,3	7,5	19,3	7,5	0,0	0,0	0%
Laiptinių langai	1,76	1,6	15,6	6,1	14,2	5,6	1,4	0,6	9%
Durys	1,8	1,8	4,6	1,8	4,6	1,8	0,0	0,0	0%
Viso per atitvaras:			370,2	144,9	178,8	70,0	191,4	74,9	52%
Infiltracija	0,05	0,1	12,6	4,9	25,2	9,9	-12,6	-4,9	-100%
Pastato šilumos nuostoliai:			382,8	149,8	204,0	79,9	178,7	70,0	47%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis			-53,3	-20,9	-53,3	-20,9	0,0	0,0	0%
Iš viso šilumos nuostolių:			329,4	128,9	150,7	59,0	178,7	70,0	54%

Pastabos:

- 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 **179 MWh (70 kWh/m²)** arba **54 %** per metus.
- Daugiausiai energijos taupo pasyvios priemonės, kurių įtaka bendrame pastato energijos balanse taip pat yra didžiausia. Tai yra sienų (162 MWh/metai arba 63 kWh/m²; 64 %) ir stogo apšiltinimas (26,5 MWh/metai arba 10 kWh/m²; 74 %).
- Savaitės laikotarpį matuotuose butuose vidutinė faktinė oro **temperatūra** buvo **21 °C**. Matavimo metu temperatūros svyravimų amplitudė neviršijo 2 °C. Analizuotų butų faktinės vidutinės per analizuojamą laikotarpį santykinės **drėgmės** reikšmės buvo **39 %**.
- Išmatuotas faktinis išorinės **sienos** šilumos perdavimo koeficientas **$U_f = 0,36 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** ($R_f = 2,82 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$), buvo didesnis nei numatyta technine darbo projekte.
- Išmatuotos faktinis bendras **lango** paketo - **$U_f = 1,24 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** ($R_f = 0,81 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) - faktinių šilumos perdavimo koeficientų reikšmės atitiko ir buvo geresnės nei numatyta techninėje specifikacijoje.
- Išmatuotas faktinis išorinės **stogo** šilumos perdavimo koeficientas (įvertinant sniego storį) **$U_f = 0,11 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** ($R_f = 9,22 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$), buvo mažesnis nei numatyta technine darbo projekte.
- CO₂ koncentracijos rodiklio analizė parodė, kad bent nagrinėjamuose butuose vidutinis CO₂ koncentracijos lygis per nagrinėtą laikotarpį buvo 925 ppm. Faktinės reikšmės svyravo nuo 628 iki 1741 ppm.
- 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 racionalų 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 2.01.09:2012 Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas.