

OBJEKTO PAVADINIMAS:	DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO, ESANČIO J. BASANAVIČIAUS G. 94, KĖDAINIUOSE ATNAUJINIMAS (MODERNIZAVIMAS)
-----------------------------	---



OBJEKTO ADRESAS	J. BASANAVIČIAUS G. 94, LT- 57362 KĖDAINIAI
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:  PROJEKTŲ RENGIMO CENTRAS	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	3
2.1 Energijos taupymo priemonės (iš darbų atlikimo sutarties)	6
3. ENERGIJOS SĄNAUDŲ BALANSAI	8
3.1 Norminės šilumos sąnaudos ir šilumos balansas	11
3.2 Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai	16
4. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	18
5. LITERATŪRA	20

1. APIBENDRINIMAS

Šio 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.
- Namų energinių parametrų matavimai. Atliekami sienos, lango stiklo paketo ir stogo (ar perdangos kuri ribojasi su nešildoma erdve) 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 (jei tokie pateikti) įvertinimas bei rekomendacijos.

2. BENDROS ŽINIOS

Skyriuje pateikiama susisteminta informacija apie daugiabučio, esančio Kėdainiuose J. Basanavičiaus g. 94 būklę po modernizavimo. Duomenys apie pastatą surinkti pagal atliktų investicijų projekto (toliau: IP), energinio sertifikato/sertifikatų, darbų užbaigimo akto (toliau: DUA), matavimų, atskirų energiją (elektrą, šilumą) tiekiančių įmonių pateiktus duomenis ir internetinius puslapius. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad surinktos ir sukauptos informacijos apie pastatą ir jo modernizavimą yra, tačiau ji nėra tinkamai susisteminta. Siekiant užsibrėžtų šio darbo tikslų, bet esant kai kurių duomenų trūkumui, daromos prielaidos, kurios ne visuomet gali atspindėti 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	Basanavičiaus g. 94, Kėdainiai
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	Dainius Šutkus Tel. 867080384
1.4.	Pastato aukštų skaičius	9
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	2 (foto)
1.6.	Butų skaičius	54 (IP)
1.7.	Pastato pastatymo metai	1980
1.8.	Pastate kitam juridiniam ar fiziniam asmeniui priklausančios patalpos	0 (negyvenamos paskirties) 0 m ²
1.9.	Pastato geometriniai matmenys (ilgis × plotis × aukštis virš žemės), m	-
1.10.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų, m	2,5 (priimta)
1.11.	Vidutinis rūšio ir cokolio aukštis, m	2,5 (priimta), 0,3 m (priimta)
2.	Pastato patalpų (toliau – patalpos) plotas, m ²	
2.1.	Patalpų bendrasis plotas (iš viso)	-
2.2.	Patalpų gyvenamasis plotas	-
2.3.	Patalpų negyvenamasis (verslo) plotas	-
2.4.	Patalpų naudingasis plotas (šildomas)	2984,88 (2984,88) (IP)
2.8.	Rūsio plotas	430 (IP)
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	7462,2 (7462,2)
3.2.	Rūsio tūris	1075

4.	Pastato atitvaros				
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos	Blokinė			
4.2.	Pertvaros	n. d.			
4.3.	Išorinės sienos	Blokinės izoliuotos polistireno putplasčiu tinkuotu iš išorės.			
4.4.	Rūsio perdenginys	g/b plokštė (nešiltinta)			
4.5.	Aukšto perdenginys	g/b plokštė			
4.6.	Stogas	Stogas sutapdintas. Stogas apšiltintas ir pakeista danga., prieš modernizavimą			
4.7.	Langai	Modernizavimo metu pakeisti visi seni langai.			
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 ...)	Šiaurė	Rytai	Pietūs	Vakarai
5.3.	Sienos (be langų ir durų)	2990 (IP)			
5.4.	Langai (naujai pakeisti)	440 (IP)			
5.5.	Laiptinių ir rūsių langai (naujai pakeisti)	105			
5.6.	Butų ir kitų patalpų balkonų durų plotas (naujai pakeisti)	126			
5.7.	Lauko durys (rūsio ir kitos lauko durys)	6,6			
5.8.	Cokolio plotas	240			
5.9.	F atitvarų plotų suma	3707			
6.	Pastato stogo plotas, m ²				
6.1.	Stoglangių plotas				Nėra
6.2.	Bendras stogo plotas				470
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m ²				
7.1.	Pagrindiniai butų langai (įskaitant ir balkonų duris)				566
7.2.	Pakeisti langai				545 (IP)
7.3.	Bendro naudojimo langai (rūsio langai)				105 (
7.4.	Lauko durys				22
7.5.	Kita 1 aukšto/rūsio perdanga (grindys ant grunto)				430 (40)
8.	Pastato vėdinimo sistema				
8.1.	Tipas (pvz.: natūrali kanalinė, mechaninė ir t. t.):	Natūrali kanalinė			
8.2.	Vėdinimo būklės apibūdinimas (pvz.: nėra traukos, rasoja sienos ir stiklų paviršiai, pastebėti pelėsiai ir t. t.)	Visuose butuose sumontuoti nauji sandarūs langai, įstiklinti balkonai, oro ištraukimas iš WC, vonios ir dušo patalpų ištraukiamas per vėdinimo šachtas. Pastatas vėdinamas natūraliai, mechaninės sistemos nėra.			
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.	Natūrali vėdinimo sistema veikia nuolat. Atlikti CO2 koncentracijos matavimai rodo mažą oro kaitą patalpose, kuri dažnai neatitinka minimalių reikalavimų (>1000 ppm).			

9.	Pastato karšto vandens tiekimo sistema	
9.1.	Karšto vandens (toliau – KV) ruošimo apibūdinimas	Karštas vanduo ruošiamas šilumos punkte ir per cirkuliacinę sistemą paskirstoma į butus. Magistralės izoliuotos.
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)	Ruošiamas per karšto vandens šilumokaitį.
9.3.	KV vamzdynų izoliacijos būklė (atskirai magistralės ir stovai)	Modernizavimo metu įrengta.
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	Pastatą energija aprūpina miesto centralizuotas šilumos tiekimas.
10.2.	Šilumos paskirstymas ŠS stovuose (viršutinis ar apatinis)	-
10.3.	Magistralinių vamzdynų izoliacija (izoliuoti vamzdynai ar ne; kiek procentų vamzdynų izoliuota)	Magistraliniai vamzdynai izoliuoti.
10.4.	ŠS prijungimas šilumos punkte (priklausomas / nepriklausomas)	Nepriklausomas
10.5.	Šilumos punkto tipas (elevatorinis / su šilumokaičiu / kitoks – nurodyti, koks)	Automatizuotas šilumos punkte su plokšteliniu šilumokaičiu.
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Šildymo sistema buvo sutvarkyta dar prieš modernizaciją.
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. (ši priemonė įgyvendinta prieš modernizaciją)
11.2.	Vidutinė šildymo sezono patalpų oro temperatūra (apytikriai)	Matavimo metu vidutinė 3 butų temperatūra 21,0 °C
11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	3 butų matavimo rezultatai rodo gana skirtingą patalpų vidaus temperatūrų pasiskirstymą, bet normos ribose.
11.4.	Ar kas nors keitė radiatorius atskirose patalpose ir ar tai turėjo įtakos kitoms patalpoms?	Duomenų nėra
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?	Taip
12.3.	Ar šilumos energija KV ruošti registruojama (atskiru atsiskaitomuoju KV apskaitos prietaisu / ar kartu su šildymu / neregistruojama)?	Šilumos skaitiklis fiksuoja šilumos sąnaudas šildymui ir karštam vandeniui.
13.	Pastato elektros energijos apskaita	
13.1.	Elektros apskaitos prietaisai, jų techninės charakteristikos	n.d.
13.2.	Objekto saugumo tiekimo kategorija	n.d.
13.3.	Taikomi elektros energijos tarifai	n.d.

13.4.	Pagrindiniai elektros energijos vartojimo įrenginiai	Patalpų apšvietimas, buitiniai prietaisai, virtuvės maisto ruošimo įranga, skalbimo ir lyginimo įranga.
15.	Duomenys apie pastato atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų modernizavimą	
15.1.	Apšildinta išorinių sienų, m ²	2016 m. apšildintos visos atitvaros.
15.2.	Pakeista langų, lauko durų, m ²	Pakeisti visi seno tipo mediniai langai ir balkonų durys; lauko durys.
15.3.	Apšildintas stogas, m ²	470 (prieš modernizavimą)
15.4.	Modernizuotas šilumos punktas	Modernizuotas šilumos punktas
15.5.	Modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos	Pastato šildymo sistema subalansuota (sumontuoti balansiniai ventiliai, ir t.t.), šilumos izoliacija atnaujinta. Karšto vandens sistema subalansuota pakeista šilumos izoliacija. Tai atlikta prieš modernizaciją
15.6.	Modernizuota vėdinimo sistema	Pastato vėdinimo sistema nemodernizuota. Modernizacijos metu išvalyti ir dezinfekuoti kanalai.
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 (iš darbų atlikimo sutarties)

DNSB „J. Basanavičiaus 94“ užsakymu paruoštas daugiabučio gyvenamojo namo Basanavičiaus g. 94, Kėdainiai atnaujinimo (modernizavimo) techninis-darbo projektas. Pagal pagrindinės sutarties aprašą atliktos šios energijos taupymo priemonės:

- Šildymo sistemos modernizavimas, balansavimas nekeičiant keičiant sistemos, magistralinių vamzdinių šiltnamų, automatinių balansinių ventilių įrengimas, sistemos balansavimas;
- Karšto vandens sistemos vamzdinių, automatinių balansinių ventilių ant stovų įrengimas ir balansavimas;
- Pastato fasadų apšildinimas, tinkavimas, pamatų ir cokolio apšildinimas, hidroizoliavimas ir apdaila, nuogrindos įrengimas;
- Nesandarių senų langų, lauko ir balkono durų pakeitimas, angokraščių apšildinimas, balkonų įstiklinimas;
- Vėdinimo kanalų valymas, naujų išmetimo stogelių, ištraukimo grotelių įrengimas;

Techniniame projekte, sutartyje ar kituose šaltiniuose numatytų darbų priimtų 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	1,00 (1,27)	**0,23	2990+240 (IP)	Sienų plotas su angokraščiais (IP) ir cokolio šiltinimas. Šiltinamas plotas 2479 m ² (rangos sutartis), nurodomas šilumos perdavimo koeficientas skliaustuose iš IP, tačiau balansuojant naudotas mažesnis rodiklis
Senų langų ir balkonų durų keitimas	2,5	**1,3	566 (IP)	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. Naujausiems langams $U=1,2$ W/m ² K
Stogo perdenginio šiltinimas	0,3	0,3	470 (IP)	Šilumos perdavimo koeficiento per stogą išmatuoti nepavyko, daroma prielaida, kad prieš modernizavimą apšiltinto stogo $U=0,3$ W/m ² K
Cokolio šiltinimas	1,6		240	IP
Rūsio perdenginys	0,71		430	IP
Lauko durų keitimas	2,4	1,4	14,99 (7,5)	Nurodytas bendras keičiamų durų plotas, laiptinės pagrindinių lauko durų plotas nurodytas skliaustuose.
Šildymo ir karšto vandens sistemų atnaujinimas	-	-	-	Pagrindinis šios sistemos pertvarkymas atliktas dar prieš modernizavimą.
Oro ištraukimo sistemos atnaujinimas	0,25 h ⁻¹	0,33 h ⁻¹	-	Daroma prielaida, kad po vėdinimo kanalų išvalymo padidėjo oro kaita.

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

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

3. ENERGIJOS 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 metais¹.
- Analizuojamas pastatas pateko į nagrinėjamų objektų sąrašą vėliausiai, kai centralizuotas duomenų užklauskimas iš AB „ESO“ jau buvo atliktas, todėl elektros energijos sąnaudų prieš 2013 ir 2014 metais, bei po modernizavimo 2017 ir 2018 metais nėra gautas ir tolimesnėje analizėje neaptariamas;
- vidutinė priimta ir apskaičiuota pagal energijos balansą šildymo sezonų patalpų temperatūra per analizuotą 2013 ir 2014 metų laikotarpį +15,46 °C (įvertinta vidutinė viso pastato temperatūra);
- po modernizavimo, pagal matavimo duomenis išmatuota faktinė temperatūra +21,04 °C;
- priimta norminė temperatūra pastate yra +18 °C.

¹ AB „Panevėžio energija“

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, € (su PVM)
Sausis			58,27	15,31	42,96	
Vasaris			36,79	14,74	22,05	
Kovas			50,33	14,29	36,04	
Balandis			28,57	14,43	14,14	
Gegužė			8,6	8,6	0	
Birželis			8,73	8,73	0	
Liepa			9,19	9,19	0	
Rugpjūtis			9,39	9,39	0	
Rugsėjis			10,13	10,13	0	
Spalis			19,24	14,1	5,14	
Lapkritis			36,34	13,21	23,13	
Gruodis			49,08	15,26	33,82	
IŠ VISO:			324,66	147,38	177,28	

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, € (su PVM)
Sausis			70,81	14,03	56,78	70,81
Vasaris			51,32	12,82	38,5	51,32
Kovas			40,25	13,21	27,04	40,25
Balandis			23,85	13,59	10,26	23,85
Gegužė			10,33	10,33	0	10,33
Birželis			10,98	10,98	0	10,98
Liepa			10,02	10,02	0	10,02
Rugpjūtis			9,97	9,97	0	9,97
Rugsėjis			11,12	11,12	0	11,12
Spalis			19,8	13,57	6,23	19,8
Lapkritis			34,85	14,63	20,22	34,85
Gruodis			45,74	13,81	31,93	45,74
IŠ VISO:			339,04	148,08	190,96	339,04

Pastaba: Duomenų apie faktinį mėnesinį karšto vandens suvartojimą (m³) – nepateikta, nurodytas tik šilumos kiekis karšto vandens ruošimui ir temperatūros palaikymui.

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, € (su PVM)
Sausis			42,96	14,75	28,21	
Vasaris			38,7	14,38	24,32	
Kovas			31,01	13,42	17,59	
Balandis			23	13,7	9,3	
Gegužė			11,7	11,7	0	
Birželis			11,62	11,62	0	
Liepa			11,48	11,48	0	
Rugpjūtis			11,22	11,22	0	
Rugsėjis			12,07	12,07	0	
Spalis			20,38	11,81	8,57	
Lapkritis			27,26	11,54	15,72	
Gruodis			36,2	12,41	23,79	
IŠ VISO:			277,6	150,1	127,5	

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, € (su PVM)
Sausis			41,2	12,66	28,54	41,2
Vasaris			39,03	11,21	27,82	39,03
Kovas			41,51	13,03	28,48	41,51
Balandis			16,58	12,05	4,53	16,58
Gegužė			10,37	10,37	0	10,37
Birželis			5,79	5,79	0	5,79
Liepa			10,29	10,29	0	10,29
Rugpjūtis			9,98	9,98	0	9,98
Rugsėjis			10,82	10,82	0	10,82
Spalis			17,31	11,21	6,1	17,31
Lapkritis			30,01	11,05	18,96	30,01
Gruodis			39,13	11,77	27,36	39,13
IŠ VISO:			272,02	130,23		272,02

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

3.1 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**. Tikslų karšto vandens šilumos suvartojimą nebuvo pateikta. Nurodytas bendras šilumos kiekis tenkantis karšto vandentiekio sistemai. Šis dydis yra išskaičiuojamas šilumos tiekėjo, todėl nėra tikslus ir neatspindi faktinių šilumos sąnaudų. Tačiau šiame darbe daroma prielaida, kad pusė šilumos tenkančios karšto vandentiekio sistemai buvo suvartota karšto vandens ruošimui, o likusi dalis – temperatūros palaikymui. Ši prielaida taip pat atspindi ir norminių šilumos poreikių skaičiavimuose.

3.3 lentelėje pateiktos detalizuotos šilumos sąnaudos šildymui vėdinimui (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	-5,3	722	7,69	5,81	50,9	64,4
Vasaris	28	-4,7	641	7,01	5,29	45,9	58,2
Kovas	31	-0,6	577	7,69	5,81	45,1	58,6
Balandis	30	5,6	372	7,45	5,62	30,1	43,1
Gegužė	2	8,0	20	0,50	0,37	1,5	2,4
Gegužė	-	-	-	7,20	5,43	-	12,6
Birželis	-	-	-	7,45	5,62	-	13,1
Liepa	-	-	-	7,69	5,81	-	13,5
Rugpjūtis	-	-	-	7,69	5,81	-	13,5
Rugsėjis	-	-	-	6,21	4,68	-	10,9
Rugsėjis	5	8,0	50	1,24	0,94	3,8	6,0
Spalis	31	6,9	344	7,69	5,81	27,2	40,7
Lapkritis	30	1,9	483	7,45	5,62	39,0	52,1
Gruodis	31	-2,9	648	7,69	5,81	48,4	61,9
Viso	219	0,46	3857	90,7	68,4	291,9	451,0

Skaičiavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 219 paros;
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra (pagal Panevėžio metrologinės stoties duomenis) 0,46 °C;
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C;
- Karšto vandens poreikis remiantis prielaida, kad pusė faktinės šilumos tenka karšto vandens ruošimui, nes nėra pateikta faktinių duomenų;
- Šilumos poreikis karšto vandens cirkuliacijai nustatytas teoriškai pagal teorinį šilumos kiekį nuo karšto vandentiekio vamzdinių.
- Didesnėje pastato dalyje įrengti nauji langai, jie yra sandarūs, o vėdinimas yra natūralus, todėl priimta bendra viso pastato oro kaita - 0,25 h⁻¹.

Atlikta pastato prieš modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną, yra lygus 291,9 MWh (98 kWh/m²). Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje (karšto vandens ruošimas ir cirkuliacijos užtikrinimas) per metus sudarė 159 MWh (53,3 kWh/m²).

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

3.4 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	-5,3	722	6,28	5,81	27,9	40,0
Vasaris	28	-4,7	641	5,72	5,29	24,5	35,5
Kovas	31	-0,6	577	6,28	5,81	19,8	31,8
Balandis	30	5,6	372	6,07	5,62	7,8	19,5
Gegužė	2	8,0	20	0,40	0,37	0,2	1,0
Gegužė	-	-	-	5,87	5,43	-	11,3
Birželis	-	-	-	6,07	5,62	-	11,7
Liepa	-	-	-	6,28	5,81	-	12,1
Rugpjūtis	-	-	-	6,28	5,81	-	12,1
Rugsėjis	-	-	-	5,06	4,68	-	9,7
Rugsėjis	5	8,0	50	1,01	0,94	0,5	2,5
Spalis	31	6,9	344	6,28	5,81	5,5	17,6
Lapkritis	30	1,9	483	6,07	5,62	14,7	26,4
Gruodis	31	-2,9	648	6,28	5,81	23,8	35,9
Viso	219	0,46	3857	73,9	68,4	124,7	267,1

Skaiciavimuose padarytos prielaidos:

- Šildymo sezono trukmė 219 paros;
- Vidutinė šildymo sezono lauko oro temperatūra (pagal Panevėžio metrologinės stoties duomenis) 0,46 °C;
- Vidutinė norminė pastato patalpų temperatūra 18 °C;
- Karšto vandens poreikis remiantis prielaida, kad pusė faktinės šilumos tenka karšto vandens ruošimui, nes nėra pateikta faktinių duomenų;
- Šilumos poreikis karšto vandens cirkuliacijai nustatytas teoriškai pagal teorinį šilumos kiekį nuo karšto vandentiekio vamzdinių.
- Vėdinimas yra natūralus, todėl priimta bendra viso pastato oro kaita - 0,33 h⁻¹.

Atlikta pastato po modernizavimą analizė parodė, kad metinis šilumos poreikis šildymui norminėmis sąlygomis, įvertinus panaudotus šilumos pritekį per šildymo sezoną yra lygus 124,7 MWh (41,8 kWh/m²). Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje (karšto vandens ruošimas ir cirkuliacijos užtikrinimas) per metus sudarė 142,3 MWh (47,7 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	1,00	2570	1,00	17,5	219	236,35	66,2%	81,5%
2.	Butų ir balkonų langai	1,34	566	0,96	17,5	219	67,10	18,8%	23,1%
3.	Stogas	0,30	470	1,00	17,5	219	13,01	3,6%	4,5%
4.	1 a. perdanga	0,71	430	0,80	17,5	219	22,54	6,3%	7,8%
5.	Laiptinių langai	1,70	105,0	1,00	17,5	219	16,47	4,6%	5,7%
6.	Durys	2,40	6,6	1,00	17,5	219	1,46	0,4%	0,5%
Iš viso per atitvaras							356,9	100 %	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			7462,2 m ³	0,25	17,5	219	57,9		20,0%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekliai</i>							-89,5		-30,9%
<i>Karšto vandentiekio sistemos pritekliai</i>							-41,1		-14,2%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-124,8		-43,0%
Iš viso šilumos nuostolių:							290,0		100%

Pastabos:

- Mažesnius šilumos nuostolius dėl mažesnio aplinkų temperatūrų skirtumo į nešildomą rūšį ir į kitas nešildomas patalpas įvertina koeficientas n , kurio reikšmė priklauso nuo atitvarų tiesiogiai nesusisiekiančių su lauko oru.
- Šilumos perdavimo koeficientai parinkti pagal investicijų plano, techninio darbo projekto, ir kitų dokumentų duomenis.
- Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekliai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos priteklus sudaro: pritekliai nuo žmonių, įrangos ir karšto vandentiekio sistemos vamzdinių, pagrindinis išorinių šaltinis – saulė.
- Prieš modernizavimą pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdant reguliavimą šilumos punkte ir termostatiniais ventiliais butuose. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekliai panaudojami 96 % efektyvumu.

3.6 lentelė. Šilumos poreikio balansas atskiriems pastato elementams po modernizavimo

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	0,26	2570,80	0,99	17,5	219	60,62	36%	49%
2.	Butų ir balkonų langai	1,30	566,00	0,96	17,5	219	64,69	39%	53%
3.	Stogas	0,30	470,00	1,00	17,5	219	13,01	8%	11%
4.	1 a. perdanga	0,50	430,00	0,80	17,5	219	15,87	9%	13%
5.	Laiptinių langai	1,27	105,00	1,00	17,5	219	12,27	7%	10%
6.	Durys	1,40	6,60	1,00	17,5	219	0,85	1%	1%
Iš viso per atitvaras							167,3	100%	
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo			7462,2 m³	0,33	17,5	219	76,4		62,0%
<i>Išoriniai ir vidiniai pritekliai</i>							-89,5		-73%
<i>Karšto vandentiekio sistemos pritekliai</i>							-41,1		-33%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis							-120,7		-98%
Iš viso šilumos nuostolių:							123,0		100%

Pastabos:

- Mažesnius šilumos nuostolius dėl mažesnio aplinkų temperatūrų skirtumo į nešildomą rūšį ir į kitas nešildomas patalpas įvertina koeficientas n, kurio reikšmė priklauso nuo atitvarų tiesiogiai nesusisiekiančių su lauko oru.
- Šilumos perdavimo koeficientai parinkti pagal investicijų plano, techninio darbo projekto, ir kitų dokumentų duomenis.
- Išoriniai ir vidiniai šilumos pritekliai priklauso nuo pastato langų orientacijos, jų ploto ir charakteristikų. Vidinius šilumos priteklus sudaro: pritekliai nuo žmonių, įrangos ir karšto vandentiekio sistemos vamzdinių, pagrindinis išorinių šaltinis – saulė.
- Po modernizavimo pastate mikroklimato sąlygos užtikrinamos vykdant reguliavimą šilumos punkte, balansiniais ventiliais stovuose ir butuose termostatais. Daroma prielaida, kad vidiniai ir išoriniai pritekliai panaudojami 92 % efektyvumu

3.2 Energijos ir šalto vandens vartojimo išvesties rodikliai

Šilumos ir elektros vartojimo rodikliai prieš ir po modernizavimo pateikiami 3.7 ir 3.8 lentelėse.

3.7 lentelė. Šilumos energijos vartojimo rodikliai

	Rodiklio pavadinimas	Prieš modernizavimą	Po modernizavimo	Skirtumas
1.	Šilumos energijos poreikis pastato patalpų šildymui, MWh/metų	290,0	122,96	167,0
2.	Šilumos poreikis šildomų patalpų ploto vienetui per šildymo sezoną, kWh/m ² /metus	97,2	41,2	56,0
3.	Šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje MWh/metų	159,06	142,35	16,71
4.	Santykinis šilumos poreikis karšto vandentiekio sistemoje šildomų patalpų ploto vienetui per metus kWh/m ² /metus	53,3	47,7	5,60
5.	Elektros energijos sąnaudos per metus, MWh/metų			
6.	Elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų ploto vienetui per metus, kWh/m ² /metus			

Įvertinus analizuojamo pastato šilumos poreikį prie norminių sąlygų prieš ir po modernizavimo nustatyta, kad metiniai šilumos sutaupymai dėl įgyvendintų energijos taupymo priemonių siekia apie 167 MWh (56 kWh/m²) arba 58 % šilumos poreikio prieš modernizavimą. Atskirų priemonių sutaupymai detaliau analizuojami žemiau esančioje lentelėje.

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

Atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo ir oro kaitos koeficientai prieš modernizavimą	Šilumos perdavimo ir oro kaitos koeficientai po modernizavimą	Šilumos poreikis prie norminių sąlygų prieš modernizavimą		Šilumos poreikis prie norminių sąlygų po modernizavimą		Šilumos sutaupymas prie norminių sąlygų		
	U, W/(m²K)		MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	MWh/metus	kWh/m²	%
Sienos	1,00	0,26	236,4	79,2	60,6	20,3	175,7	58,9	74%
Butų ir balkonų langai	1,34	1,30	67,1	22,5	64,7	21,7	2,4	0,8	4%
Stogas	0,30	0,30	13,0	4,4	13,0	4,4	-	-	-
1 aukšto perdanga	0,71	0,50	22,5	7,6	15,9	5,3	6,67	2,23	30%
Laiptinių langai	1,70	1,27	16,5	5,5	12,3	4,1	4,20	1,41	25%
Durys	2,40	1,40	1,5	0,5	0,9	0,3	0,61	0,20	42%
Viso per atitvaras:			356,9	119,6	167,3	56,1	189,6	63,5	53%
Infiltracija	0,25	0,33	57,9	19,4	76,4	25,6	-18,5	-6,2	-32%
Pastato šilumos nuostoliai:			414,8	139,0	243,7	81,6	171,1	57,3	41%
Naudingai panaudotas šilumos pritekis			-124,8	-41,8	-120,7	-40,5	-4,1	-1,4	3%
Iš viso šilumos nuostolių:			290,0	97,2	123,0	41,2	167,0	56,0	58%

Pastabos:

- Prie laiptinės langų priskirti pakeisti langai rūsyje;
- 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 žymi, pagerėjęs patalpų mikroklimatas ir sumažėjęs šilumos poreikis prie norminių sąlygų. Bendri suminiai šilumos sutaupymai lyginant norminius šilumos poreikius prieš modernizavimą ir po jo įvertinus panaudotą šilumos pritekį siekia 58 % (167 MWh/metai arba 56 kWh/m²).
- Daugiabutis jau prieš modernizavimą buvo įgyvendinęs daugelį energiją taupančių priemonių (apšiltintas stogas, pakeisti kai kurie langai, šildymo sistemoje įrengti termostatiniai ir pan.) todėl daugiausiai energijos taupo pasyvios priemonės, kurių įtaka bendrame pastato energijos balanse taip pat yra didžiausia. Tai yra sienų (175,7 MWh/metai arba 58,9 kWh/m²; 74 %), dalies butų langų ir balkonų keitimas (6,6 MWh/metai arba 2,31 kWh/m²). Cokolio šiltinimo nauda priskirta nuostolių per grindis mažėjimui. Procentinė išraiška parodo konkrečios priemonės sutaupymus lyginant su šilumos poreikiu prieš modernizavimą.
- Išmatuota 3 butų patalpose vidutinė faktinė oro temperatūra (21,1 °C, 22,5 °C ir 19,4 °C) buvo aukštesnė nei prieš modernizavimą. Gana dažnas atvejis, kai gyventojai nelabai žino kaip termostatiniais ventiliais reguliuoti patalpų temperatūrą, todėl rekomenduojama įgyvendinus šią priemonę apmokyti gyventojus kaip vykdyti reguliavimą.
- Visuose butuose santykinės drėgmės reikšmės buvo normos (35 %– 60 %) ribose. Įvertinus tai, kad matavimai apėmė savaitės trukmės duomenų kaupimą, galima teigti, kad analizuotame pastate beveik visą šildymo sezoną išlaikomos norminės santykinės drėgmės reikšmės ir užtikrinamas reikiamas mikroklimatas. Bendra vidutinė matuotų patalpų santykinė drėgmė per analizuotą laikotarpį sudarė 43,3 % o tai atitinka norminius reikalavimus.
- *Faktinis* vidutinis nakties didžiausio patikimumo intervalo (nuo 00:00 iki 05:00 valandos) išorinės sienos šilumos perdavimo koeficientas pagal formulę (2) $U_f = 0,23 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ($R_f = 4,41 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$), lango stiklo paketo - $U_f = 0,99 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ($R_f = 1,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$), stogo perdenginio charakteristikų nepavyko tinkamai išmatuoti. Šilumos perdavimo koeficientų reikšmės nakties metu svyruoja nedidele amplitude. To pakanka, kad būtų užfiksuotas stabilus procesas ir rezultatai būtų pakankamai patikimi. Lyginant matuotų atitvarų pasiektus rodiklius galima teigti, kad lango stiklo paketo charakteristika puiki ir atitinka A energinio efektyvumo klasės reikalavimus. Tačiau tikėtina, kad įvertinus rėmo konstrukcijos charakteristikas galutinis rodiklis gali būti prastesnis. Tuo tarpu sienos šiluminė charakteristika nedaug prastesnė nei C energinio efektyvumo klasės reikalavimai. Vertinant viso pastato atitvarų šilumines savybes

galima tikėtis, kad jos bendrai tikrai atitinka C, o gal iš dalies ir B energinio efektyvumo klasių reikalavimus.

- Diegiant pasyvias energijos taupymo priemones, tuo pačiu didinant pastato sandarumą, pagrindine problema išlieka patalpų vėdinimas, kuris, deja, dažniausiai nėra sprendžiamas kompleksinio pastato atnaujinimo metu. Tai atskleidžia atlikti CO₂ koncentracijos matavimai. CO₂ koncentracijos atskirame bute analizė rodo, kad vidutinę reikšmę matavimo metu buvo net 2001 ppm. Tai rodo ypač sudėtingą patalpos vėdinimą. Galima teigti, kad visuomet kai gyventojai buvo patalpoje ir net tuo metu kai patalpa buvo tuščia CO₂ koncentracija viršijo norminę ribą. Net intensyvus vėdinimas neleidžia koncentracijai nukristi žemiau 1000 ppm ribos. Faktinės išmatuotos CO₂ reikšmės svyravo nuo minimalios 798 iki didžiausios net 4114 ppm reikšmės. Kas lėmė tokias dideles CO₂ koncentracijos reikšmes – sunku pasakyti, bet vienintelis sprendimas galintis pagerinti padėtį yra mechaninės vėdinimo sistemos įrengimas.
- Objektyviam ir tiksliam pastato modernizavimo efektyvumo įvertinimui reikalingi patikimi ir išsamūs pradiniai duomenys. Šilumos tiekėjo AB „Panevėžio energija“ internetiniame puslapyje galima rasti atskiro daugiabučio faktinės šilumos sąnaudas šildymui tenkančias 1 m². Tačiau žinant, kad šis dydis nustatomas ne matavimo, o pagal tam tikrą metodiką, labai norėtusi, kad būtų pateikiami ir kitų dedamųjų dydžiai. Šilumos sąnaudos prieš modernizavimą buvo gautos tik tiesiogiai užklausus šilumos tiekėjo. Tokia duomenų paieška ilgina analizės laiką ir mažina rezultatų patikimumą. Analizę labiau palengvintų tokių duomenų nuolatinis kaupimas.

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