

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.

Rumunijos atvejo tyrimas

III dalis: Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

1. Tobulinimo alternatyvų biudžetas

Tobulinimas 1: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm mineraline vata, o perdangos – 10 cm ekstruziniu polistireniniu putplasčiu), trijų stiklų langai ($U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), oras-vanduo šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas).

- Kainos aprašymas

Punktas	Kaina (€ / m ²)
10 cm ekstruzinio polistireno izoliacija	12,4
30 cm mineralinės vatos izoliacija	7,5
15 cm mineralinės vatos sienų izoliacija	20,4
Trijų stiklų langai	290
Bendra numatoma kaina (įrengimas)	330 €/ m

1-ojo etapo biudžetas:

Vienetas	Aprašymas	skaičius	matavimas	kaina €	kiekis €
m	10 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų	1	407	12.4	5050
m	30 cm mineralinė vata viršutiniui aukštui	1	460	7.5	3450
m	15 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai	1	260	20.4	5300
m	Trijų stiklų PVC langai ($U= 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	1	63	290	18400
m	Aliuminio durys	1	12	350	4200
	Šilumos siurblys oras-vanduo 23 kW	1	1	11000	11000

Katilas 100 l	1	1	300	300
Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)	1	1	28000	28000
Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)	1	3	3200	9600
			Total	85300 €

Tobulinimas 2: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm mineraline vata, o grindys – 8 cm ekstruziniu polistireniniu putplasčiu, trijų stiklų langai), oras-vanduo šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.

- Kainos aprašymas

Punktas	Kaina (€ / m ²)
8 cm ekstruzinio polistireno izoliacija	9,92
20 cm mineralinės vatos izoliacija	5
10 cm mineralinės vatos sienų izoliacija	€1
Trijų stiklų langai	290
Bendra numatoma kaina (įrengimas)	319 €/m²

1-ojo etapo biudžetas:

Vienetas	Aprašymas	skaičius	matavimas	kaina €	kiekis €
m	8 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų	1	407	9,92	4040
m	20 cm mineralinė vata viršutiniui aukštui	1	460	5	2300
m	10 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai	1	260	13.5	3550
m	Trijų stiklų PVC langai (U= 0,8 W/m ² ·K)	1	63	290	18400
m	Aliuminio durys	1	12	350	4200
	Šilumos siurblys oras-vanduo 23 kW	1	1	11000	11000
	Katilas 100 l	1	1	300	300
	Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)	1	1	28000	28000
	Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)	1	3	3200	9600
				Total	81390 €

Tobulinimas 3: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm mineraline vata, o perdangos – 10 cm ekstruziniu polistireniniu putplasčiu), trijų stiklų langai ($U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), vanduo-vanduo šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas).

- Kainos aprašymas

Punktas	Kaina (€ / m ²)
10 cm ekstruzinio polistireno izoliacija	12,4
30 cm mineralinės vatos izoliacija	7,5
15 cm mineralinės vatos sienų izoliacija	20,4
Trijų stiklų langai	290
Bendra numatoma kaina (įrengimas)	330 €/ m

1-ojo etapo biudžetas:

Vienetas	Aprašymas	skaičius	matavimas	kaina €	kiekis €
m	10 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų	1	407	12.4 €	5050 €
m	30 cm mineralinė vata viršutiniui aukštui	1	460	7.5	3450
m	15 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai	1	260	20.4	5300
m	Trijų stiklų PVC langai ($U= 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	1	63	290	18400
m	Aliuminio durys	1	12	350	4200
	Šilumos siurblys vanduo-vanduo 24 kW	1	1	13900	13900
	Katilas 100 l	1	1	300	300
	Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)	1	1	28000	28000
	Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)	1	3	3200	9600
				Total	88200 €

Patobulinimas 4: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm mineraline vata, o grindys – 8 cm ekstruziniu polistireniniu putplasčiu, trijų stiklų langai), vanduo-vanduo šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.

- Kainos aprašymas

Punktas	Kaina (€ / m ²)
8 cm ekstruzinis polistireno izoliacija	9,92
20 cm mineralinės vatos izoliacija	5
10 cm mineralinės vatos sienų izoliacija	13
Trijų stiklų langai	290
Bendra numatoma kaina (su montavimu) 319 €/ m	

1-ojo etapo biudžetas:

Vienetas	Aprašymas	skaičius	matavimas	kaina €	kiekis €
m	8 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų	1	407	9,92	4040
m	20 cm mineralinė vata viršutiniui aukštui	1	460	5	2300
m	10 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai	1	260	13.5	3550
m	Trijų stiklų PVC langai (U= 0,8 W/m ² ·K)	1	63	290	18400
m	Aliuminio durys	1	12	350	4200
	Šilumos siurblys vanduo-vanduo 24 kW	1	1	13900	13900
	Katilas 100 l	1	1	300	300
	Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)	1	1	28000	28000
	Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)	1	3	3200	9600
				Total	84290 €

2. Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

Pastato energetinio renovavimo sąnaudų ir naudos analizė (SNA) yra struktūrizuotas vertinimas, naudojamas siekiant nustatyti, ar investicijos į pastato energinio naudingumo gerinimą yra ekonomiškai pagrįstos.

Joje palyginamos visos numatomos renovacijos išlaidos su finansine ir nefinansine nauda, kurią ji duos per pastato gyvavimo ciklą.

Šioje atvejo analizėje šiai analizei atlikti buvo naudojama programinė įranga „CypeTherm Improvevent plus“.

Šioje studijoje šiai analizei atlikti buvo naudojami du metodai:

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

1 metodas: Paprastas atsipirkimo laikotarpis yra vienas iš paprasčiausių metodų, skirtų investicijų į energijos vartojimo efektyvumą, pvz., pastato energetinį atnaujinimą, finansinės grąžos vertinimui.

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: Grynoji dabartinė vertė 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 yra didesni už pradines renovacijos 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 kaina
- 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

Atsižvelgiama į energijos sąnaudas:

Rumunijos atvejo tyrimas

Energy cost
✕

Energy vector		
Electrical network energy	0.26	EUR/kWh
Natural gas	0.06	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

Accept

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

22

Years

Accept

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 suvaiztojimas (kWh/m²)	Išmetamųjų teršalų kiekis (kg CO2/m²)
Atvejo 0 (pradinė situacija)	0	16504	0	0	0	187,96	34,70
Atvejo 1	85300	9757,83	6746,60	12,64	13	264,23	55,38
Atvejo 2	81390,00	9694,97	6809,46	11,95	12,93	261,92	54,76
Atvejo 3	88200,00	9392,78	7111,64	12,40	13,4	250,75	51,82
Atvejis 4	84290,00	9694,97	6809,46	12,38	13	261,92	54,7

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)	
Atvejo 0 (pradinė situacija)	0	0	0	0	16504,43	0,00	0	0	0
Atvejis 1	85300	0	85300	85300	9757,83	6746,60	0	6746,60	12,64
Atvejis 2	81390,00	0	81390	81390,00	9694,97	6809,46	0,00	6809,46	11,95
Atvejis 3	88200,00	0	88200	88200,00	9392,78	7111,64	0	7111,64	12,40
Atvejis 4	84290,00	0	84290,00	84290,00	9694,97	6809,46	0	6809,46	12,38

3. Išvados

Iš šio tyrimo galima daryti šias išvadas:

- **Atliktas išsamus pastato vertinimas.** Atvejo tyrime, naudojant BIM technologijas, buvo išsamiai įvertintas esamas Rumunijos švietimo pastato energijos vartojimo efektyvumas, nustatyti pagrindiniai neefektyvumo aspektai, susiję su pastato apvalkalo izoliacija, langų savybėmis, šildymo 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, stogo ir grindų plokščių izoliacija.
 - Langų keitimas į trigubus stiklus.
 - Šildymo sistemos modernizavimas (naudojant oro arba vandens šilumos siurblių sistemą ir grindų šildymo sistemą)
 - Mechaninė ventiliacija su šilumos rekuperacija
- **Didelis energijos taupymo potencialas.** Analizė parodė, kad įgyvendinus pasyvių ir aktyvių priemonių derinį, pirminės energijos suvartojimas šildymui galėtų sumažėti 70 %. Šis taupymas yra ypač reikšmingas, atsižvelgiant į Rumunijos šaltą klimatą ir ilgą šildymo sezoną.
- **Ekonominės naudos rezultatai skiriasi priklausomai nuo priemonės.** Finansinė analizė parodė, kad:
 - Gilus renovacijos strategijos (izoliacija, langų keitimas) reikalauja didesnių investicijų, bet užtikrina ilgalaikį pelną.
 - Šildymo sistemos modernizavimas ir nauja mechaninė ventiliacija sumažina energijos suvartojimą.
 - Jei būtų įgyvendintos visos tyrime numatytos priemonės, atsipirkimo laikotarpis būtų žymiai sutrumpintas (12 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 (modernios šildymo ir vėdinimo sistemos). 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 energijos renovacija yra techniškai įmanoma ir ekonomiškai naudinga pastatui. 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 Žaliojo susitarimo ir Renovacijos bangos strategiją, prisideda prie anglies dioksido neutralumo, energijos vartojimo efektyvumo ir sveikesnės vidaus aplinkos viešuosiuose ir gyvenamuosiuose pastatuose tikslų.