



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

Dette Erasmus+-prosjektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen. Denne publikasjonen gjenspeiler kun forfatternes synspunkter, og Europakommisjonen og Erasmus+-nasjonale byråer kan ikke holdes ansvarlig for bruk av informasjonen i publikasjonen.

Litauisk casestudie

Del III: Kostnads-nytte-analyse av energieffektiviseringstiltak

3.11. Budsjett for forbedringsalternativer

Forbedring 1: Forbedret termisk isolasjon + vinduer med trippelglass

Beskrivelse av prisen på isolasjonssystemet for bygningens fasader på utsiden:

Posten	Kostnad (€ / m ²)
Steinullisolasjon (25 cm)	25
Lim, forankringer, netting, profiler	€
Gipsfinish (flere lag)	€
Arbeidskraft (installasjon)	€
Stillas og sikkerhet (5-etasjes bygning)	€
Totale estimerte kostnader (installert) 58 € per m	

Beskrivelse av de nye vinduene som skal installeres i bygningen.

- Glass: Tredobbelt glass (3 paneler)
- Belegg: Lavemisjonsbelegg (Low-E) på minst én rute
- Gassfylling: Argongass mellom rutene (for varmeisolasjon)
- Karm: uPVC med termisk barriere
- Installasjon: Ettermontering i eksisterende veggåpning (inkludert tetting, listverk, avhending av gammelt vindu)

Forbedring 1 budsjett:

Forbedring 1: Termisk isolering og nye vinduer

Enhet	Beskrivelse	n.	Mål	pris €	beløp €
m	25 cm mineralullisolasjon i fasader med pusset overflate installert	1	90	58,00	52.246,40
m	Lavutslippsvinduer med trippelglass i PVC med argongass (U= 0,8 W/m ² ·K)	1	407,57	420,00	171 179,40
				Totalt	223 425,80

- Forbedring 2: Mekanisk ventilasjon med varmegjenvinning

Tekniske spesifikasjoner for ventilasjonssystemet:

Element	Beskrivelse
Total nødvendig ventilasjonskapasitet	1,47 m ³ /s (5 292 m ³ /t)
Systemet inkluderer	2 vifter, 70 % varmegjenvinningsenhet, komplett kanalanlegg, isolasjon, kontroller
Bygning	Eksisterende 5-etasjes boligbygg, 600 m ² /etasje

Anslått total kostnad (Litauen)	42 500
Energibesparelse	~50–60 % besparelse i oppvarmingsenergi sammenlignet med enkelt avtrekkssystem

Forbedring 2: Mekanisk ventilasjonssystem med varmegjenvinning

Komponent	Beskrivelse	Anslått kostnad (€)
2 vifter (1,47 m³/s totalt, 750 W/(m³/s))	Høyeffektive EC-vifter, variabel hastighet	4 000
Varmegjenvinningsenhet (≥70 % effektivitet)	Følsom plate eller roterende varmeveksler	6 000,00
Kanalsystem og luftdiffusorer (ca. 300 m)	Galvaniserte stålkkanaler, spjeld, gitter	14 000,00
Isolasjon for kanaler	Termisk + akustisk (obligatorisk for HRV-systemer)	3 000,00
Kontrollsystem + sensorer (CO₂, temp, etc.)	Smart automatisering, behovsstyring	3 000,00
Installasjon (kompleksitet ved ettermontering)	Kutting, takføring, arbeidskrevende	10 000,00
Prosjektering og tillatelser	Design, balansering, lovmessig samsvar	2 500,00
TOTAL ESTIMERT KOSTNAD	Nøkkelferdig mekanisk ventilasjonssystem	42 500,00

Forbedring 3: Jordvarmepumpe for varmtvann

Forbedring 3: Geotermisk varmepumpe + varmtvannstanker + borehull + intern distribusjon

Komponent	Beskrivelse	Anslått kostnad (€)
Geotermisk varmepumpe (20 kW)	Høyeffektiv enhet for varmtvann	14 000,00
Varmtvannstanker (3000 liter)	Lagring for toppbelastning	6 000,00
Vertikale borehull (4 × 100 m)	Boring, rørlegging, frostvæske, tilkobling	20 000,00
Hydraulikksystem (pumper, ventiler, reguleringsventiler)	Inkluderer ekspansjonstanker, ventiler, sensorer	5 000,00
Rør for varmtvann (5-etasjes bygning)	Isolerte rør, distribusjonsnettverk	10 000,00
Installasjon og igangkjøring	Arbeidskraft, isolering, testing	10 000,00
Prosjektering og tillatelser	Design, dokumentasjon, lokale godkjenninger	3 000,00
TOTAL ANSLAGT KOSTNAD	Komplett nøkkelferdig system	68 000,00

Forbedring 4: Solcellepaneler

Tekniske spesifikasjoner for solcellepanelsystemet:

- Plassering: Litauen
- Bygning: 5-etasjes eksisterende bygning
- Systemspesifikasjoner:
 - Antall paneler: 150
 - Panelkapasitet: 480 W hver
 - Total kapasitet: 72 kWp
 - Anslått årlig produksjon: 71 250 kWh

Forbedring 4: Solcellepaneler

Komponent	Anslått kostnad
Total systemkapasitet	72 kWp
Kostnad per kWp	850
Totale installasjonskostnader	61 200

3.12. Kostnads-nytte-analyse av energieffektiviseringstiltak

En kostnads-nytte-analyse (CBA) i forbindelse med energirenovering av bygninger er en strukturert evaluering som brukes til å avgjøre om investeringen i oppgradering av en bygning energiprestasjon er økonomisk forsvarlig. Den sammenligner alle forventede kostnader ved renoveringen med de økonomiske og ikke-økonomiske fordelene den vil gi i løpet av bygningens levetid.

I denne casestudien er programvaren *CypeTherm Impromevent plus* brukt til å utføre denne analysen. I denne studien er det brukt to metoder for å gjennomføre analysen:

- Enkel tilbakebetalingsperiode (SPP)
- Netto nåverdi (NPV)

Metode 1: Enkel tilbakebetalingsperiode er en av de enkleste metodene for å evaluere den økonomiske avkastningen av en investering i energieffektivitet, for eksempel energirenovering av en bygning.

Enkel tilbakebetalingsperiode (SPP) er tiden (vanligvis uttrykt i år) det tar før de samlede energibesparelsene som en investering gir, er like store som den opprinnelige investeringen.

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

Metode 2: Netto nåverdi-metoden er et av de mest brukte og robuste finansielle verktøyene for å evaluere lønnsomheten av en investering over tid. I sammenheng med energirenovering av bygninger hjelper NPV med å avgjøre om de langsiktige energibesparelsene og andre fordeler oppveier de opprinnelige kostnadene ved oppgraderingen.

NPV er summen av alle fremtidige kontantstrømmer (for eksempel energibesparelser, vedlikeholdssparelser eller subsidier), diskontert tilbake til nåverdien, minus den opprinnelige investeringskostnaden.

Den tar hensyn til pengers tidsverdi, og anerkjenner at penger mottatt (eller spart) i fremtiden er mindre verdt enn penger i dag.

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

Hvor:

- B_t = Fordeler (f.eks. energibesparelser) i år t
- C_t = Drifts- eller vedlikeholdskostnader i år t
- r = Diskonteringsrente (rente eller kapitalkostnad)
- t = År (1 til n)
- I = Opprinnelige investeringskostnader
- n = Analyseperiode (i år)

Hvis $NPV > 0 \rightarrow$ Investeringen er lønnsom

Hvis $NPV = 0 \rightarrow$ Investeringen går i null

Hvis $NPV < 0 \rightarrow$ Investeringen er ikke økonomisk lønnsom

Energikostnader som er tatt i betraktning:

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

Parametere for netto nåverdi-metoden:

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

Sammendrag av resultatene fra kostnads-nytte-analysen av energieffektiviseringstiltak:

	Netto kostnad for investeringen (EUR)	Årlig energikostnad (EUR)	Årlig nettobesparelse (EUR)	Tilbakebetaling (år)	NCV (år)	Årlig forbruk av ikke-fornybar primærenergi (kWh/m ²)	Utslipp (kg CO ₂ /m ²)
Utgangspunkt	0	56977,73	0	0	0,00	137,63	29,90
Tilfelle 2: Imp 1 Termisk innkapsling	223425,80	44773,87	12203,86	18,31	20,1	107,70	23,58
Tilfelle 3: Imp 2 Mekanisk ventilasjon HR + tilfelle 2	265925,80	37311,48	19666,25	13,52	14,7	90,43	19,53
Tilfelle 4: Imp 3 Jordvarmepumpe for varmt vann + tilfelle 3	360385,80	31668,47	25309,25	14,2	15,5	82,42	15,60
Tilfelle 5: Imp 4 solcellepanel + kabinet 4	395125,80	17973,56	39004,17	10,13	10,8	44,65	9,22

I tabellen ovenfor svarer kolonnen NCV på følgende spørsmål: Hvor mange år vil det ta å tjene inn investeringen, med tanke på pengers tidsverdi?



	Netto investeringskostnad				Årlig netto besparelse				Investeringsgjenvinningsperiode (år)
	Kostnad (EUR)	Tilskudd (EUR)	Resulterende netto kostnad (EUR)	Forskjell (EUR)	Energikostnad (EUR/år)	Energibesparelser (EUR/år)	Vedlikehold (EUR/år)	Netto besparelser (EUR/år)	
Utgangssituasjon	0	0	0	0	56977,73	0,00	0,00	0,00	0
Tilfelle 2: Imp 1 Termisk innkapsling	223425,80	0	223425,80	223425,80	44773,87	12203,86	0,00	12203,86	18,31
Tilfelle 3: Imp 2 Mekanisk ventilasjon HR + tilfelle 2	265925,80	0	265925,80	265925,80	37311,48	19666,25	0,00	19666,25	13,52
Tilfelle 4: Imp 3 Jordvarmepumpe for varmtvann + tilfelle 3	360385,80	0	360	360385,80	31668,47	25309,25	0,00	25309,25	14,24
Tilfelle 5: Imp 4 solcellepanel + kabinett 4	395125,80	0	395125,80	395125,80	17973,56	39004,17	0,00	39004,17	10,13

4. Konklusjoner

Følgende konklusjoner kan trekkes fra denne studien:

- **Omfattende bygningsvurdering fullført.** Casestudien evaluerte grundig den nåværende energiprestasjonen til et fleretasjes studentboligbygg i Litauen ved hjelp av BIM-teknologier, og identifiserte store ineffektiviteter i isolasjonen av bygningskroppen, vindusprestasjonene, varmtvannssystemene og ventilasjonen. Bygningen var preget av høyt energiforbruk og dårlig termisk komfort, spesielt i fyringssesongen.
- **Energieffektiviseringstiltak identifisert og modellert.** Det ble foreslått og simulert en rekke energirenoveringstiltak, blant annet:
 - Utvendig veggisolasjon. (Taket ble allerede isolert i 2014)
 - Utskifting av vinduer.
 - Modernisering av varmtvannssystemet (ved hjelp av jordvarmepumpe)
 - Mekanisk ventilasjon med varmegjenvinning
 - Integrering av solcellepaneler på taket
- **Betydelig potensial for energi- og CO₂-besparelser.** Analysen viste at en kombinasjon av passive og aktive tiltak kunne redusere forbruket av ikke-fornybar primærenergi med over 67 % og CO₂-utslippene med over 70 %. Disse besparelsene er særlig betydelige gitt Litauens kalde klima og lange fyringssesong.
- **Kostnads-nytte-resultatene varierer etter tiltak.** Den økonomiske vurderingen viste at:
 - Omfattende renoveringsstrategier (isolering, utskifting av vinduer) krever høyere investeringer, men gir langsiktig avkastning.
 - Modernisering av varmtvannssystemet og ny mekanisk ventilasjon reduserer energitapet fra de gamle eksisterende systemene.
 - Solcellepaneler bidrar betydelig til målene for karbonreduksjon.
 - Hvis alle tiltakene som er vurdert i studien gjennomføres, reduseres tilbakebetalingsperioden betydelig (10 år), siden det oppnås større energibesparelser.
- **Kombinasjon av tiltak gir best resultat.** Det mest balanserte og bærekraftige resultatet oppnås ved å kombinere passive forbedringer (isolasjon, lufttetthet) med aktive systemer (moderne varme t



varmtvannssystem og ventilasjonssystem, solcellepaneler). Denne synergien maksimerer energibesparelsene samtidig som inn klimaet opprettholdes, og øker bygningens samlede verdi.

- **Teknisk og økonomisk gjennomførbarhet bekreftet.** Til tross for innledende investeringsbarrierer bekrefter studien at energirenovering er teknisk gjennomførbart og økonomisk fordelaktig for studentboligen. Ved bruk av måleparametere som NPV og SPP viser alle tiltak akseptabel økonomisk ytelse, spesielt hvis de gjennomføres samtidig.
- **Støtter nasjonale og EUs renoveringsmål.** Prosjektet er i tråd med EUs Green Deal og Renovation Wave-strategi, og bidrar til målene om karbonnøytralitet, energieffektivitet og sunnere inn klima i offentlige og private bygninger.