

PILOTINIŲ OBJEKTŲ ATNAUJINIMO TECHNINIS VERTINIMAS

1. Nagrinėti objektai

Nagrinėti visuomeninės paskirties pastatai Vilniaus mieste:

Chorinio dainavimo mokykla „Liepaitės“

Chorinio dainavimo mokykla „Liepaitės“ P. Skorinos g. 14. Pastato statybos metai 1956, Naujamiesčio seniūnijoje. Sienos iš plytų, fasadas tinkuotas. Pastatas turi rūšį ir grindis ant grunto. Virš antro aukšto yra nešildoma palėpė šiluma ir vandeniu aprūpinamas iš centralizuotų šilumos tinklų ir komunalinio vandentiekio. Nesant objektyvios informacijos apie vyraujančias temperatūras patalpose šildymo sezono metu – daroma prielaida, kad vidutinė temperatūra tenkina higienos normų reikalavimus ir yra buvo 20°C.



1 Paveikslas. Chorinio dainavimo mokyklos „Liepaitės“ skaičiuojamasis modelis

Chorinio dainavimo mokyklos „Liepaitės“ skaičiuojamasis modelis

Pastatas funkcionuoja mokslo metų laiku, vasaros sezono metu eksploatuojamas minimaliai

Lopšelis – darželis „Šnektis“

Lopšelis – darželis „Šnektis“ Vytenio g. 41. Naujamiesčio seniūnijoje. Pastato sienos iš silikatinių plytų, fasadai nėra tinkuoti. Seni mediniai langai pakeisti plastikiniais. Pastato stogas neturi parapeto.

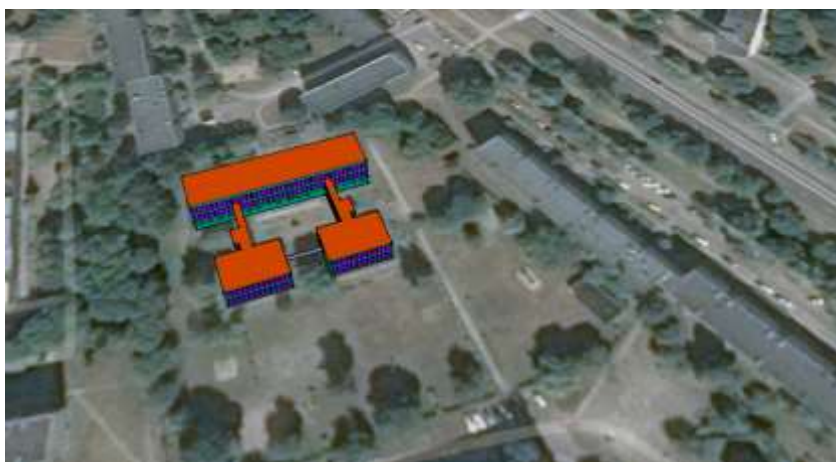


2 Paveikslas. Lopšelio – darželio „Šnektis“ skaičiuojamasis modelis

Pastatas funkcionuoja visus metus, didžiausias vaikų skaičius – mokslo metais. Vasaros sezono metu dėl mažesnio lankomumo eksploatuojamas mažesniu intensyvumu. Pastatas prastos būklės – nėra lietaus nuvedimo nuo stogo, dėl ko drėksta pastato sienos. Viename iš priestatų yra avarinės būklės dėl kiauro stogo ir yra nenaudojamas.

Žiburio pradinė mokykla

„Žiburio“ bendrojo lavinimo mokykla, Tuskulėnų g. 30. Pastatas funkcionuoja mokslo metų laiku, vasaros sezono metu eksploatuojamas minimaliai. Pagal darbuotojų apibūdinimą, vidutinė patalpų temperatūra šildymo sezono metu svyruoja tarp 17-19 °C. Pereinamuoju laikotarpiu būna naudojami elektriniai šildytuvai. Dalis langų pakeista plastikiniais, kai kuriose patalpose yra likę mediniai prastos būklės langai. Pastatas funkcionuoja mokslo metų laiku, vasaros sezono metu eksploatuojamas minimaliai.



3 Paveikslas. Žiburio pradinės mokyklos skaičiuojamasis modelis

2. Energijos sąnaudų analizė

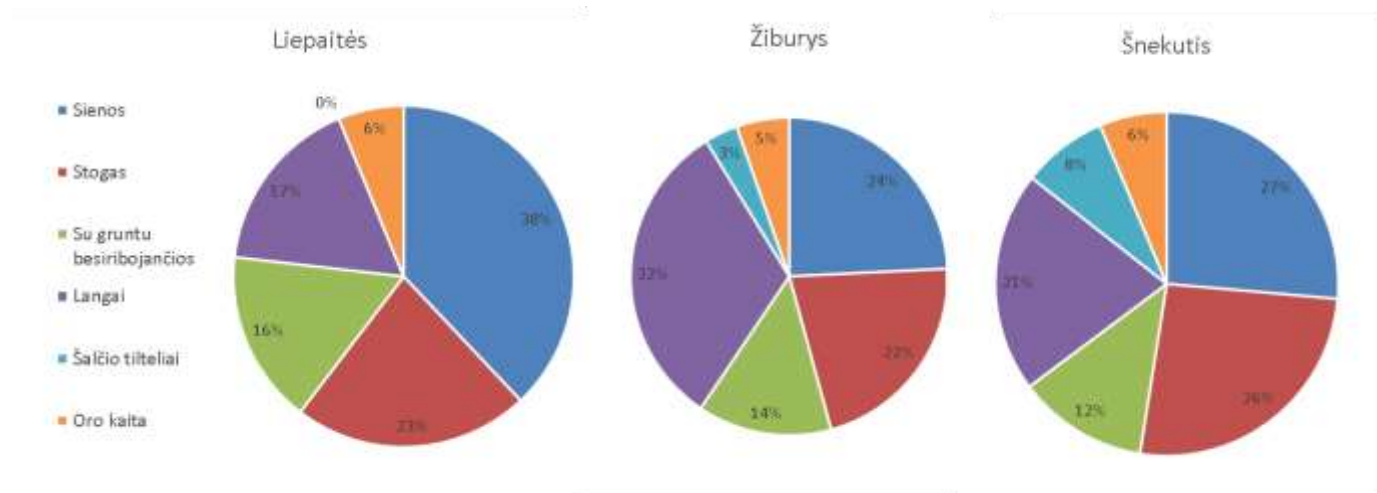
Iš šilumos punkte užfiksuotų šilumos suvartojimų, kuriuos pateikė Vilniaus miesto Savivaldybė ir pagal faktines vidutines mėnesines šildymo sezonų temperatūras atliekama pastatų energijos vartojimo analizė. Šios procedūros metu buvo sudaryti nagrinėjamų objektų skaičiuojamieji modeliai, surinkta informacija apie pastatų atitvarų medžiagiškumą, objektai apžiūrėti gyvai ir apklausti pastato naudotojų atstovai.

Siekiant palyginamumo tarp skirtingų šildymo sezonų turėjusių nevienodą dienolaipsnių kiekį – atliekamas šilumos suvartojimų normalizavimas pagal norminio šildymo sezono dienolaipsnius. Sudaryti skaičiuojamieji modeliai išskaidant atskirų elementų įtaką šiluminiam balansui. Modelis kalibruojamas pagal 2012-2014 metų šildymo sezonų duomenis atliekant esminių parametru koregavimą taip, kad modelio prognozė pagal šių šildymo sezonų kraštines sąlygas sutaptų su faktiniais suvartojimais. Taikoma prielaida, kad vartotojų elgsena ir saulės spinduliuotės intensyvumo kitimas skirtingais šildymo sezonais yra pastovus arba kinta nežymiai.

Energijos sąnaudų vertinimas, kaip šildymo dienolaipsnių funkcijos neapibrėžtumas, priklauso nuo daugelio veiksnių; matavimų, aplinkos ir patalpų parametru kitimo; pastato šiluminių charakteristikų, bazinės temperatūros ir t. t. neapibrėžtumų. Visų šių veiksnių įtaka didėja mažėjant bazinės ir lauko oro temperatūros skirtumui. Daugelį mėnesių mūsų šalyje mėnesinis dienolaipsnių skaičius > 250 , todėl mėnesinio poreikio neapibrėžtumas gali viršyti 10 % tik šildymo sezono pradžioje arba pabaigoje, kai šilumos poreikis nedidelis ir dienolaipsnių skaičius artėja prie minimumo.

3. Nagrinėtų objektų palyginimas

Nagrinėtų pastatų savitųjų nuostolių pasiskirstymas sudarytas pagal atitvarų plotus ir atitvarų šilumines charakteristikas būdingas to laikotarpio statybos pastatams. Naujai pakeistų skaidrių atitvarų charakteristikos prilyginamos norminėms, nes reikalavimai šilumos perdavimo koeficientų yra nepakitę nuo 2005 metų.



4 Paveikslas. Nagrinėjamų objektų savitųjų nuostolių santykiniai svoriai energijos balanse

Iš šių pasiskirstymų matyti, kad skirtinguose objektuose dominuoja atitvariniai nuostoliai per sienas ir skaidrias atitvaras, tačiau dėl skirtingų architektūrinių sprendimų jų įtaka skiriasi.

Santykinės nagrinėtų objektų charakteristikos:

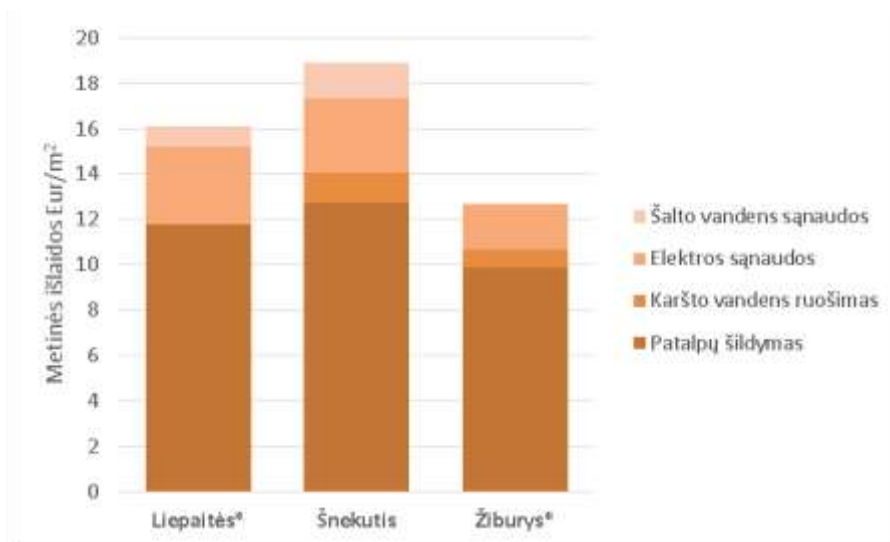
	Liepaitės	Šnekutis	Žiburyš
Pastato šildomas plotas	562,7 m ²	981,4 m ²	2713,7 m ²
Pastato tūris	1688,0 m ³	2944,3 m ³	8141,2 m ³
Bendras atitvarų plotas	1226,0 m ²	2056,1 m ²	5341,4 m ²
Skaidrių atitvarų plotas	113,9 m ²	298,3 m ²	800,3 m ²
Ploto ir tūrio santykis	0,73 m ² /m ³	0,70 m ² /m ³	0,66 m ² /m ³
Atitvarų ir šildomo ploto santykis	2,18 m ² /m ²	2,10 m ² /m ²	1,97 m ² /m ²
Langų ir šildomo ploto santykis	0,20 m ² /m ²	0,30 m ² /m ²	0,29 m ² /m ²
Patalpų šildymo sąnaudos 2014 metų. (normalizuotos)	175,7 kWh/m ²	190,1 kWh/m ²	147,0 kWh/m ²
Šalto vandens sąnaudos	0,52 m ³ /m ²	0,93 m ³ /m ²	N/D
Karšto vandens ruošimui (normalizuotos)	N/D	19,4 kWh/m ²	12,4 kWh/m ²
Elektros energijos sąnaudos	26,4 kWh/m ²	25,3 kWh/m ²	15,4 kWh/m ²

1 Lentelė. Santykinės charakteristikos

Pastabos:

Nesant informacijos apie karšto vandens kiekių (m³) suvartojimą, pastarasis dydis apskaičiuojamas taikant prielaidą, kad 1 m³ karšto vandens paruošimui sunaudojama 52 kWh šiluminės energijos.

Išlaidų energijai ir vandeniui struktūra, susidedanti iš : patalpų šildymui, elektros sąnaudų buitinėms reikmėms, šilumos karšto vandens ruošimui ir vandens sąnaudų pateikiama kaip santykinė metinių išlaidų išraiška pastato šildomo ploto vienetui.



5 Paveikslas. Eksploatacinių išlaidų struktūra

Pastaba: * pažymėtuose objektuose trūksta duomenų apie „Žiburio“ – šalto vandens suvartojimus, „Liepaitės“ – karšto vandens ruošimo sąnaudas.

Iš šios struktūros matoma, kad didžiausią įtaką išlaidoms turi šiluminės energijos sąnaudos patalpų šildymui. Dėl šios priežasties toliau analizuojamos šią dedamąją įtakojančios priemonės.

4. Esamos komforto sąlygos

Modernizuojant eksploatuojamus pastatus ir diegiant energijos tausojimo priemones būtina atsižvelgti į esamą situaciją – nusistovėjusį mikroklimatą ir higienos normų reikalavimus patalpų temperatūrai, drėgmei ir oro kokybei. Detaliau nagrinėtuose pastatuose pastebima tendencija nukrypti nuo higienos normose nurodomų temperatūrų.

Energetinės analizės, išskaidžius pastato elementų sukuriamus nuostolius, rezultatai rodo, kad vidutinė oro kaita pastato patalpose yra minimali. Todėl galima daryti prielaidą, kad patalpų oro kokybė netenkina norminiuose dokumentuose keliamų reikalavimų ir neatitinka gerosios praktikos rekomendacijų.

Pagal STR 2.09.02.2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ pasirinktos patalpų oro kokybės kategorijos leidžiamo lygio negyvenamosios paskirties patalpose, ribos. Koncentracija vertinama atėmus CO₂ koncentracija lauko ore.

Kategorija	CO ₂ koncentracija patalpos ore	Apibūdinimas
IDA 1	400 ppm	Aukštas oro kokybės lygis
IDA 2	600 ppm	Vidutinis oro kokybės lygis
IDA 3	800 ppm	Pakankamas oro kokybės lygis
IDA 4	1000 ppm	Žemas oro kokybės lygis

2 Lentelė. Oro kokybės kategorijos pagal STR 2.09.02.2005

Viešojo naudojimo pastatų patalpose, kuriose pagrindinis teršalų šaltinis yra žmonių medžiagų apykaitos produktai, oro kokybės kategorija pasirenkama suinteresuotų projekto dalyvių susitarimu. Nesant aiškių kriterijų, pasirenkama vidutinė patalpų oro kokybės kategorija, o CO₂ koncentracija lauko ore 400 ppm (STR 2.09.02.2005). Remiantis gerąja praktika daroma prielaida, kad turėtų būti užtikrinta pakankama oro kokybė (IDA3) – neviršijama 800ppm CO₂ koncentracija patalpų ore. Pagal vidutinę sezono oro kaitą apskaičiuoti oro kokybės rodikliai (atėmus CO₂ koncentracija lauko ore).

Rodiklis	Liepaitės	Šnekutis	Žiburys
Vidutinė šildymo sezono temperatūra	20°C	21 °C	17,5 °C
Vidutinė šildymo sezono oro kaita	0,12 h ⁻¹	0,15 h ⁻¹	0,10 h ⁻¹
Anglies dvideginio koncentracija patalpoje	1313 ppm	1224 ppm	1164 ppm

3 Lentelė. Tikėtina oro kaita ir apskaičiuota vidutinė CO₂ koncentracija patalpų ore

Pastaba: skaičiavimuose taikoma prielaida, kad patalpos naudojimo metu yra intensyviai pravėdinamos kas 1 valandą. Vidutinė vertė neatspindi galimų ekstremumų, tačiau atliktų monitoringų pagrindu galima teigti, kad periodiškai vėdinamose klasėse ir grupėse CO₂ koncentracija gali viršyti 2000 ir daugiau ppm.

Remiantis pagal taikomas prielaidas apskaičiuotomis vertėmis galima teigti, kad netenkina reikalavimų keliamų oro kokybei. Didesnė, nei leistina, CO₂ koncentracija turi įtaką žmonių savijautai, dėmesingumui ir produktyvumui.

Patalpų mikroklimatas yra labai svarbus veiksnys, lemiantis mokinių ir mokytojų sveikatą bei darbingumą. Oro kokybę nusako anglies dvideginio (CO₂) koncentracija. Daugelyje ES šalių, taip pat JAV, Japonijoje reikalaujama jog CO₂ koncentracija patalpose neviršytų 1000 ppm. Remiantis daugelio tyrimų rezultatais, jeigu CO₂ koncentracija viršija 2000 ppm, žymiai padidėja mieguistumas, nuovargis, galvos skausmas ir atsiranda bendras diskomfortas. Nevėdinamose patalpose kaupiasi drėgmė, didėja teršalų koncentracija. Patalpų vėdinimas užtikrina ne tik tinkamą anglies dvideginio bei reikiamą deguonies koncentraciją, tačiau ir įvairių teršalų pasišalinimą. Nevėdinamose patalpose susidaro palanki terpė plisti mikroorganizmams ir virusams, dėl per didelės drėgmės atsiranda pelėsis. Tai sukelia kvėpavimo takų ligas, alergines reakcijas, silpnėja imunitetas, mažėja darbingumas, blogėja ugdymo procesas. Patalpų vėdinimas pertraukų metu atidarant langus šios problemos neišsprendžia, nes CO₂ koncentracija vėl pakyla per labai trumpą laiko tarpą, o toks vėdinimo būdas taip pat smarkiai didina ir energetines sąnaudas.

5. Energijos ir resursų taupymo priemonės

Siekiant sumažinti pastato energijos suvartojimus diegimo šilumos nuostolius mažinančios ir energijos vartojimo efektyvumą didinančios priemonės.

Apšvietimo sistemos modernizavimas

Tipiniu atveju apšvietimo sąnaudos gali sudaryti apie 50% arba daugiau elektros energijos sąnaudų mokslo paskirties pastatuose.

Modernizuojant esamų šviestuvų balastus tikėtinas apie 28% sutaupymas nuo energijos sąnaudų patalpų apšvietimui. Taikant šias prielaidas, nagrinėjamuose objektuose tikėtinas iki 14% elektros energijos sąnaudų sumažėjimas. Pagal įgyvendintų projektų analogus, tokios priemonės atsipirkimo laikas – ~ 2,6 metai.

Priemonės apibūdinimas	Charakteristika	Santykinė kaina vienam įrenginiui
Esamų šviestuvų modernizavimas (balastų keitimas)	-	25-30 EUR/kompl.

4. Lentelė. Apšvietimo modernizavimo priemonės

Taip pat nagrinėtas šviestuvų keitimo scenarijus. Pateikiame pavyzdį, kokios investicijos galėtų būti reikalingos „Žiburio“ mokykloje šviestuvų pakeitimui kurioje apšvietimui, atitinkančiam higienos normos reikalavimus, naudojamos liuminescencinės lempos. Pagal gautus duomenis, šiuo metu mokykloje naudojama virš 600 lempų. Remdamiesi analogija darome prielaidą kad vieno šviestuvo pakeitimas į naujos kartos liuminescencinius šviestuvus kainuoja 80 EUR, pakeitimas į LED šviestuvus - 150 EUR. Taip pat įvertiname, kad keičiant šviestuvus, jų kiekis sumažėja.

Keičiant esamus šviestuvus į naujus liuminescencinius šviestuvus, tikėtinas elektros energijos sąnaudų sumažėjimas 50%, o keičiant į LED šviestuvus – 62,5 % elektros sąnaudų sumažėjimas. Darant šias prielaidas galime įvertinti ekonominį šviestuvų keitimo arba modernizavimo tikslingumą ir parinkti ekonomiškai naudingiausią priemonę.

Priemonės apibūdinimas	Elektros galia apšvietimui	Investicijos keitimui/modernizavimui	Sutaupymai už elektros energiją per metus	Paprastasis atsipirkimo laikas
Esamų šviestuvų modernizavimas	17 kW	4000 EUR	1550 EUR	2,6 metų
Naujų liuminescencinių šviestuvų	8.5 kW	12000 EUR	2800 EUR	4,3 metų
Naujų LED šviestuvų	6,4 kW	22500 EUR	3500 EUR	6,5 metų

5 Lentelė. Apšvietimo sistemos modernizavimo galimybės

Kaip matome šviestuvų keitimas duoda greičiausią ekonominį efektą, tačiau vertinant ilgalaikę perspektyvą didžiausią ekonominę naudą duoda LED šviestuvai

Priemonės apibūdinimas	Elektros energijos sutaupymai per metus	Ekonominė nauda per 15 metų
Šviestuvų modernizavimas	1550 EUR	10250 EUR
Šviestuvų keitimas naujais liuminescenciniais	2800 EUR	21000 EUR
Šviestuvų keitimas naujais LED	3500 EUR	30000 EUR

6 Lentelė. Elektros energijos sutaupymas ir ekonominė nauda

Šiuose skaičiavimuose buvo vertinta jog liuminescencinės lempos keičiamos kas 3 metus ir jų kaina yra 3 EUR/vnt.

Kaip matome ilgalaikėje perspektyvoje didžiausią efektą duoda šviestuvų keitimas į naujus LED šviestuvus.

Visi šie skaičiavimai ir palyginimai grindžiami prielaida, kad šiuo metu patalpose sumontuotas apšvietimas užtikrina higienos normose numatytus reikalavimus. Taip pat nagrinėjant šviestuvų keitimo į LED šviestuvus galimybę LED šviestuvų tarnavimo laikas turėtų būti ne mažesnis kaip 50000 val.

Atlikus apšvietimo lygių vertinimą keliose tipinėse patalpose rekomenduojame, kad planuojant šviestuvų keitimą, būtų atliktas apšvietimo modeliavimas su naujais šviestuvais ir parinktas efektyviausias išdėstymo sprendimas su LED arba liuminescencinėmis lempomis. Tik atlikus apšvietimo, atitinkančio higienos normas, projektavimo darbus galėtų būti sumontuoti nauji šviestuvai. Modeliuojant ir projektuojant apšvietimą analogiškuose objektuose pastebėta kad ilgalaikėje 10 ir daugiau metų perspektyvoje racionaliau naudoti LED šviestuvus, tačiau svarbu ypač atkreipti dėmesį į apšvietimo kokybinius parametrus (spalvų atkūrimo indeksas, diskomfortinio akinimo indeksas ir kt.) ir šviestuvų tarnavimo laiką.

Taupių vandens maišytuvų diegimas

Karšto vandens suvartojimai švietimo įstaigose nesudaro tokios ženklios sąnaudų dalies kaip gyvenamuosiuose pastatuose. Tačiau dėl naudojamų didelio srauto vandens maišytuvų egzistuoja potencialas sumažinti vandens ir šilumos, naudojamų karšto vandens ruošimui, suvartojimus.

Priemonės apibūdinimas	Charakteristika	Santykinė kaina vienam įrenginiui
Taupus vandens maišytuvas	-	45-55 EUR/kompl.

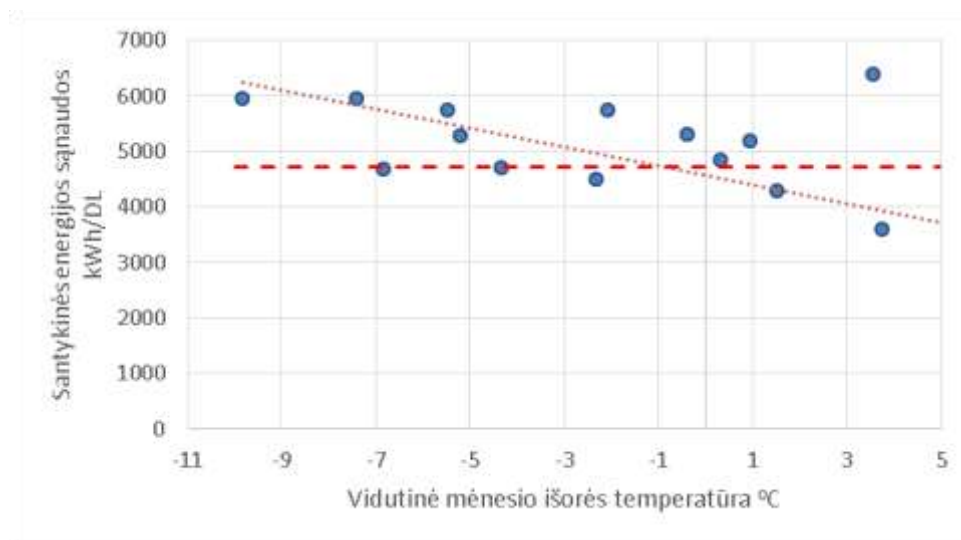
7 Lentelė. Karšto vandens taupymo priemonės

Taikant šią priemonę galimas iki 25% Karšto vandens suvartojimas yra visiškai priklausomas nuo vartotojų elgsenos ir jų kultūros. Šios priemonės atsiperkamumas turi būti prognozuojamas atsižvelgiant į vartotojų elgsenos pasikeitimo riziką.

Šildymo sistemos prietaisų reguliavimo diegimas

Siekiant pagerinti šildymo sistemos funkcionavimą ir sumažinti energijos sąnaudas išnaudojant vidinius ir išorinius šilumos išsiskyrimus, tikslinga diegti termostatinis vožtuvus šildymo prietaisams.

Atlikta energijos sąnaudų analizė rodo, kad visuose nagrinėtuose objektuose šildymo sezono metu patalpų temperatūra gali būti neefektyviai valdoma - tai byloja pastato energetinis parašas



6 paveikslas. Tipinis nagrinėto pastato energetinis parašas

Idealiu atveju energetinio parašo kreivė turėtų neturėti nuolydžio, tai reiškia, kad pastato patalpose projektinė temperatūra yra palaikoma be svyravimų. 6 paveiksle matoma kreivė gali rodyti skirtingas temperatūras skirtingais šildymo sezono mėnesiais – tai byloja apie potencialą padidinti šildymo sistemos valdymo efektyvumą. Nesant individualių patalpų temperatūros kontrolės patalpos gali būti peršildomos (padidėjusios energijos sąnaudos) arba šildomos nepakankamai (žemesnės temperatūros sudaro temperatūrinį diskomfortą).

Priemonės apibūdinimas	Charakteristika	Santykinė kaina vienam įrenginiui
Šildymo prietaisų termostataų diegimas	-	58-63 EUR/kompl.

8 Lentelė. Šildymo sistemos prietaisų reguliavimo diegimo kaina

Diegiant kitas energijos tausojimo priemones labai svarbu pirmiausia įdiegti šildymo prietaisų termostatinis reguliatorius. Nesant šios priemonės, esant didesniai šilumos pritekų kiekiui pastato vartotojai bandydami atvėsinti patalpas šildymo sezono metu atveria langus, tokiu būdu sukurdami didesnius energijos suvartojimus dėl padidėjusių oro kaitos nuostolių.

Sienų izoliavimas

Priemonės apibūdinimas	Šilumos perdavimo koeficientas, U	Santykinė kaina atitvaros ploto vienetui
Sienos izoliavimas	0,18 W/m ² K	77,4 EUR/m ²
	0,14 W/m ² K	80,8 EUR/m ²
	0,12 W/m ² K	84,3 EUR/m ²
	0,10 W/m ² K	87,7 EUR/m ²
	0,09 W/m ² K	91,2 EUR/m ²

9 Lentelė. Sienų šiluminės izoliacijos padidinimo santykinė kaina

Pastato atitvarinių elementų gyvavimo trukmė ženkliai priklauso nuo iki pradinės konstrukcijų būklės, atliekamų darbų kokybės ir eksploatacinių sąlygų. Prognozuojama atnaujintų sienų gyvavimo trukmė pagal „Būsto ir urbanistikos plėtros fondo“ rekomendacijas (2001) yra apie 60 metų. Tikslinga šią reikšmę laikyti didžiausia galima gyvavimo trukme. Atliekant ekonominį vertinimą tikslinga daryti prielaidą, kad šios priemonės gyvavimo trukmė yra ne mažesnė kaip 20 metų.

Stogo izoliavimas

Priemonės apibūdinimas	Šilumos perdavimo koeficientas, U W/m ² K	Santykinė kaina atitvaros ploto vienetui,
Stogo izoliavimas	0,12 W/m ² K	61,4 EUR/m ²
	0,10 W/m ² K	67,9 EUR/m ²
	0,09 W/m ² K	71,9 EUR/m ²
	0,08 W/m ² K	75,9 EUR/m ²
	0,07 W/m ² K	79,8 EUR/m ²
	0,06 W/m ² K	83,8 EUR/m ²

10 Lentelė. Stogo šiluminės izoliacijos padidinimo santykinė kaina

Pastato atitvarinių elementų gyvavimo trukmė ženkliai priklauso nuo iki pradinės konstrukcijų būklės, atliekamų darbų kokybės ir eksploatacinių sąlygų. Prognozuojama apšildinto stogo gyvavimo trukmė pagal „Būsto ir urbanistikos plėtros fondo“ rekomendacijas (2001) yra apie 30 metų. Tikslinga šią reikšmę laikyti didžiausia galima gyvavimo trukme. Atliekant ekonominį vertinimą tikslinga daryti prielaidą, kad šios priemonės gyvavimo trukmė yra ne mažesnė kaip 20 metų.

Langų keitimas

Priemonės apibūdinimas	Šilumos perdavimo koeficientas, U W/m ² K	Santykinė kaina atitvaros ploto vienetui,
Langų keitimas	1,40 W/m ² K	87,0 EUR/m ²
	1,30 W/m ² K	89,9 EUR/m ²
	1,00 W/m ² K	111,6 EUR/m ²
	0,80 W/m ² K	140,0 EUR/m ²

11 Lentelė. Skaidrių atitvarų keitimo santykinė kaina

Pastato atitvarinių elementų gyvavimo trukmė ženkliai priklauso nuo iki pradinės konstrukcijų būklės, atliekamų darbų kokybės ir eksploatacinių sąlygų. Prognozuojama atnaujintų langų gyvavimo trukmė pagal „Būsto ir urbanistikos plėtros fondo“ rekomendacijas (2001) yra apie 50 metų, tačiau dėl ilgalaikio šiluminių charakteristikų kitimo, mechaninių deformacijų veikiant saulei, vėjui ir temperatūrų skirtumams tikėtinas trumpesnis jų efektyvaus tarnavimo laikas. Atliekant ekonominę vertinimą tikslinga daryti prielaidą, kad šios priemonės gyvavimo trukmė yra ne mažesnė kaip 20 metų.

Pamatų ir rūsio sienų izoliavimas

Dėl techninių apribojimų daugeliu atvejų nėra galimybės padidinti grindų ant grunto arba rūsio grindų konstrukcijos šiluminės varžos. Vengiant esamos grindų konstrukcijos keitimo tikslinga apšiltinti šias atitvaras perimetru, suformuojant vertikalų izoliacijos sluoksnį.

Priemonės apibūdinimas	Apšiltinimo šiluminė varža	Santykinė kaina
Cokolio šiltinimas perimetru, įgilinant 1 m. nuo žemės paviršiaus	1,28 m ² ·K/W	70,3 EUR/m
	2,56 m ² ·K/W	73,5 EUR/m
	3,85 m ² ·K/W	76,7 EUR/m
	5,13 m ² ·K/W	79,9EUR/m

12 Lentelė. Pamatų ir rūsio sienų izoliacijos padidinimo santykinė kaina

Dėl šilumos sklidimo grunte specifikos, pastato šiluminiai nuostoliai patiriame per gruntą priklauso nuo atitvaros ploto ir perimetro besiribojančio su išore. Todėl perimetro šiltinimo įtaka šilumos sąnaudoms ženkliai priklauso nuo pastato formos.

Šios priemonės naudojimas nereikalauja nuolatinio palaikymo, tačiau siekiant užtikrinti jos funkcionalumą ir ilgaamžiškumą reikalinga organizuoti gruntinio vandens nuvedimą drenuojant.

Vėdinimo sistemos diegimas

Dėl vėdinimo sistemos diegimo atsirandančių investicijų dydis skiriasi nuo patalpų konfigūracijos ir taikomų sprendimų priklausančių nuo poreikių ir techninių galimybių.

Priemonės apibūdinimas	Charakteristikos	Santykinė kaina vienam įrenginiui
Decentralizuoto vėdinimo įrenginio diegimas grupei/klasei	Projektinis srautas -300m ³ /h Šilumograža - 80% Ventiliatorių sąnaudos – 0,167kWh/h	5800 EUR/kompl.

13 Lentelė. Vėdinimo sistemos diegimas

Vėdinimo sistemos gyvavimo trukmė, pagal LST EN 15459 standarto rekomendacija turi siekti 15-20 metų. Funkcionavimui reikalingas komponentų kasmetinis keitimas sudaro iki 1,5% pradinės komponento vertės.

6. Energijos taupymo priemonių poveikis energijos sąnaudoms

Energijos taupymo priemonių diegimas mažina pastato patiriamus nuostolius ir didina energijos vartojimo efektyvumą. Dėl pastato šilumos balanso kompleksiško negalima sulyginti šilumos nuostolių sumažėjimo su energijos sąnaudų patalpų šildymui pokyčiu įdiegus priemones. Dėl šios priežasties sutaupymai privalo būti skaičiuojami atsižvelgiant į pastato elementų tarpusavio sąveiką pagal LST EN 13790 standarte apibrėžtą energijos sąnaudų skaičiavimo metodiką. Kiekvieno pastato atveju, šilumos balansą įtakojančios veiksniai: vidiniai šilumos išsiskyrimai, natūrali oro kaita, nustatoma vidaus patalpų temperatūra – kinta dėl vartotojų įtakos.

Santykinai mažėjant pastato šilumos nuostoliams patiriamams dėl atitvarų laidumo, vis didesnę įtaką pastato energijos sąnaudoms daro saulės pritėkiai per skaidrias atitvaras. Priklausomai nuo jų kiekio ir orientavimo saulės spinduliuotės įtaka gali sudaryti nuo 5 iki 45 % šilumos balansui. Todėl vertinant didesnio energinio efektyvumo priemonių poveikį būtina atsižvelgti į saulės pritėkių daromą poveikį įvertinant aplinkinių objektų šešėliavimą.

Atliekant šią studiją taikoma prielaida, kad tipines charakteristikas turinčiuose pastatuose šildymo sezono trukmė gali būti prilyginama norminei ir pastatai yra pradedami šildyti vidutinei 5 dienų išorės oro temperatūrai nukritus žemiau 10 laipsnių. Taikant aukšto efektyvumo priemones, dėl padidėjusios pastato temperatūrinės konstantos (pastato šiluminės talpos ir savitųjų nuostolių santykis), poreikis šildyti pastatą atsiranda esant žemesnėms išorės temperatūroms, todėl sutrumpėja pastato šildymo sezono trukmė. Egzistuoja priklausomybė tarp metinio šilumos sąnaudų šildymui ir bazinės temperatūros. Bazinė temperatūra pastatams, kuriuose šilumos sąnaudos šildymui ir vėdinimui yra 40 kWh/m² met., laikytini +8 °C, esant sąnaudoms 75 kWh/ m² met. – +10 °C, o energetiškai neefektyviuose pastatuose, kurių šilumos sąnaudos didesnės kaip 150 kWh/m² met., +18 °C.

Dėl šios priežasties galimi sutaupymai turi būti skaičiuojami objektyviai vertinant šildymo sezono trukmę arba taikant pažangesnius skaičiavimo metodus, įvertinančius trumpalaikių pastato elgsenos aspektų dinamiką. Energetiškai efektyvių pastatų šilumos sąnaudų prognozavimas ir lyginimas proporcingai atitinkamo laikotarpio šildymo dienolaipsnių skaičiui, yra tik kokybinis, netaikytinas inžineriniuose ir ekonominiuose skaičiavimuose. Remiantis JAV praktika galima siūlyti energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones vertinti dinaminio modeliavimo metodais.

7. Priemonių pasirinkimo scenarijai

Siekiant suformuoti priemonių rinkinius, būtina atsižvelgti į higienos normose apibrėžtų sąlygų užtikrinimą, technines išpildymo galimybes ir priemonių tarpusavio sąveiką.

7.1. Didžiausi galimi sutaupymai

Norint įvertinti didžiausius galimus energijos sutaupymus, nagrinėtiems objektams priskiriamos priemonės, savo šiluminėmis charakteristikomis prilygstančios A ir aukštesnio energinio efektyvumo klasės reikalavimus atitinkančio pastato elementams (pagal STR 2.09.01:2012, 2 priede nurodytas normines vertes). Pabrėžtina, kad norminių ir aukštesnių A klasės atitvarų rodiklių priskyrimas negarantuoja šios energinio efektyvumo klasės gavimo dėl kitų rodiklių apibrėžiančių efektyvumo klasę. Šios vertės gali būti laikomos racionaliomis rinkoje prieinamomis geriausius rodiklius turinčioms charakteristikomis.

Elementas	Rodiklis
Sienos	0,11W/m ² K
Stogas	0,09 W/m ² K
Su gruntu besiribojančios	0,12 W/m ² K
Langai	0,85 W/m ² K
Vėdinimas	Su šilumograža
Vėdinimo šilumograža	80%
Santykinės elektros sąnaudos	0,45Wh/m ³

14 Lentelė. Pastato elementų rodikliai siekiant mažiausių energijos suvartojimų šildymui

Pritaikius šias priemones nagrinėjamuose objektuose gaunami skirtingi energijos vartojimo pokyčiai, o pritaikytas priemonių rinkinys turi skirtingus ekonominius rodiklius

	Liepaitės	Šnekutis	Žiburys
Pradinės energijos sąnaudos (per metus)	175,7 kWh/m ²	199,9 kWh/m ²	133,1 kWh/m ²
Sąnaudos po priemonių diegimo (per metus)	30,3 kWh/m ²	42,3 kWh/m ²	36,58 kWh/m ²
Sutaupyta energijos kiekis (per metus)	81,8 MWh	154,7 MWh	262,0 MWh
Sutaupytos išlaidos (per metus)	6,0 tūkst. Eur	9,7 tūkst. Eur	16 tūkst. Eur
Investicijos priemonių diegimui, su PVM	138 tūkst. Eur	211 tūkst. Eur	422,9 tūkst. Eur
Paketo paprasto atsipirkimo trukmė	23,2 metai	18,7 metai	22,1 metai

15 Lentelė. Galimi sutaupymai ir pradinės investicijos

Atliktas atsipirkimo laiko skaičiavimas yra pagrįstas šiomis prielaidomis:

- Bazinės ir po paketo diegimo susidarantios energijos sąnaudos apskaičiuojamos norminiam šildymo sezonui.

- Išlaidos apskaičiuojamos nevertinant energijos kainų augimo arba laikant, kad sutaupyta suma vertinimo periodu nekinta. Skaičiavimuose naudojama energijos kaina yra lygi 62 Eur be PVM/MWh.

7.2. Norminius reikalavimus tenkinančios vertės

Užtikrinant minimalius reikalavimus keliamus reikalavimus turi būti diegiamos priemonės atitinkančios STR 2.05.01:2013 norminio dokumento reikalavimus.

Elementas	Rodiklis
Sienos	0,25W/m ² K
Stogas	0,2 W/m ² K
Su gruntu besiribojančios	0,3W/m ² K
Langai	0,16 W/m ² K
Vėdinimas	Natūralus
Vėdinimo šilumograža	-
Santykinės elektros sąnaudos	-

16 Lentelė. Galiojantys norminiai reikalavimai skirtingoms priemonėms

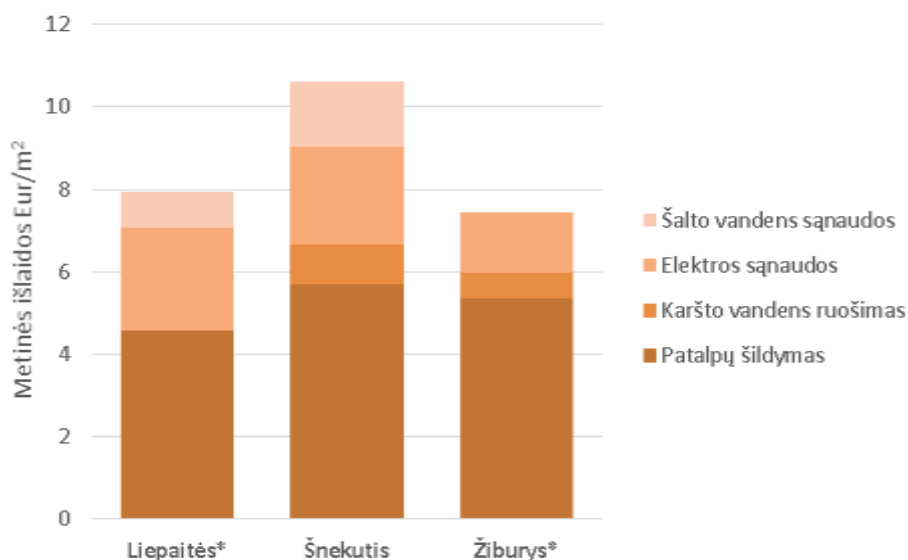
Pritaikius šias priemones pasiekiami šie energetiniai ir ekonominiai rodikliai

	Liepaitės	Šnekutis	Žiburys
Pradinės energijos sąnaudos (per metus)	175,7 kWh/m ²	199,9 kWh/m ²	133,1 kWh/m ²
Sąnaudos po priemonių diegimo (per metus)	68,38 kWh/m ²	85,02 kWh/m ²	80,0 kWh/m ²
Sutaupyta energijos kiekis (per metus)	60,4 MWh	112,8 MWh	144,1 MWh
Sutaupytos išlaidos (per metus)	3,8 tūks.Eur	7,1 tūks.Eur	9,1 tūks.Eur
Investicijos priemonių diegimui, su PVM	77,0 tūks.Eur	107,6 tūks.Eur	228,3 tūks.Eur
Paketo paprasto atsipirkimo trukmė	17,5 metai	13,1 metai	21,7 metai

17 Lentelė. Galimi sutaupymai ir pradinės investicijos

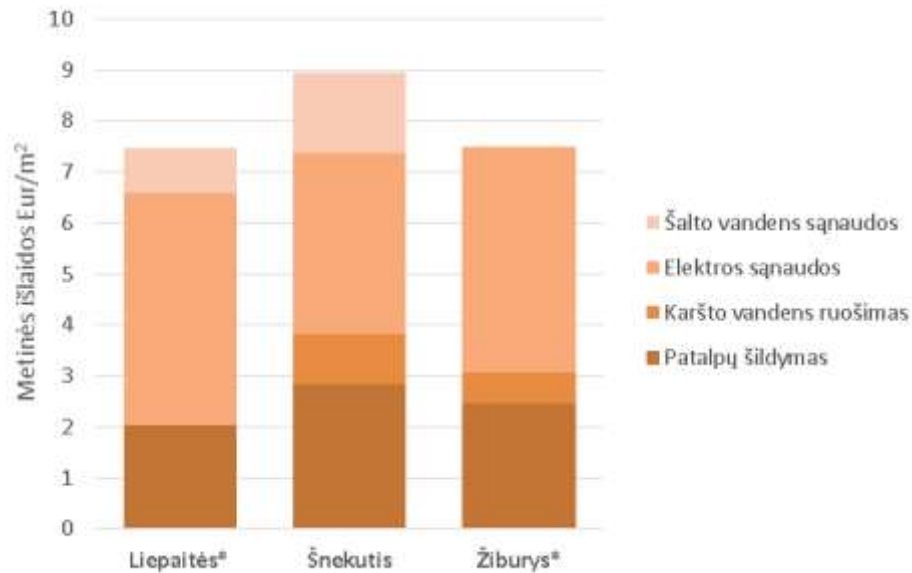
Išvados

- Analizei pasirinkti skirtingo dydžio ir skirtingos paskirties pastatai turintys skirtingus energijos vartojimo ypatumus. Objektų pasirinkimas buvo įtakotas galimybių gauti informaciją reikalingą analizei atlikti. Visi nagrinėti objektai yra senesni nei 40 metų ir turėtų būti modernizuojami diegiant energijos tausojo priemones ir atnaujinant atitvarinius elementus, vidaus apdailą ir tvarkant gerbuvį.
- Diegiant norminius reikalavimus užtikrinančias energijos tausojo priemones gali būti pasiekiami nuo 40 iki 61% šiluminės energijos sąnaudų sutaupymai.



7 Paveikslas. Metinių eksploatacinių kaštų struktūra įdiegus norminius reikalavimus tenkinantį paketą.

- Įdiegus paketą kuriuo siekiama užtikrinti didžiausius energijos sutaupymus gali būti pasiekiami nuo 73 iki 83% sutaupymai skaičiuotinomis sąlygomis, kai paprastas atsipirkimo laikas gali siekti nuo 21 iki 36 metų. Pastaruoju atveju atsiranda papildomos elektros energijos sąnaudos vėdinimo įrenginių priežiūrai (techninė profilaktika, filtrų keitimas) ir elektros energijos suvartojimai ventiliatoriams, todėl kaštų dedamoji dėl elektros energijos santykinai išauga lyginant su pradine situacija.



8 Paveikslas. Metinių eksploatacinių kaštų struktūra įdiegus paketą kuriuo siekiama maksimalių energijos sutaupymų

- Dėl skirtingos pastatų konfiguracijos (atitvarų plotų kiekiai, vartotojų įtaka, reikalinga oro kaita) taikomų priemonių efektyvumas gali ženkliai skirtis. Iš atliktos analizės matoma, kad šie objektai skirtingi savo energijos vartojimo ypatybėmis ir pritaikytų priemonių ekonominis efektyvumas ženkliai skiriasi. Siekiant objektyviai įvertinti galimą sutaupymo potencialą individualiu atveju, būtina atlikti detalią objekto analizę – statistinės sutaupymo išraiškos dėl išaugančios rizikos yra neadekvatus vertinimo metodas.
- Siekiant objektyviai įvertinti potencialius sutaupymus dėl energijos sąnaudų sumažinimo reikalinga patikima informacija apie pastatų energijos vartojimą ir eksploatacines sąlygas.
- Diegiant energijos tausojimo priemones ir siekiant sumažinti energijos suvartojamus būtina užtikrinti higienos normose apibrėžtų mikroklimato sąlygų išlaikymą. Įvairių tyrimų duomenimis nustatyta, jeigu patalpose yra sveikas mikroklimatas, darbo našumas padidėja apie 6%. Jei aplinka patalpose sveikesnė sumažėja sergamumas astma ir alerginėmis ligomis apie 25%. Taip pat tyrimais nustatyta, kad esant pertekliniai CO₂ koncentracijai pablogėja mokinių ugdymo procesas, žinių įsisavinimo galimybė sumažėja iki 16 %.
- Galima priemonių diegimo eiga bendruoju atveju negali būti įvardyta. Siekiant efektyvaus energijos tausojimo priemonių diegimo reikalinga diegiamų priemonių paketą pasirinkti taip, kad įdiegtos priemonės nekliudytų kitų priemonių vėlesniam diegimui.

- Nagrinėtuose ir daugumoje Vilniaus Miesto objektų seni mediniai langai yra pakeisti į plastikinius, kurių techninės charakteristikos nėra žinomos. Pasirenkant langų keitimą kaip modernizavimo priemonę būtina patikrinti esamų langų šilumines charakteristikas ir kokybę.
- Diegiant energijos tausojoimo priemones būtina užtikrinti jų ilgaamžiškumą.
- Rekomenduotina prieš pradedant ESCO projektų rengimą atlikti detalius energijos vartojimo auditus tam kad būtų įvertintos individualių objektų taupymo galimybės ir būtų įvardytos taikytinos priemonės.
- Turi būti padidintas surenkamų energijos suvartojimo rodmenų patikimumas, kuriuo galėtų pasinaudoti energijos suvartojimų analizė atliekantys specialistai. Siekiant objektyviai įvertinti galimą suvartojimų mažinimo potencialą priimtinu rizikos lygiu reikalinga turėti suvartotos šilumos (patalpų šildymui) ir elektros energijos sąnaudas paros arba esant techninėms nuskaitymo galimybėms – valandos žingsniu. Vandens vartojimo apskaita tokiu pat periodiškumu nėra būtina, tačiau yra naudinga analizuojant poreikių savalaikiškumą ir vertinant taupymo priemonių potencialą konkretaus objekto atveju. Reikalinga atlikti naudojamų elektros prietaisų inventorizaciją ir instaliuotų elektrinių galių suvestinės sudarymas.