

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

Acest proiect Erasmus+ a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene. Această publicație reflectă numai opiniile autorilor, iar Comisia Europeană și agențiile naționale Erasmus+ nu pot fi trase la răspundere pentru utilizarea informațiilor conținute în aceasta.

Studiu de caz din Lituania

Partea III: Studiu cost-beneficiu al măsurilor de eficiență energetică

3.11. Bugetul alternativelor de îmbunătățire

Îmbunătățire 1: Îmbunătățirea anvelopei termice + ferestre cu geam triplu

Descrierea prețului sistemului de izolare a fațadelor clădirii pentru exterior:

Element	Cost (€ / m ²)
Izolație din vată minerală (25 cm)	25
Adeziv, ancore, plasă, profile	8
Finisaj tencuială (multistrat)	6
Manoperă (instalare)	15
Schele și siguranță (clădire cu 5 etaje)	4
Cost total estimat (instalare)	58 € pe m²

Descrierea ferestrelor noi care urmează să fie instalate în clădire.

- Geamuri: geam triplu (3 panouri)
- Acoperire: cu emisivitate redusă (Low-E) pe cel puțin un panou
- Umplutură cu gaz: argon între panouri (pentru izolare termică)
- Cadru: PVC cu barieră termică
- Instalare: Modernizare în deschiderea existentă a peretelui (inclusiv etanșare, finisare, eliminarea ferestrei vechi)

Buget pentru îmbunătățirea 1:

Îmbunătățire 1: Izolare termică a anvelopei și ferestre noi

Unitate	Descriere	n.	măsură	preț €	cantitate €
m	Strat izolant din vată minerală de 25 cm în fațadele cu finisaj tencuială instalat	1	90	58,00	52.246,40
m	Ferestre din PVC cu geam triplu cu emisivitate redusă și gaz argon (U= 0,8 W/m ² ·K)	1	407,57	420,00	171.179,40
				Total	223.425,80

- Îmbunătățire 2: Ventilație mecanică cu recuperare de căldură

Specificații tehnice ale sistemului de ventilație:

Element	Descriere
Capacitate totală de ventilație necesară	1,47 m ³ /s (5.292 m ³ /h) 2 ventilatoare, unitate de recuperare a căldurii 70%, conducte complete, izolație, comenzi
Sistemul include	
Tipul clădirii	Clădire rezidențială existentă cu 5 etaje, 600 m ² /etaj

Cost total estimat (Lituania)	42.500,00
Economii de energie	~50–60 % economii de energie pentru încălzire față de un sistem simplu de evacuare a aerului

Îmbunătățire 2: Sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură

Component	Descriere	Cost estimat (€)
2 ventilatoare (1,47 m ³ /s în total, 750 W/(m ³ /s))	Ventilatoare EC de înaltă eficiență, cu viteză variabilă	4.000,00
Unitate de recuperare a căldurii (eficiență ≥70%)	Placă sensibilă sau schimbător rotativ	6.000,00
Conducte și difuzoare de aer (aprox. 300 m)	Conducte din oțel zincat, amortizoare, grile	14.000,00
Izolație pentru conducte	Termică + acustică (obligatorie pentru sistemele HRV)	3.000,00
Sistem de control + senzori (CO ₂ , temperatură etc.)	Automatizare inteligentă, control la cerere	3.000,00
Instalare (complexitate renovare)	Tăiere, ghidare tavan, muncă intensivă	10.000,00
Proiectare tehnică și autorizații	Proiectare, echilibrare, conformitate legală	2.500,00
TOTAL COST ESTIMAT	Sistem de ventilație mecanică la cheie	42.500,00

Îmbunătățire 3: Pompă de căldură geotermală pentru apă caldă menajeră

Îmbunătățire 3: Pompă de căldură geotermală + rezervoare de apă caldă + foraje + distribuție internă

Component	Descriere	Estimare (€)
Pompă de căldură geotermală (20 kW)	Unitate de înaltă eficiență pentru apă caldă menajeră	14.000,00
Rezervoare de stocare a apei calde (3000 litri)	Stocare pentru vârfuri de consum	6.000,00
Foraje verticale (4 × 100 m)	Foraj, conducte, antigel, racordare	20.000,00
Sistem hidraulic (pompe, supape, controlere)	Include rezervoare de expansiune, supape, senzori	5.000,00
Țevi interne pentru apă caldă menajeră (clădire cu 5 etaje)	Țevi izolate, rețea de distribuție	10.000,00
Instalare și punere în funcțiune	Mână de lucru, izolare, testare	10.000,00
Proiect tehnic și autorizații	Proiectare, documentație, aprobări locale	3.000,00
COST TOTAL ESTIMAT	Sistem complet la cheie	68.000,00

Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice

Specificații tehnice ale sistemului de panouri fotovoltaice:

Locație: Lituania

Clădire: structură existentă cu 5 etaje

Specificații sistem:

- Număr de panouri: 150
- Capacitate panou: 480 W fiecare
- Capacitate totală: 72 kWp
- Producție anuală estimată: 71.250 kWh

Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice

Component	Cost estimat
Capacitate totală a sistemului 72 kWp	
Cost pe kWp	850
Cost total de instalare	61.200

3.12. Studiu cost-beneficiu al măsurilor de eficiență energetică

O analiză cost-beneficiu (CBA) în contextul renovării energetice a clădirilor este o evaluare structurată utilizată pentru a determina dacă investiția în îmbunătățirea performanței energetice a unei clădiri este justificată din punct de vedere economic. Aceasta compară toate costurile preconizate ale renovării cu beneficiile financiare și nefinanciare pe care le va genera pe durata ciclului de viață al clădirii.

În acest studiu de caz, pentru efectuarea acestei analize a fost utilizat software-ul *CypeTherm Impromevent plus*.

În acest studiu, au fost utilizate două metode pentru a efectua această analiză:

- Perioada de recuperare simplă (SPP)
- Valoarea actuală netă (NPV)

Metoda 1: Perioada de recuperare simplă este una dintre cele mai simple metode de evaluare a randamentului financiar al unei investiții în eficiența energetică, cum ar fi renovarea energetică a unei clădiri.

Perioada de recuperare simplă (SPP) este perioada de timp (exprimată de obicei în ani) necesară pentru ca economiile cumulate de energie generate de o investiție să egaleze costul inițial al respectivei investiții.

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

Metoda 2: Metoda valorii actuale nete este unul dintre cele mai utilizate și mai solide instrumente financiare pentru evaluarea rentabilității unei investiții în timp. În contextul renovării energetice a clădirilor, VAN ajută la determinarea dacă economiile de energie pe termen lung și alte beneficii depășesc costurile inițiale ale renovării.

NPV este suma tuturor fluxurilor de numerar viitoare (cum ar fi economiile de energie, economiile de întreținere sau subvențiile), actualizate la valoarea lor actuală, minus costul inițial al investiției.

Aceasta ține cont de valoarea în timp a banilor, recunoscând că banii primiți (sau economisiți) în viitor au o valoare mai mică decât banii de astăzi.

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

Unde:

- B_t = Beneficii (de exemplu, economii de energie) în anul t
- C_t = Costuri de exploatare sau întreținere în anul t
- r = Rata de actualizare (rata dobânzii sau costul capitalului)
- t = Anul (1 până la n)
- I = Costul investiției inițiale
- n = Perioada de analiză (în ani)

Dacă $NPV > 0 \rightarrow$ Investiția este profitabilă

Dacă $NPV = 0 \rightarrow$ Investiția este rentabilă

Dacă $NPV < 0 \rightarrow$ Investiția nu este viabilă din punct de vedere financiar

Costul energiei luat în considerare:

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

Parametri pentru metoda valorii actuale nete:

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

Rezumatul rezultatelor studiului cost-beneficiu al măsurilor de eficiență energetică:

	Costul net al investiției (EUR)	Costul anual al energiei (EUR)	Economii nete anuale (EUR)	Amortizare (ani)	NCV (an)	Consumul anual de energie primară neregenerabilă (kWh/m²)	Emisii (kg CO ₂ /m²)
Situația inițială	0	56977,73	0	0	0	137,63	29,90
Cazul 2: Imp 1 Izolare termică anvelopă	223425,80	44773,87	12203,86	18,31	20	107,70	23,58
Cazul 3: Imp 2 Ventilație mecanică cu recuperare de căldură + caz 2	265925,80	37311,48	19666,25	13,52	14,7	90,43	19,53
Cazul 4: Imp 3 Pompă de căldură geotermală pentru apă caldă menajeră + caz 3	360385,80	31668,47	25309,25	14,24	15,5	82,42	15,60
Cazul 5: Imp 4 Panou fotovoltaic + caz 4	395125,80	17973,56	39004,17	10,13	10,86	44,65	9,22

În tabelul de mai sus, coloana NCV răspunde la următoarea întrebare: Câți ani va dura recuperarea investiției, luând în considerare valoarea temporală a banilor?

	Costul net al investiției				Economii nete anuale				Perioada de recuperare a investiției (ani)
	Cost (EUR)	Subvenții (EUR)	Cost net rezultat (EUR)	Diferență (EUR)	Costul energiei (EUR/an)	Economii de energie (EUR/an)	Întreținere (EUR/an)	Economii nete (EUR/an)	
Situația inițială	0	0	0	0	56977,73	0,00	0,00	0,00	0
Cazul 2: Imp 1 Izolare termică anvelopă	223425,80	0	223425,80	223425,80	44773,87	12203,86	0,00	12203,86	18,31
Cazul 3: Imp 2 Ventilație mecanică cu recuperare de căldură + caz 2	265925,80	0	265925,80	265925,80	37311,48	19666,25	0,00	19666,25	13,52
Cazul 4: Imp 3 Pompă de căldură geotermală pentru apă caldă menajeră + caz 3	360385,80	0	360	36	316	25309,25	0,00	25309,25	14,24
Cazul 5: Imp 4 panou fotovoltaic + caz 4	395125,80	0	395125,80	395125,80	17973,56	39004,17	0,00	39004,17	10,13

4. Concluzii

Din acest studiu se pot trage următoarele concluzii:

- **Evaluarea completă a clădirii finalizată.** Studiul de caz a evaluat în detaliu performanța energetică actuală a unei clădiri cu mai multe etaje din Lituania, utilizând tehnologii BIM, identificând ineficiențe majore în izolația anvelopei, performanța ferestrelor, sistemele de încălzire centrală și ventilație. Clădirea se caracteriza printr-un consum ridicat de energie și un confort termic deficitar, în special în timpul sezonului de încălzire.
- **Măsuri de eficiență energetică identificate și modelate.** Au fost propuse și simulate o serie de măsuri de renovare energetică, printre care:
 - Izolație termică a pereților exteriori. (Acoperișul a fost deja izolat în 2014)
 - Înlocuirea ferestrelor.
 - Modernizarea sistemului de apă caldă menajeră (prin intermediul unui sistem de pompă de căldură geotermală)
 - Ventilație mecanică cu recuperare de căldură
 - Integrarea panourilor fotovoltaice (PV) pe acoperiș
- **Potențial substanțial de economisire a energiei și a emisiilor de CO₂.** Analiza a arătat că implementarea unei combinații de măsuri pasive și active ar putea reduce consumul de energie primară neregenerabilă cu peste 67 % și emisiile de CO₂ cu peste 70 %. Aceste economii sunt deosebit de semnificative, având în vedere clima rece și sezonul de încălzire lung din Lituania.

- **Rezultatele cost-beneficiu variază în funcție de măsură.** Evaluarea financiară a relevat că:
 - Strategiile de renovare profundă (izolare, înlocuirea ferestrelor) necesită investiții mai mari, dar oferă randamente pe termen lung.
 - Modernizarea sistemului de apă caldă menajeră și noua ventilație mecanică reduc pierderile de energie cauzate de vechile sisteme existente.
 - Panourile fotovoltaice contribuie în mod semnificativ la obiectivele de decarbonizare.
 - Dacă toate măsurile luate în considerare în studiu sunt puse în aplicare, perioada de recuperare a investiției este considerabil redusă (10 ani), deoarece se realizează economii de energie mai mari.
- **Combinarea măsurilor dă cele mai bune rezultate.** Cel mai echilibrat și durabil rezultat se obține prin combinarea îmbunătățirilor pasive (izolație, etanșeitate) cu sisteme active (sistem modern pentru apă caldă menajeră și sistem de ventilație, panouri fotovoltaice). Această sinergie maximizează economiile de energie, menținând confortul interior și sporind valoarea globală a clădirii.
- **Fezabilitatea tehnică și economică confirmată.** În ciuda barierelor inițiale legate de investiții, studiul confirmă că renovarea energetică este fezabilă din punct de vedere tehnic și benefică din punct de vedere economic pentru cămin. Utilizând indicatori precum VAN și SPP, toate măsurile prezintă performanțe economice acceptabile, în special dacă sunt implementate simultan.
- **Sprijină obiectivele naționale și ale UE în materie de renovare.** Cazul este în conformitate cu Pactul verde și strategia „Renovare pentru o economie verde și mai competitivă” ale UE, contribuind la obiectivele de neutralitate a carbonului, eficiență energetică și medii interioare mai sănătoase în clădirile publice și rezidențiale.