

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

Šis Erasmus+ projektas finansuojamas Europos Komisijos paramos lėšomis. Šiame leidinyje pateiktos nuomonės yra tik autorių nuomonės, ir Europos Komisija bei Erasmus+ nacionalinės agentūros neatsako už jame pateiktos informacijos naudojimą.

Ispanijos atvejo tyrimas

III dalis: Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

3.11. Alternatyvių tobulinimo variantų biudžetas

1 tobulinimas: patobulinta šiluminė apvalkalo izoliacija (6 cm mineralinė vata) + dvigubi stiklo paketai

- 6 cm pastato fasadų išorės izoliacijos sistemos kainos aprašymas:

Punktas	Kaina (€ / m ²)
Akmens vatos izoliacija (6 cm)	€20
Klijai, tvirtinimo elementai, tinklis, profiliai	€18
Tinkas (daugiaklotos)	€12
Darbo jėga (montavimas)	€25
Pastoliai ir sauga (vienos šeimos namas)	€9
Atliekų tvarkymas ir galutinis valymas	€2
Bendra numatoma kaina (įrengimas)	86€ / m²

- Biudžetas – vidaus sienų, stogo arba pirmojo aukšto grindų izoliacija su gipso kartono sistema

Nr	Prekė	Aprašymas	Vienetas	Maks. kaina €/m ²
1	Paviršiaus paruošimas	Esamo sienos arba stogo paviršiaus valymas ir paruošimas	m ²	4,00
2	Akmens vatos izoliacija (6 cm)	60 mm akmens vatos plokščių tiekimas ir montavimas tarp metalinių strypų.	m ²	10,00
3	Metaliniai strypai	Cinkuoto plieno strypų ir bėgių montavimas	m ²	8,00
4	Gipso kartono apdaila (gipso plokštės)	12,5 mm standartinių gipso kartono plokščių montavimas ant rėmo	m ²	9,00
5	Jungčių apdaila ir paviršiaus paruošimas	Juostelės klijavimas, jungčių užpildymas, šlifavimas	m ²	5,00
6	Darbo jėga (jei neįtraukta į aukščiau nurodytą kainą)	Bendrieji montavimo darbai, kuriuos atlieka kvalifikuoti darbininkai	m ²	12,00
7	Atliekų šalinimas ir statyb vietės valymas	Sąvartų pašalinimas ir galutinis statyb vietės valymas	m ²	2,00
Iš viso (€/m²)				50,00

- Pastate įrengiamų **naujų langų** aprašymas.
 - Stiklinimas: Dvigubas stiklinimas (2 stiklai)
 - 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, senų langų šalinimą)

1-ojo patobulinimo biudžetas:

1 pagerinimas: šiluminės izoliacijos apvalkalas (6 cm mineralinė vata) ir nauji langai

Vienetas	Aprašymas	V	matavimas	kaina €	kiekis €
m ²	6 cm mineralinės vatos izoliacijos sluoksnis fasaduose su tinkavimo apdaila, sumontuotas	1	93,88	86,00 €	8.073,68 €
m ²	6 cm mineralinės vatos izoliacijos sluoksnis pertvarose, stoge ir plokštėse (vidaus gipso kartono sistema)	1	161,49	50,00 €	8.074,50 €
m ²	Mažai šilumą praleidžiantys dvigubi PVC langai su argono dujomis (U= 1,7 W/m ² ·K)	1	11,32	270,00 €	3.056,40 €
ud	Išorinių durų keitimas dviejų aukštų name Ceutí (Ispanija), šilumos perdavimo koeficientas (U vertė) 1,7 W/m ² ·K, įskaitant senų durų išmontavimą ir visą montavimą.	1	1	1.200,00 €	1.200,00 €
				Viso:	20.404,58 €

Patobulinimas 2: elektrinio vandens šildytuvo pakeitimas karšto vandens šilumos siurbliu (1,5 kW, 200 l)

Nr.	Prekė	Aprašymas	Vienetas	Kaina (€)
1	Karšto vandens šilumos siurblio tiekimas	Oro šilumos siurblys buitiniam karštam vandeniui, 1,5 kW, 200 l bakas (COP ~3,0)	vienetas	2.050,00 €
	Esamo elektrinio šildytuvo pašalinimas	Saugus seno elektrinio vandens šildytuvo atjungimas ir utilizavimas.	vienetas	80,00 €
3	Šilumos siurblio montavimas	Santechnika, montavimas, elektros jungimas ir integravimas	vienetas	500,00 €
4	Priedai ir montavimo medžiagos	Vamzdžiai, jungtys, vožtuvai, izoliacija, laikikliai, tvirtinimo detalės	vienetas	150,00 €
5	Elektros grandinės pritaikymas	Grandinės pertraukiklio atnaujinimas ir saugos pritaikymas (jei reikia)	vienetas	100,00 €
6	Sistemos paleidimas ir bandymas	Paleidimas, funkcinis bandymas, naudojimo instrukcijos	vienetas	70,00 €
				Viso: 2.950,00 €

Patobulinimas 3: 4 plokščių saulės baterijų įrengimas (1,94 kWp, plokščias stogas, Ceutí)

Fotovoltinės plokštės sistemos techniniai duomenys:

Vieta: Ceutí (Ispanija)

Pastatas: vienos šeimos namas

Sistemos specifikacijos:

- Stiklo silicio plokščių skaičius: 4 (kiekviena plokštė 3 m²)
- Kiekvienos plokštės galia: 480 W
- Bendras galimumas: 1,94 kWp

Nr	Prekė	Aprašymas	Vienetas	Vieneto kaina (€)	Kiekis	Iš viso (€)
1	Fotovoltinės plokštės (485 Wp)	Aukšto efektyvumo monokristaliniai paneliai su stiklo-silicio apvalkalu	pane	2		1,120,00
2	Tvirtinimo konstrukcija (plokščias stogas)	Aluminio atraminė konstrukcija (balastinė arba fiksuota)	paneelis	75	4	300,00
3	Inverteris (2–3 kW)	Prie tinklo prijungtas keitiklis, pritaikytas 2 kWp sistemai, su pagrindine stebėjimo sistema.	vienetas	70Prie tinklo prijungtas inverteris, prita	1	700
4	Elektros instaliacija	Elektros instaliacija (nuolatinė/kintama srovė), apsaugos, jungimo dėžutė, generatoriaus skaitiklis	sistema	5	1	500
5	Darbas ir paleidimas	Surinkimas, kabelių montavimas, keitiklio nustatymas, paleidimo bandymai	sistema	6	1	600
6	Legalizavimas ir administravimas (pasirinktinai)	Dokumentacija, prijungimas prie elektros tinklo, CIE, BOE ir kt.	paslauga	300	1	300,00
					Iš viso	3 520,00

4-asis patobulinimas: „Vaillant“ aeroterminė sistema (šildymas + vėsinimas + karštas vanduo su ventiliatoriais)

Techninė santrauka:

- **Sistemos galingumas:**
 - Šildymas: 7,37 kW (COP 4,42)
 - Vėsinimas: 7,2 kW (EER ~2,7)
 - Karštas vanduo: 200 l bakas su integruotu šildymo elementu (uniSTOR)
- **Karštas vanduo** gaminamas tiesiogiai iš aeroterminės sistemos
- **Taupymas**, palyginti su tradiciniu elektros šildytuvu: iki 65 %
- **Reikalingas plotas:** karšto vandens bakas + buferis pagalbinėje patalpoje arba skalbykloje

Biudžetas:

Nr.	Punktas	Aprašymas	Vienetas	Vienetas Kaina (€)	Kiekis,	Iš viso (€)
1	Vaillant aroTHERM Plus lauko blokas	Oro-vandens šilumos siurblys, 7,37 kW šildymo / 7,2 kW aušinimo (COP 4,42), monoblokas	vienetas	3.740,00 €	1	3.740,00 €
2	Vaillant uniSTOR DHW bakas (200 l)	Karšto vandens talpykla su spirale aeroterminėms sistemoms	vienetas	1.375,00 €	1	1.375,00 €
3	Ventiliatoriniai konvektoriai (Vaillant arba suderinami)	Hidrauliniai ventiliatoriniai konvektoriai, ypač tylūs, valdomi termostatu	vienetas	638,00 €	4	2.552,00 €
4	Hidraulinė grandinė + karšto vandens integravimas	Vamzdžiai, vožtuvai, cirkuliacinis siurblys, šildymui, aušinimui ir karšto vandens tiekimui.	sistema	935,00 €	1	935,00 €
Elektros	Elektros skydo pritaikymas	Saugos jungikliai, valdymo laidai, konfigūracija, suderinama su karšto vandens ruošimu	vienetas	440,00 €	1	440,00 €
6	Seno oro kondicionieriaus ir vandens šildytuvo išmontavimas	Daugiafunkcinio oro kondicionieriaus + elektrinio vandens šildytuvo išmontavimas ir teisėtas utilizavimas	paslauga	220,00 €	1	220,00 €
7	Montavimas ir paleidimas	Visos sistemos montavimas, hidraulikos nustatymas, bandymai, užpildymas, konfigūravimas	sistema	1.320,00 €	1	1.320,00 €
8	Termostatai / zonų valdymo įrenginiai	Laidiniai arba belaidžiai termostatai arba skaitmeniniai sąsajos įrenginiai	vienetas	110,00 €	4	440,00 €

Viso: 11.022,00 €

- 5-asis patobulinimas: Aeroterminis šildymas ir karšto vandens sistema (radiatoriams)

Techninės charakteristikos:

- Pritaikymas: tik šildymas + karštas vanduo
- Radiatoriai ir paskirstymo vamzdžiai neįtraukti
- Idealiai tinka namams, kuriuose keičiama dujų ar elektros sistema
- Lauko blokas: monoblokas (šaldymo agentas nenaudojamas vietoje)
- Aukštas efektyvumo koeficientas COP > 4 – iki 70 % energijos sutaupymas, palyginti su dujomis

Nr.	Prekė	Aprašymas	Vienetas	Vieneto kaina (€)	Kiek	Iš viso (€)
1	Vaillant aroTHERM Plus	Lauko monoblokinis įrenginys, 7,37 kW šildymo galia (COP 4,42)	vienetas	3.400,00 €	1	3.400,00 €
2	Vaillant uniTOWER 200 L	Vidinis hidraulinis bokštas (hidraulinis modulis + 200 l karšto vandens bakas + 3-jų krypčių vožtuvas, siurblys, jutikliai)	vienetas	2.750,00 €	1	2.750,00 €
3	Elektros skydas ir apsaugos	Elektros skydo pritaikymas ir valdymo laidai	vienetas	400,00 €	1	400,00 €
4	Dujinio katilo išmontavimas	Saugus atjungimas ir utilizavimas	vienetas	180,00 €	1	180,00 €
5	Elektrinio vandens šildytuvo išmontavimas	Saugus atjungimas ir utilizavimas	vienetas	120,00 €	1	120,00 €
6	Montavimas ir paleidimas	Hidrauliniai ir elektriniai jungimai, sistemos paleidimas, bandymai	vienetas	950,00 €	1	950,00 €
Viso:						7.800,00 €

6-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė izoliacija su 10 cm izoliacijos sluoksniu + dvigubi langai

6-asis patobulinimas: šiluminės izoliacijos sluoksnis (10 cm mineralinė vata) ir nauji langai

Vienetas	Aprašymas	n	matavimas	kaina €	kiekis €
m ²	10 cm mineralinės vatos izoliacijos sluoksnis fasaduose su tinkavimo apdaila, sumontuotas	1	93,88	114,00 €	10.702,32 €
m ²	10 cm mineralinės vatos izoliacijos sluoksnis pertvarose, stoge ir plokštėse (vidaus gipso kartono sistema)	1	161.49	66,400 €	10.722,94 €
m ²	Mažai šilumą praleidžiantys dvigubi PVC langai su argono dujomis (U= 1,7 W/m ² ·K)	1	11,32	270,00 €	3.056,40 €
ud	Išorinių durų keitimas dviejų aukštų name Ceutí (Ispanija), šilumos perdavimo koeficientas (U vertė) 1,7 W/m ² ·K, įskaitant senų durų išmontavimą ir visą montavimą.	1	1	1.200,00 €	1.200,00 €
Viso:					25.681,66 €

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 jos duos per visą pastato eksploatacijos laikotarpį.

Šioje atvejo analizėje šiai analizei atlikti buvo naudojama programinė įranga „CypeTherm Impromevent 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 sutaupytos sumos prilygsta pradinėms investicijos sąnaudoms.

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

2 metodas: Grynoji dabartinė vertė 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 yra didesni už 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

Atsižvelgiama į energijos sąnaudas:

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	45 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 situacija 1 (1 atvejis)	0	1642	0	0	0	162,20	27,48
3 atvejis: 6 cm izoliacija ir karšto vandens šilumos siurblys	23354,58	225,15	1417	1	1	22,23	3,7
4 atvejis: 6 cm izoliacija + DHW šilumos siurblys + PV plokštės	26874,58	0	1642	16	17,9	0	0

Atvejis 5: 10 cm izoliacija + DHW šilumos siurblys + PV plokštės	3215	0	164	19,58	21,62	0	0
Atvejis 6: 6 cm izoliacija + H & AC ir DHW aeroterminė sistema su ventiliatoriaus ritėmis + PV plokštės	34946,58	0	164	21	2	0,00	0

	Investicijos grynosios išlaidos (EUR)	Metinės energijos sąnaudos (EUR)	Metinės grynosios sutaupos (EUR)	Atsipirkimas (metai)	NCV (metai)	Metinis neatsinaujinančios pirminės energijos suvaizojimas (kWh/m ²)	Išmetamųjų teršalų kiekis (kg CO ₂ /m ²)
Pradinė situacija 2 (2 atvejais)	0	1067	0	0	0	119,73	24,93
Atvejis 7: 6 cm izoliacija + aeroterminė sistema su radiatoriais šildymui ir karšto vandens ruošimui	28204,58	183,4	884,1	3	42	18,12	3,08
Atvejis 8: 6 cm izoliacija Aeroterminė sistema HS ir DHW bei PV plokštėms	31724,58	0	1	2	3	0,00	0

Pirmiau pateiktose lentelėse NCV stulpelyje pateiktas atsakymas į šį klausimą: kiek metų reikės, kad investicija atsipirktų, atsižvelgiant į pinigų laiko vertę?

	Grynosios investicijos išlaidos				Metinės grynosios sutaupos				Investicijų susigrąžinimo laikotarpis (metai)
	Sąnaudos (EUR)	Dotacijos (EUR)	Galutinės grynujų išlaidos (EUR)	Skirtumas (EUR)	Energijos sąnaudos (EUR/mėtai)	Energijos sutaupymas (EUR/mėtai)	Priežiūra (EUR/mėtai)	Grynosios sutaupos (EUR/mėtai)	
Pradinė situacija 1 (1 atvejis)	0	0	0	0	1642,32	0,00	0,00	0,00	0
Atvejis 3: 6 cm izoliacija ir karšto vandens šilumos siurblys	23354,58	0	2	2	225,1	1417,17	0	1417,17	16,48
Atvejis 4: 6 cm izoliacija + DHW šilumos siurblys + PV plokštės	26874,58	0	2	26874,58	0	1642,32	0	1642,32	16,36
Atvejis 5: 10 cm izoliacija + DHW šilumos siurblys + PV plokštės	32151,66	0	3	32151,66	0	1642,32	0	1642,32	19,58

	Grynosios investicijos išlaidos				Metinės grynosios santaupos				Investicijų susigrąžinimo laikotarpis (metai)
	Sąnaudos (EUR)	Dotacijos (EUR)	Galutinės grynųjų išlaidos (EUR)	Skirtumas (EUR)	Energijos sąnaudos (EUR/metai)	Energijos sutaupymas (EUR/metai)	Priežiūra (EUR/metai)	Grynosios santaupos (EUR/metai)	
Atvejis 6: 6 cm izoliacija + H & AC ir DHW aeroterminė sistema su ventiliatoriaus ritėmis + PV plokštės	349	0	349	34946	0	1642,32	0	1642,32	21,28

	Grynosios investicinės išlaidos				Metinės grynosios santaupos				Investicijų atsipirkimo laikotarpis (metai)
	Sąnaudos (EUR)	Dotacijos (EUR)	Galutinės grynųjų išlaidos (EUR)	Skirtumas (EUR)	Energijos sąnaudos (EUR/metai)	Energijos sutaupymas (EUR/metai)	Priežiūra (EUR/metai)	Grynosios santaupos (EUR/metai)	
Pradinė situacija 2. (2 atvejis)	0	0	0	0	1067	0,00	0	0	0
Atvejis 7: 6 cm izoliacija + aeroterminė sistema su radiatoriais šildymui ir karšto vandens ruošimui	28204,5	0	28	28	1	884,10	0	884,10	31,90
Atvejis 8: 6 cm izoliacija Aeroterminė sistema HS ir DHW bei PV plokštės	31724,58	0,00	31724,58	31724,58	0,00	1067,51	0	1067,51	29,72

4. Išvados

Iš šio tyrimo galima daryti šias išvadas:

- **Atliktas išsamus pastato vertinimas.** Atvejo tyrime, naudojant BIM technologijas, buvo išsamiai įvertintas vienos šeimos atskiro namo Ceutí (Ispanija) dabartinis energijos vartojimo efektyvumas, nustatyti pagrindiniai neefektyvumo aspektai, susiję su pastato apvalkalo izoliacija, langų savybėmis, karšto vandens tiekimo sistemomis ir šildymo sistema. 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 ir stogo izoliacija.
 - Langų keitimas.
 - Buitinio karšto vandens sistemos modernizavimas (naudojant šilumos siurblio sistemą).
 - Šildymo ir vėsinimo sistemos modernizavimas (naudojant aerotermines sistemas).
 - Stogo fotovoltinių (PV) plokščių integravimas.
- **Didelis energijos ir CO₂ taupymo potencialas.** Analizė parodė, kad įgyvendinus pasyvių ir aktyvių priemonių derinį, būtų galima sumažinti neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimą 100 %, o CO₂ išmetimą – taip pat 100 %.
- **Ekonominės naudos rezultatai skiriasi priklausomai nuo priemonės.** Finansinė vertinimas parodė, kad:
 - Gilios renovacijos strategijos (izoliacija, langų keitimas) reikalauja didesnių investicijų, bet užtikrina ilgalaikį pelną.
 - Šildymo, vėsinimo ir karšto vandens sistemų modernizavimas žymiai sumažina energijos suvartojimą ir dujų išmetimą.
 - Fotovoltinės plokštės labai prisideda prie dekarbonizacijos tikslų.
 - Jei būtų įgyvendintos visos tyrime numatytos priemonės, atsipirkimo laikotarpis būtų žymiai sutrumpintas (18 metų), nes būtų sutaupyta energija.
- **Geriausi rezultatai pasiekiami derinant priemones.** Labiausiai subalansuotas ir tvarus rezultatas pasiekiamas derinant pasyvius patobulinimus (izoliacija, sandarumas) su aktyviomis sistemomis (modernia karšto vandens šilumos siurblių sistema ir 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 energijos renovacija yra techniškai įmanoma ir ekonomiškai naudinga vienos šeimos namui. Naudojant tokius rodiklius kaip NPV ir SPP, visos priemonės rodo priimtina ekonominį efektyvumą, ypač jei jos įgyvendinamos tuo pačiu metu.
- **Atitinka nacionalinius ir ES renovacijos tikslus.** Šis atvejis atitinka ES Žaliosios sandaros ir Renovacijos bangos strategiją, prisideda prie anglies dioksido neutralumo, energijos vartojimo efektyvumo ir sveikesnės vidaus aplinkos viešuosiuose ir gyvenamuosiuose pastatuose tikslų.