

Erasmus+ Projektas ID: 2023-1-ES01-KA220-HED-000156652

Finansuojama Europos Komisijos lėšomis. Tačiau išreiškiamas požiūris ar nuomonė yra tik autoriaus (-ių) ir nebūtinai atspindi Europos Komisijos ir Erasmus+ Nacionalinės agentūros požiūrį ar nuomonę. Nei Europos Komisija, nei Erasmus+ Nacionalinės agentūros negali būti laikomos už juos atsakinga.

Lietuvos atvejo tyrimas

III dalis: Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

3.11. Alternatyvių tobulinimo variantų biudžetas

Gerinimas 1: Patobulinta pastato apvalkalo konstrukcija + trigubi langai

Pastato fasadų išorės izoliacijos sistemos kainos aprašymas:

Punktas	Kaina (€ / m ²)
Akmens vatos izoliacija (25 cm)	25
Klijai, tvirtinimo elementai, tinklelis, profiliai	8
Tinkas (daugiakaris)	6
Darbo jėga (montavimas)	15
Pastoliai ir sauga (5 aukštų pastatas)	4
Bendra numatoma kaina (įrengimas)	58 € už m

Pastate montuotinų naujų langų aprašymas.

- Stiklinimas: trigubas stiklas (3 plokštės)
- Danga: mažai spinduliuojanti (Low-E) bent viename stikle
- Dujų užpildas: argono dujos tarp stiklų (šiluminei izoliacijai)
- Rėmas: uPVC su šilumos izoliacija
- Montavimas: modernizavimas esamoje sienos angoje (įskaitant sandarinimą, apdailą, seno lango išmetimą)

1-ojo patobulinimo biudžetas:

Gerinimas 1: šiluminės izoliacijos ir naujų langų įrengimas

Vienetas	Aprašymas	V	matavimas	kaina €	kiekis €
m	25 cm mineralinės vatos izoliacijos sluoksnis fasaduose su tinkavimo apdaila, sumontuotas	1	90	58,00	52
	Mažai šilumą praleidžiantys trigubi PVC langai su argono dujomis (U= 0,8 W/m ² ·K)	1	407,57	420,00	171,179,40
				Iš viso	223 425,80

Gerinimas 2: mechaninė ventiliacija su šilumos rekuperacija

Ventiliacijos sistemos techniniai duomenys:

Elementas	Aprašymas
Bendras reikalingas ventiliacijos pajėgumas	1,47 m ³ /s (5292 m ³ /h)
Sistema apima	2 ventiliatorius, 70 % šilumos atgavimo įrenginį, visą ortakių sistemą, izoliaciją, valdymo įrangą
Pastato tipas	Esamas 5 aukštų gyvenamasis pastatas, 600 m ² /aukštas
Numatoma bendra kaina (Lietuva)	42 500
Energijos sutaupymas	~50–60 % šildymo energijos sutaupymas, palyginti su paprasta ištraukiamąja sistema

Gerinimas 2: mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija

Komponentas	Aprašymas	Numatoma kaina (€)
2 ventiliatoriai (bendras galingumas 1,47 m ³ /s, 750 W/(m ³ /s))	Aukšto efektyvumo EC ventiliatoriai, kintamo greičio	4 000
Šilumos rekuperatorius (≥70 % efektyvumas)	Jautri plokštė arba rotacinis keitiklis	6 000,00
Ortakių sistema ir oro difuzoriai (apytiksliai 300 m)	Cinkuotos plieninės ortakiai, sklendės, grotelės	14 000,00
Ortakių izoliacija	Šiluminė + akustinė (privaloma HRV sistemoms)	3 000,00
Valdymo sistema + jutikliai (CO ₂ , temperatūra ir kt.)	Pažangi automatika, paklausos valdymas	3 000,00
Montavimas (modernizavimo sudėtingumas)	Pjovimas, lubų maršrutizavimas, darbas reikalaujantis daug darbo jėgos	10 000
Inžinerinis projektas ir leidimai	Projektavimas, balansavimas, atitiktis teisės aktams	2 500,00
BENDRA Numatoma kaina	Rengiama mechaninė ventiliacijos sistema	42 500,00

Gerinimas 3: žemės šilumos siurblys karšto vandens ruošimui

Gerinimas 3: geoterminis šilumos siurblys + karšto vandens rezervuarai + gręžiniai + vidinis paskirstymas

Komponentas	Aprašymas	Numatoma kaina (€)
Geoterminis šilumos siurblys (20 kW)	Aukšto efektyvumo įrenginys karšto vandens ruošimui	14 000,00
Karšto vandens talpyklos (3000 litrų)	Saugykla didžiausiam poreikiui	6 000,00
Vertikalūs gręžiniai (4 × 100 m)	Gręžimas, vamzdžių montavimas, antifrizo įpylimas, prijungimas	20 000,00
Hidraulinė sistema (siurbliai, vožtuvai, regulatoriai)	Įskaitant išsiplėtimo batus, vožtuvus, jutiklius	5 000,00
DHW vidaus vamzdynai (5 aukštų pastatas)	Izoliuoti vamzdžiai, paskirstymo tinklas	10 000,00
Montavimas ir paleidimas	Darbo jėga, izoliacija, bandymai	10 000,00
Inžinerinis projektas ir leidimai	Projektavimas, dokumentacija, vietos leidimai	3 000,00
BENDRA Numatoma kaina	Pilnai įrengta sistema	68 000,00

Gerinimas 4: Fotovoltinės plokštės

Fotovoltinės plokštės sistemos techniniai duomenys:

- Vieta: Lietuva
- Pastatas: 5 aukštų esamas pastatas
- Sistemos specifikacijos:
 - Plokščių skaičius: 150
 - Plokštės galia: 480 W kiekviena
 - Bendras pajėgumas: 72 kWp
 - Numatoma metinė gamyba: 71 250 kWh

Gerinimas 4: Fotovoltinės plokštės

Komponentas	Numatoma kaina
Bendras sistemos pajėgumas	72 kWp
Kaina už kWp	85
Bendrosios montavimo išlaidos	61 200

3.12. Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

Energijos vartojimo pastatų renovacijos sąnaudų ir naudos analizė (CBA) – tai struktūrizuotas vertinimas, skirtas nustatyti, ar investicijos į pastato energijos vartojimo efektyvumo didinimą yra ekonomiškai pagrįstos. Ji lygina visas numatomas renovacijos sąnaudas su finansine ir nefinansine nauda, kurią ji duos per pastato eksploatacijos laikotarpį.

Šioje atvejo analizėje šiai analizei atlikti buvo naudojama programinė įranga *CypeTherm Impromevent plus*. Šiame tyrime šiai analizei atlikti buvo naudojami du metodai:

- Paprastas atsipirkimo laikotarpis (SPP)
- Grynoji dabartinė vertė (NPV)

1 metodas: paprastas atsipirkimo laikotarpis (angl. *Simple Payback Period, SPP*) yra vienas iš paprasčiausių metodų, skirtų investicijų į energijos vartojimo efektyvumą, pvz., pastato energetinį atnaujinimą, finansinei grąžai įvertinti.

Paprastas atsipirkimo laikotarpis (SPP) – tai laikas (paprastai išreiškiamas metais), per kurį investicijos sukauptos energijos sąnaudų sutaupyta suma prilygsta pradinėms investicijos sąnaudoms.

$$SPP = \frac{\text{Initial Investment Cost}}{\text{Annual Energy Savings}}$$

2 metodas: grynos dabartinės vertės (angl. *Net Present Value, NPV*) metodas yra vienas iš plačiausiai naudojamų ir patikimiausių finansinių įrankių investicijų pelningumui per tam tikrą laikotarpį įvertinti. Pastatų energetinio renovacijos kontekste NPV padeda nustatyti, ar ilgalaikis energijos sutaupymas ir kiti privalumai viršija renovacijos pradines išlaidas.

NPV yra visų būsimų pinigų srautų (pavyzdžiui, energijos sutaupymas, techninės priežiūros sutaupymas arba subsidijos) suma, diskontuota iki dabartinės vertės, atėmus pradines investicijų sąnaudas.

Ji atsižvelgia į pinigų laiko vertę, pripažįstant, kad ateityje gauti (arba sutaupyti) pinigai yra mažiau verti nei pinigai šiandien.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} - I$$

Kur:

- B_t = Nauda (pvz., energijos sutaupymas) t metais
- C_t = Eksploatavimo arba priežiūros išlaidos t metais
- r = diskonto norma (palūkanų norma arba kapitalo kaina)
- t = metai (nuo 1 iki n)
- I = Pradinės investicijos išlaidos
- n = analizės laikotarpis (metais)

Jei $NPV > 0 \rightarrow$ Investicija yra pelninga

Jei $NPV = 0 \rightarrow$ Investicija yra rentabili

Jei $NPV < 0 \rightarrow$ Investicija nėra finansiškai perspektyvi

Atsižvelgiamos energijos sąnaudos:

Energy cost		
Energy vector		
Electrical grid energy	0.30	EUR/kWh
Natural gas	0.11	EUR/kWh
Diesel	0.10	EUR/kWh
LPG	0.15	EUR/kWh
Carbon	0.05	EUR/kWh
Solid biomass	0.11	EUR/kWh
Biomass	0.11	EUR/kWh
Thermal solar energy	0.00	EUR/kWh
Electrical energy produced by photovoltaic panels, small wind turbines and small hydro turbines	0.00	EUR/kWh

Grynosios dabartinės vertės metodo parametrai:

Net Present Value	
☒ NCV calculation method	
The program uses the static analysis method to calculate the investment recovery period. By activating this option, the dynamic analysis will be included in the calculation process.	
Annual energy cost increase	3.00 %
☒ Discount fee	4.50 %
Foreseen inflation	1.20 %
Nominal interest type	0.00 %
Analysis period	24 Years

Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimo rezultatų santrauka:

	Grynosios investicijos sąnaudos (EUR)	Metinės energijos sąnaudos (EUR)	Metinės grynosios santaupos (EUR)	Atsipirkimas (metai)	NCV (metai)	Metinis neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas (kWh/m ²)	Išmetamųjų teršalų kiekis (kg CO ₂ /m ²)
Pradinė padėtis	0	56977	0	0	0	137,63	29,90
Atvejis 2: Imp 1 Šiluminė apvalkalas	2234	44773,87	12203,86	18	2	107,70	23,58
Atvejis 3: Imp 2 Mechaninė ventiliacija HR + atvejis 2	265	373	196	13	1	90,43	19,53
Atvejis 4: Imp 3 Žemės šilumos siurblys karšto vandens ruošimui + atvejis 3	360385,80	316	25	14	1	82,42	15,60
Atvejis 5: Imp 4 Fotovoltinė plokštė + dėklas 4	395	17973,56	39004,17	10,13	10	44,65	9

Pirmiau pateiktoje lentelėje stulpelyje „NCV“ pateiktas atsakymas į šį klausimą: kiek metų reikės, kad investicija atsipirktų, atsižvelgiant į pinigų laiko vertę?

	Grynosios investicijos išlaidos				Metinės grynosios santaupos				Investicijų susigrąžinimo laikotarpis (metai)
	Sąnaudos (EUR)	Dotacijos (EUR)	Galutinės grynujų išlaidos (EUR)	Skirtumas (EUR)	Energijos sąnaudos (EUR/metai)	Energijos sutaupymas (EUR/metai)	Priežiūra (EUR/metai)	Grynosios santaupos (EUR/metai)	
Pradinė situacija	0	0	0	0	56977,73	0	0	0	0
Atvejis 2: Ger. 1 Šiluminė apvalkalas	2234	0	2	2	44773,87	12203,86	0,00	12203,86	18,31
Atvejis 3: Ger. 2 Mechaninė ventiliacija HR + atvejis 2	265	0	2	2	373	19666,25	0	19666,25	13,5
Atvejis 4: Ger. 3 Žemės šilumos siurblys karšto vandens ruošimui + atvejis 3	360385,80	0	3	36	316	25309,25	0	25309,25	14
Atvejis 5: Ger. 4 Fotovoltinė plokštė + dėklas 4	395125,80	0	395	395125	17973,56	39004,17	0	39004,17	10,13

4. Išvados

Iš šio tyrimo galima daryti šias išvadas:

- **Atliktas išsamus pastato vertinimas.** Atvejo tyrime, naudojant BIM technologijas, buvo išsamiai įvertintas dabartinis daugiaaukščio bendrabučio pastato Lietuvoje energijos vartojimo efektyvumas, nustatyti pagrindiniai energijos vartojimo neefektyvumo veiksniai, susiję su pastato apvalkalo izoliacija, langų savybėmis, karšto vandens tiekimo sistemomis ir vėdinimu. Pastatas pasižymėjo dideliu energijos suvartojimu ir prastu šiluminiu komfortu, ypač šildymo sezonu.
- **Nustatytos ir sumodeliuotos energijos vartojimo efektyvumo priemonės.** Buvo pasiūlyta ir sumodeliuota įvairių energijos renovacijos priemonių, įskaitant:
 - Išorinių sienų apšiltinimas (stogas buvo apšiltintas 2014 m.)
 - Langų keitimas
 - Buitinio karšto vandens sistemos modernizavimas (naudojant žemės šilumos siurblio sistemą)
 - Mechaninė ventiliacija su šilumos rekuperacija
 - Stogo fotovoltinių (PV) plokščių integravimas
- **Didelis energijos ir CO₂ taupymo potencialas.** Analizė parodė, kad įgyvendinus pasyvių ir aktyvių priemonių derinį, neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas galėtų sumažėti daugiau nei 67%, o CO₂ išmetimas – daugiau nei 70%. Šis taupymas yra ypač reikšmingas, atsižvelgiant į šaltą Lietuvos klimatą ir ilgą šildymo sezoną.
- **Ekonominės naudos rezultatai skiriasi priklausomai nuo priemonės.** Finansinė analizė parodė, kad:
 - Gilios renovacijos strategijos (izoliacija, langų keitimas) reikalauja didesnių investicijų, bet duoda ilgalaikę grąžą.
 - Buitinio karšto vandens sistemos modernizavimas ir nauja mechaninė ventiliacija sumažina energijos nuostolius, atsirandančius dėl senų esamų sistemų.
 - Saulės kolektoriai labai prisideda prie dekarbonizacijos tikslų.
 - Jei būtų įgyvendintos visos tyrime numatytos priemonės, atsipirkimo laikotarpis būtų žymiai sutrumpintas (10 metų), nes būtų pasiektas didesnis energijos taupymas.
- **Geriausi rezultatai pasiekiami derinant priemones.** Labiausiai subalansuotas ir tvarus rezultatas pasiekiamas derinant pasyviuosius patobulinimus (izoliacija, sandarumas) su aktyviomis sistemomis (moderni karšto vandens sistema ir vėdinimo sistema, saulės kolektoriai). Ši sinergija maksimaliai padidina energijos taupymą, išlaiko patalpų komfortą ir padidina pastato bendrą vertę.
- **Patvirtintas techninis ir ekonominis įgyvendinamumas.** Nepaisant pradinių investicijų kliūčių, tyrimas patvirtina, kad renovacija yra techniškai įmanoma ir ekonomiškai naudinga bendrabučiui. Naudojant tokius rodiklius kaip NPV ir SPP, visos priemonės rodo priimtina ekonominę efektyvumą, ypač jei jos įgyvendinamos tuo pačiu metu.
- **Atitinka nacionalinius ir ES renovacijos tikslus.** Šis atvejis atitinka ES Žaliosios sandaros (angl. *EU's Green Deal*) ir Renovacijos bangos strategiją (angl. *Renovation Wave strategy*), prisideda prie anglies dioksido neutralumo, energijos vartojimo efektyvumo ir sveikesnės patalpų aplinkos viešuosiuose ir gyvenamuosiuose pastatuose tikslų.