

Proiect Erasmus+ ID: 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 I: Studiu de caz din Lituania – abordare și analiză a situației inițiale a clădirii

1. Abordarea studiului de caz

Studiul de caz din Lituania constă în analiza cererii de energie, a consumului de energie și a emisiilor de CO₂ în situația actuală a clădirii, precum și în propunerea de alternative care să îmbunătățească eficiența energetică a unei clădiri existente cu mai multe etaje, situată în Vilnius, Lituania.

Se vor studia costurile economice ale îmbunătățirilor propuse, precum și reducerea consumului de energie și a emisiilor echivalente de CO₂ generate de aceste îmbunătățiri.

Îmbunătățirile propuse vor fi de trei tipuri:

- Îmbunătățirea proprietăților termice ale anvelopei termice a clădirii
- Îmbunătățirea sistemului HVAC
- Instalarea de sisteme locale de producere a energiei din surse regenerabile

2. Descrierea clădirii rezidențiale

2.1. Introducere

Blocul de locuințe este situat în Staneviciaus g. 108, Vilnius, Lituania

Coordonatele geografice ale clădirii sunt:

Latitudine: 54°43'52.7"N

Longitudine: 25°15'14.8"E

Este o clădire cu 5 etaje destinată uzului rezidențial. Intrarea principală (fațada frontală) a căminului este situată pe partea estică a clădirii, cu vedere spre strada Stanevičiaus. Clădirea ocupă o suprafață de 600 m² (40 m x 15 m).



Figura 1: Clădirea rezidențială din Vilnius

2.2. Planurile clădirii

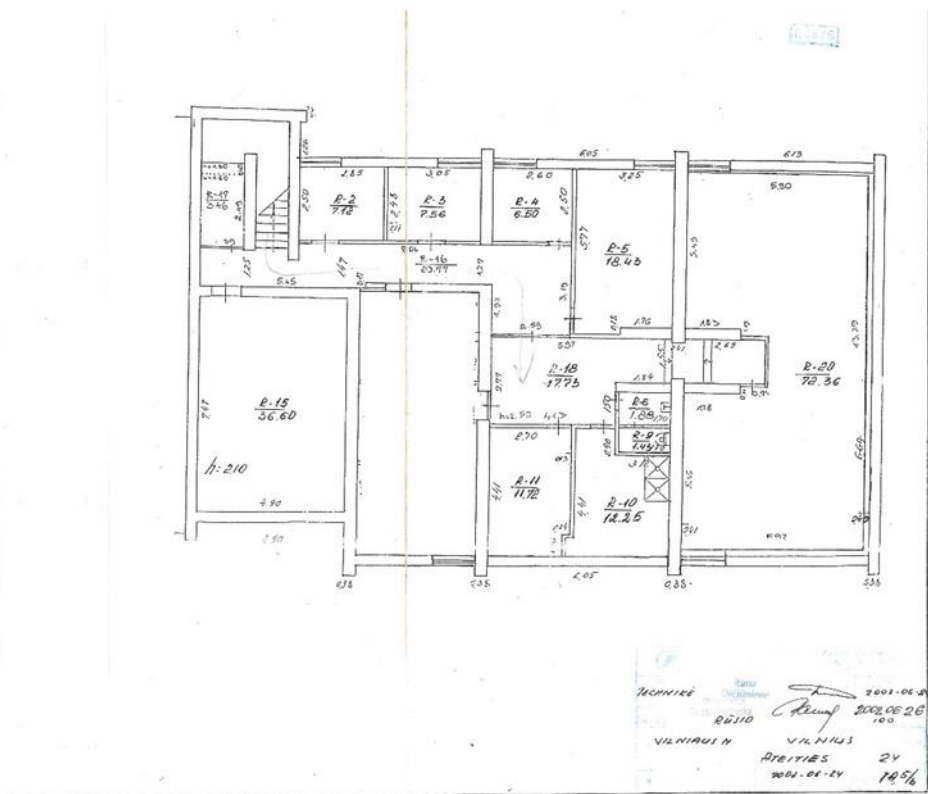


Figura 2 Plan subsol.

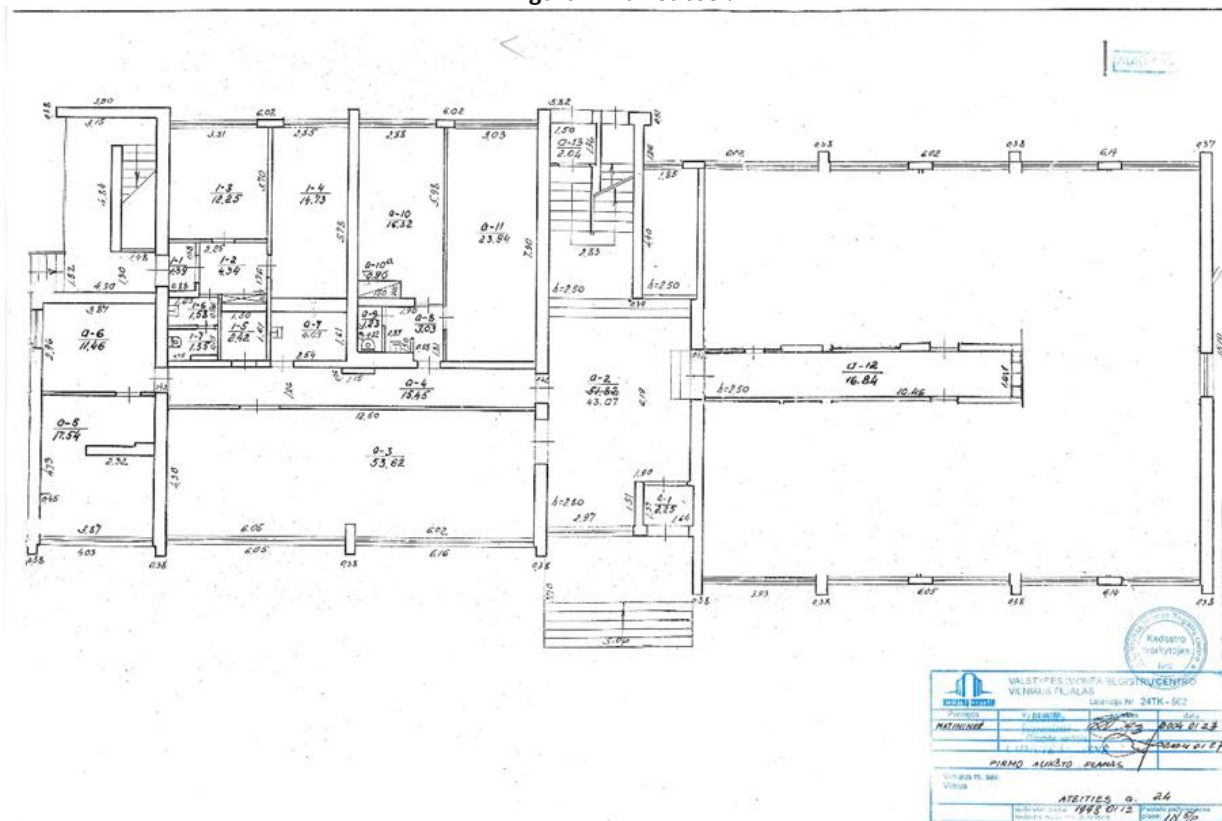


Figura 3 Plan etaj 1 (partier).

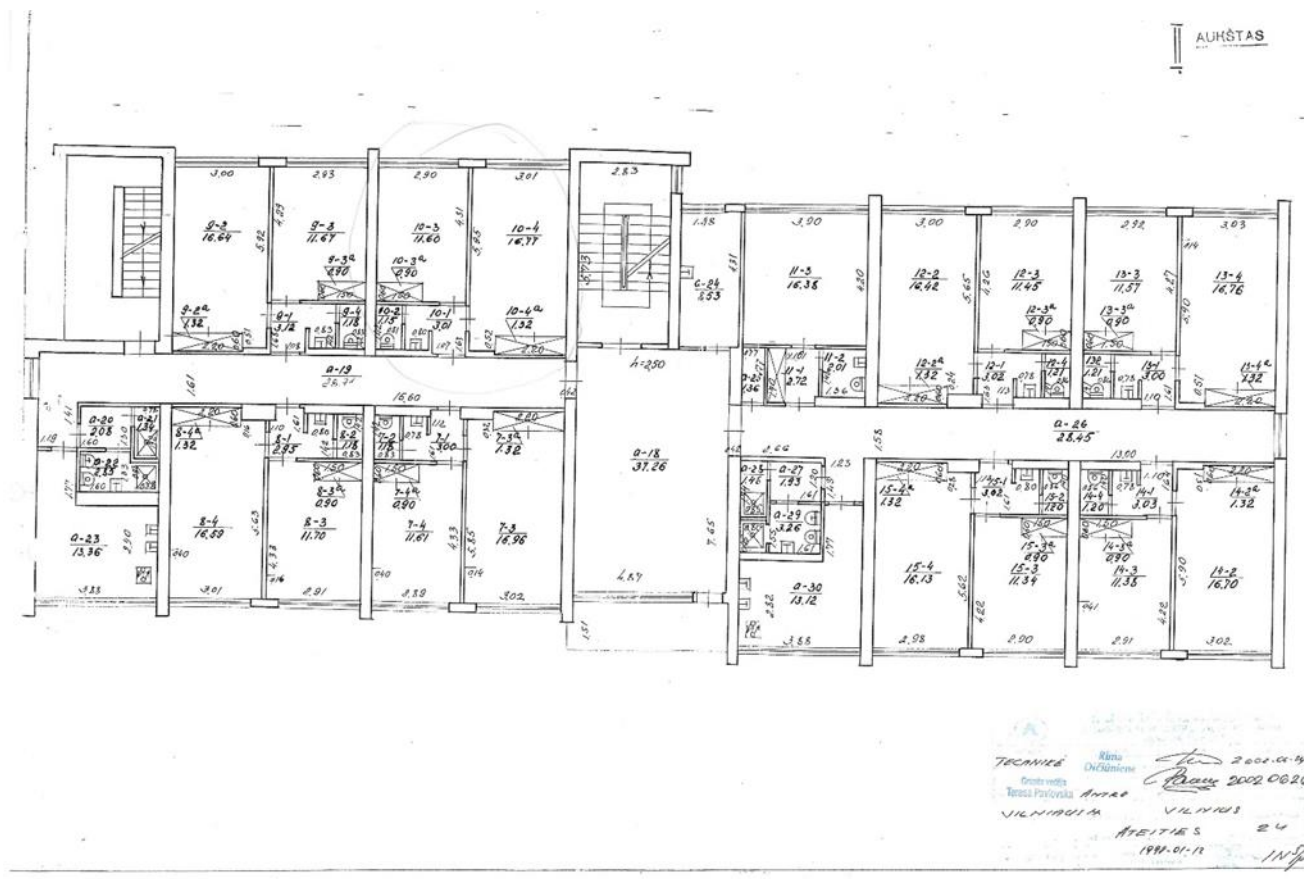


Figura 4 Plan etaj 2 (primul etaj).

2.3. Materiale pentru anelopa termică

Anelopa termică a unei clădiri se referă la sistemul colectiv de elemente care separă spațiile interioare climatizate de mediul exterior neclimatizat. Aceasta include pereții exteriori, acoperișurile, pardoselile (în special cele care sunt în contact cu zonele neclimatizate sau cu solul), precum și ferestrele și ușile exterioare.

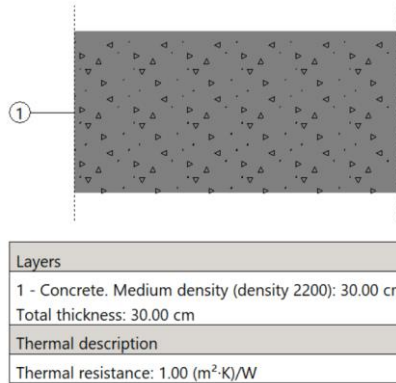
Funcția principală a anvelopei termice este de a regla fluxul de căldură, aer și umiditate, minimizând astfel pierderile de căldură în sezonul rece și câștigul de căldură în sezonul cald. De asemenea, reduce infiltrațiile și exfiltrațiile de aer, contribuind semnificativ la confortul termic al ocupanților și la eficiența energetică globală a clădirii.

Performanța anvelopei termice este evaluată de obicei prin rezistența termică (valoarea R), transmitanța termică (valoarea U) și etanșeitatea la aer.

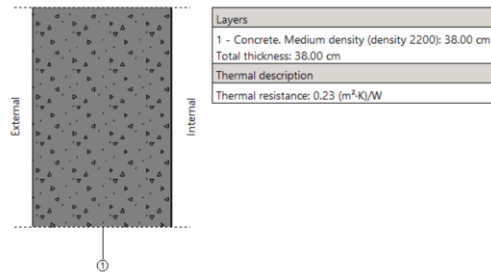
O anvelopă termică bine proiectată și construită corespunzător este esențială pentru atingerea standardelor ridicate de performanță energetică, reducerea costurilor operaționale cu energia și menținerea calității mediului interior.

Caracteristicile elementelor care aparțin anvelopei termice a clădirii studiate sunt descrise mai jos.

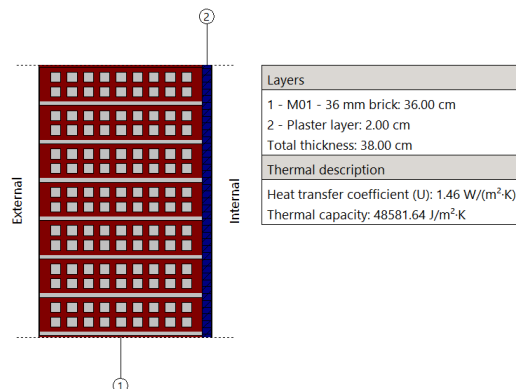
Pardoseli în contact cu solul (șapă)



Pereți în contact cu solul



Fațade



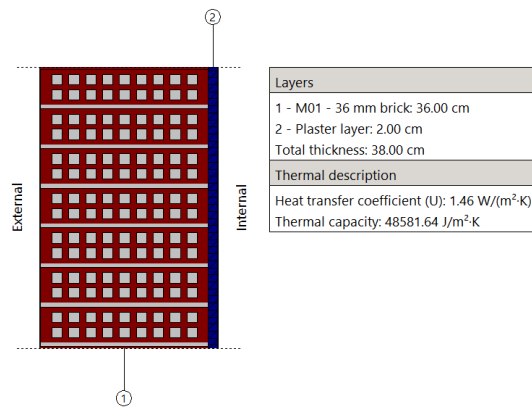
Deschideri ale fațadelor

Ferestre cu ramă din PVC și geam termopan

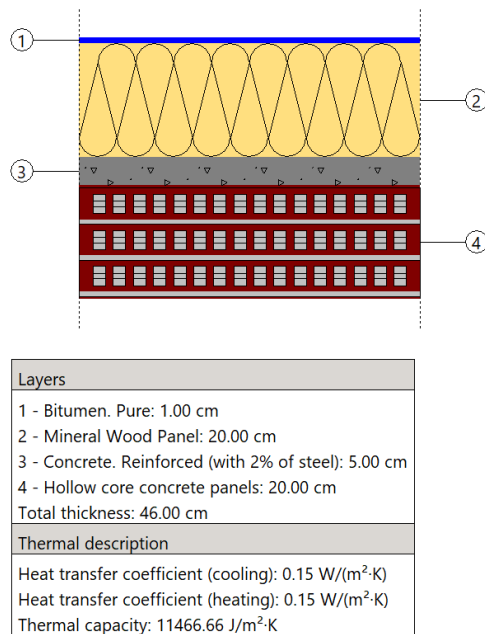
Heat transfer coefficient (U) W/(m²·K)

Solar heat gain coefficient

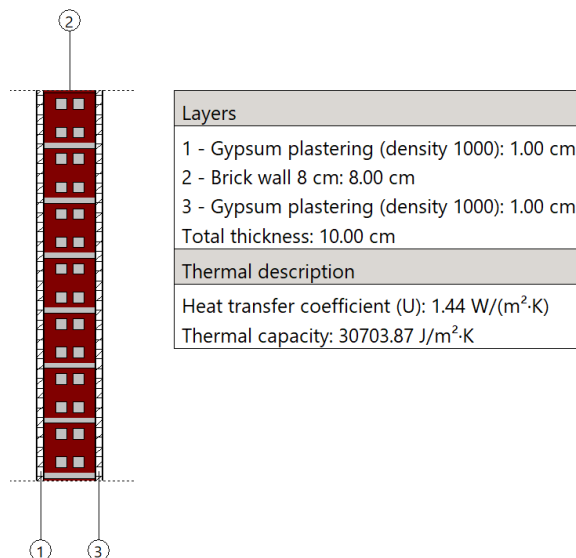
Pereți despărțitori



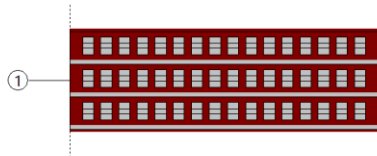
Acoperișuri



Pereți despărțitori interiori



Plăci intermediare



Layers
1 - Hollow core concrete panels -Height 200 mm: 20.00 cm Total thickness: 20.00 cm
Thermal description
Ceiling slab
Heat transfer coefficient (cooling): 2.08 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 2.94 W/(m ² ·K)
Floor slab
Heat transfer coefficient (cooling): 2.94 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 2.08 W/(m ² ·K)
Floor slab exposed to open air
Heat transfer coefficient (cooling): 3.57 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 2.86 W/(m ² ·K)
Thermal capacity: 143863.88 J/m ² ·K

2.4. Sisteme de încălzire și climatizare

Blocul de locuințe este încălzit prin intermediul unui sistem centralizat de încălzire urbană. Căldura este furnizată printr-o unitate de încălzire automată (sistem de control al încălzirii), care măsoară automat temperatura exterioară (senzorul de temperatură exterioară este amplasat pe peretele exterior al clădirii) și temperatura interioară. Încălzirea urbană este pornită în toată Lituania când temperatura medie zilnică a aerului exterior este egală sau mai mică de 10 °C timp de 3 zile consecutive. În mod analog, este oprită când temperatura medie zilnică a aerului exterior este mai mare de 10 °C timp de 3 zile consecutive.

În Lituania, aerul condiționat nu este relevant și nu este obligatoriu în conformitate cu cadrul de reglementare.

Echipamentele de generare/producție a energiei termice pentru încălzirea centralizată sunt amplasate la o distanță de clădire (în interiorul căminului nu se produce energie electrică), iar energia termică este transportată prin conducte subterane cu ajutorul unui fluid termic* (thermofix). Reglarea consumului de căldură pentru fiecare clădire (bloc de apartamente) este organizată/executată prin reglare automată în substația (care este amplasată la subsolul clădirii). Substația reglează consumul de căldură în funcție de temperatura exterioară și debitul pompei.

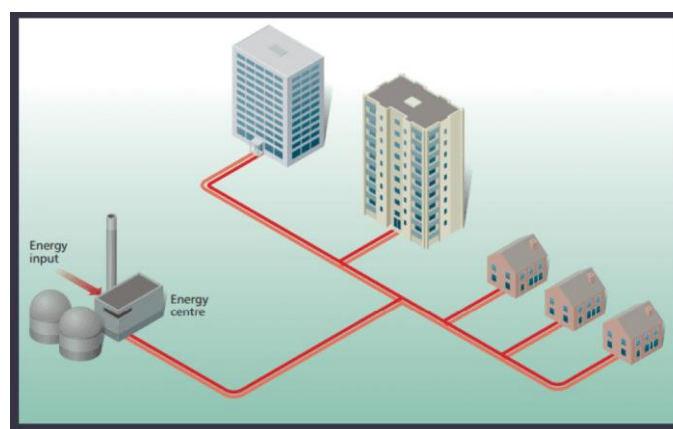


Figura 5: Sistemul de încălzire centralizată

Modulul automat al substației termice reglează consumul de căldură prin două opțiuni:

- prin creșterea sau scăderea cantității de fluid termic* către sistemul intern de încălzire al clădirii.
- prin creșterea sau scăderea debitului către sistemul intern de încălzire al clădirii.



Figura 6: Placă schimbător de căldură în substație (la subsolul clădirii)

Production set

Reference: Heat Exchanger (District Heating Substation in the building)

Boiler

Heating

☐ Rated capacity Sizing factor: 1.00

Rated efficiency: 1.00

Fuel type: Red 1

Operating parameters

Performance curves

Performance curves: User-defined

Rețea 1 (Sistem de încălzire centralizată)

Energy conversion factors			
	Primary energy / Final energy	% Non-renewable	kg-CO2 / kWh Final energy
Electricity	2.368	82.517	0.331
Natural gas	1.195	99.582	0.252
Diesel	1.182	99.746	0.331
LPG	1.204	99.751	0.254
Coal	1.084	99.815	0.472
Densified biomass (pellets)	1.113	7.637	0.018
Biomass	1.037	3.279	0.018
Environment	1.000	0.000	0.000
Rețea 1 (Sistem de încălzire centralizată)	1.300	46.730	0.140

Figura 7: Parametrii de performanță ai schimbătorului de căldură și ai sistemului de încălzire centralizată

2.5. Sistemul de apă caldă menajeră

Sistemul de apă caldă menajeră constă dintr-un sistem centralizat de încălzire a apei comunitare, de același tip ca și sistemul de încălzire centralizată. În modelul energetic al clădirii, s-a considerat că apa caldă menajeră

este furnizată de aceeași rețea ca și sistemul de încălzire centralizată, dar cu **un procent de pierderi în distribuție de 50 %**.

În acest studiu privind clădirea din Lituania, s-a presupus că temperatura apei pentru uz casnic în rețea, înainte de încălzire, este de 9 °C.

Gradul de ocupare luat în considerare în clădire pentru calcularea necesarului de apă caldă menajeră a fost **de 180 de persoane** în acest studiu de caz. Necesarul de apă caldă menajeră: **28 litri pe persoană și zi**.

3. Dezvoltarea clădirii de locuințe din Lituania Studiu de caz

3.1. Model BIM al clădirii

Un **model de informații despre clădiri** (BIM) pentru analiza energetică este o reprezentare digitală a unei clădiri care integrează atât date geometrice, cât și semantice, permițând simulări detaliate ale performanței energetice a clădirii. Spre deosebire de un model 3D standard, un BIM include informații despre materiale, proprietăți termice, programe de ocupare, sisteme de iluminat, echipamente HVAC și multe altele.

Atunci când este utilizat pentru analiza energetică, BIM servește ca o bază bogată în date care poate fi exportată către un software de simulare energetică (EnergyPlus în acest studiu de caz). Acest lucru permite consultantilor în energie să evalueze sarcinile de încălzire și răcire, iluminatul natural, confortul termic și consumul total de energie.

Avantajele cheie includ:

- **Transfer automatizat de date** de la proiectare la simulare
- **Precizie îmbunătățită** datorită datelor de intrare consistente și detaliate
- **Fluxuri de lucru integrate** între arhitecți, ingineri și analiști energetici

Figurile următoare prezintă mai multe vederi ale modelului BIM geometric al clădirii.

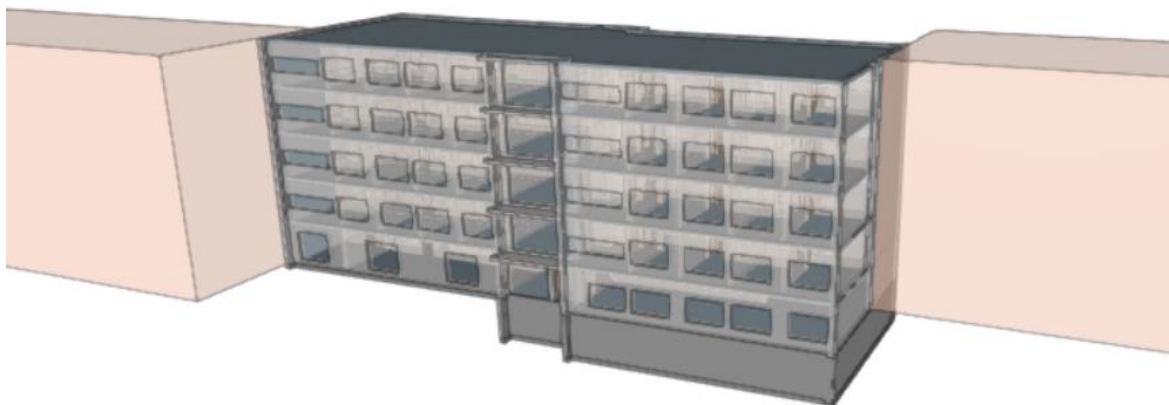


Figura 8 Model BIM

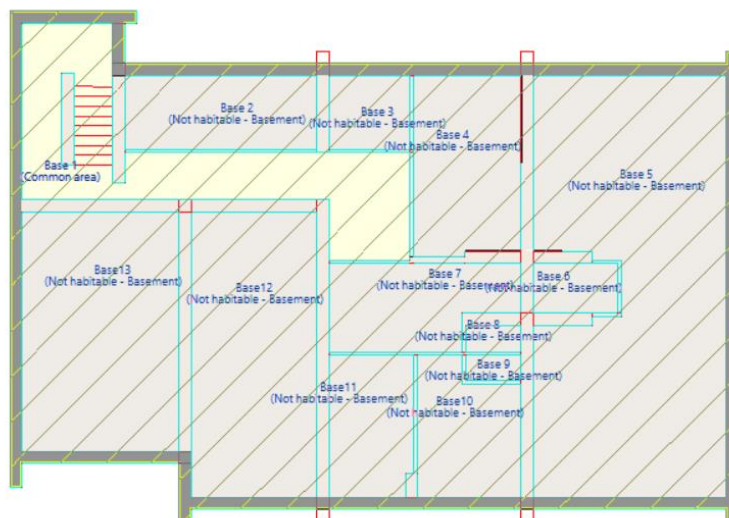


Figura 9 Plan subsol în modelul BIM

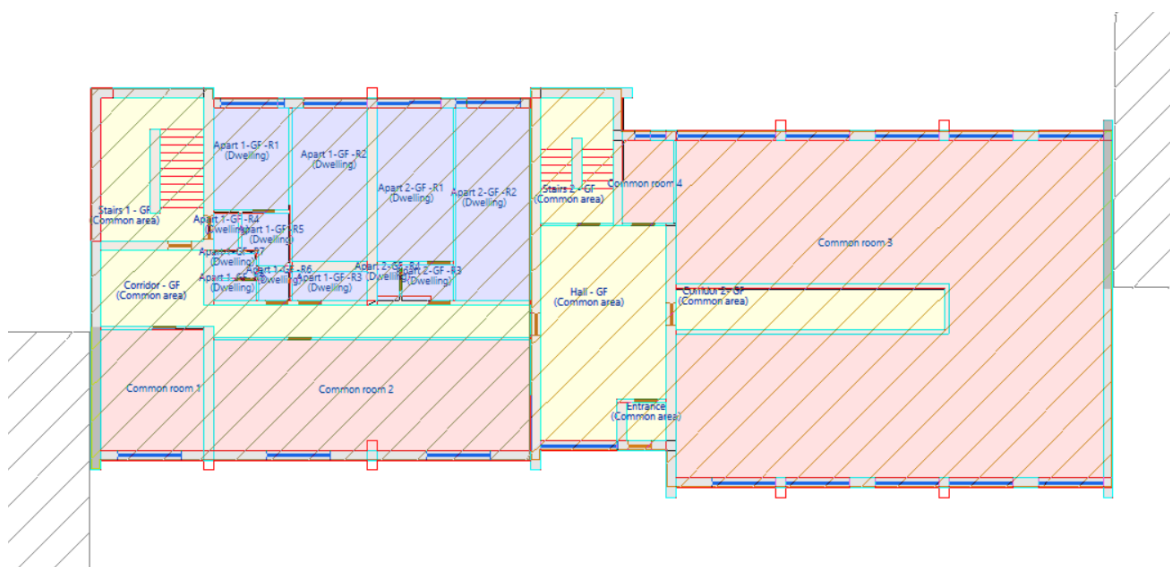


Figura 10 Parter în modelul BIM

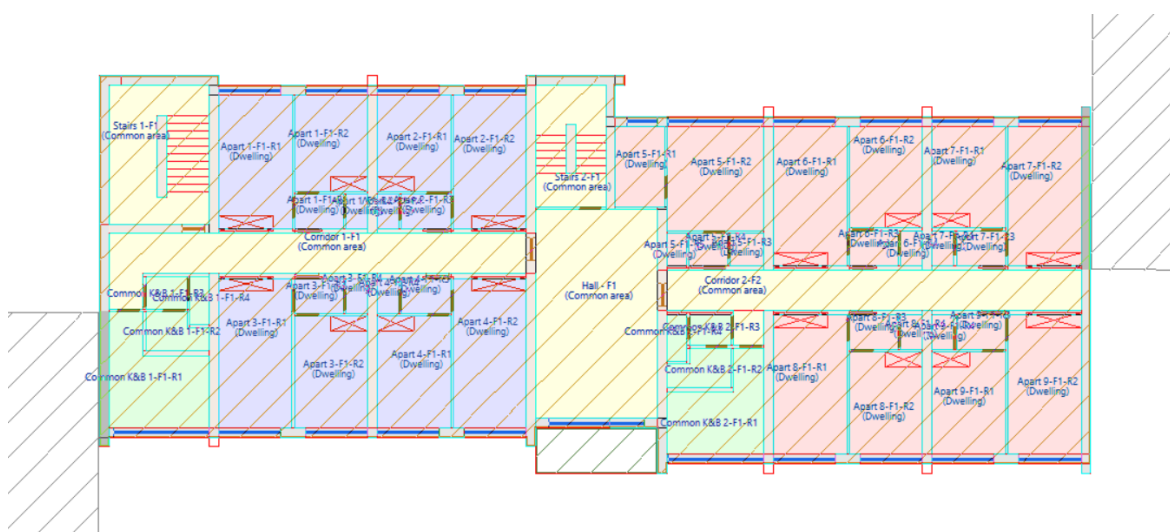


Figura 11 Tip de podea în modelul BIM

3.2. Modelul analitic al clădirii.

Modelul analitic al clădirii este alcătuit din spațiile interioare ale clădirii în care este împărțit volumul interior al clădirii cu caracteristicile sale (volumul spațiului, suprafețele care elimină spațiul...).

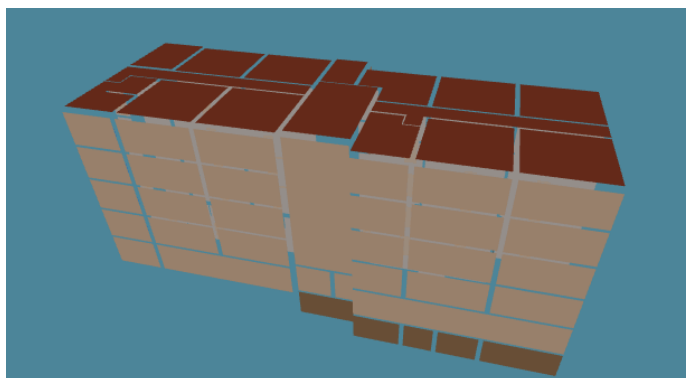


Figura 12 Model analitic al clădirii

În cadrul acestei lucrări, spațiile interioare ale clădirii au fost grupate în 16 zone diferite.

Aceste zone sunt:

-  Z01 - Not habitable
-  Z02 - Common areas
-  Z03 - Common rooms - GF
-  Z04 - Common Kitchen and Bath - F1
-  Z05 - Common Kitchen and Bath - F2
-  Z06 - Common Kitchen and Bath - F3
-  Z07 - Common Kitchen and Bath - F4
-  Z08 - Apartments GF
-  Z09 - Apartments F1-Left
-  Z10 - Apartamente F1 Right
-  Z11 - Apartments F2 Left
-  Z12 - Apartments F2 Right
-  Z13 - Apartments F3 Left
-  Z14 - Apartments F3 Right
-  Z15 - Apartments F4 Left
-  Z16 - Apartments F4 Right

Zona 1 (nelocuibilă) este subsolul

Zona 2 (spații comune) corespunde spațiilor scărilor, coridoarelor și holurilor de la fiecare etaj al clădirii.

Zona 3 (camere comune – parter) este un grup de camere comune situate la parterul clădirii.

Restul zonelor corespund grupurilor de apartamente de la diferitele etaje ale clădirii.

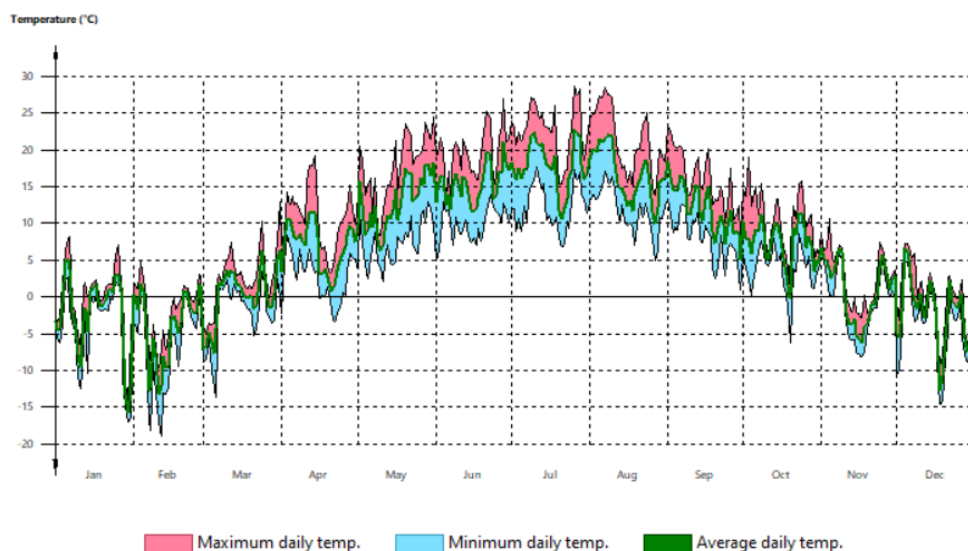
Ventilația clădirii existente constă în ventilație naturală.

Necesarul de ventilație introdus în model a fost **de 0,63 schimburi de aer interior pe oră** pentru locuințe, spații comune, bucătării și băi și 1 schimb pe oră pentru subsol.

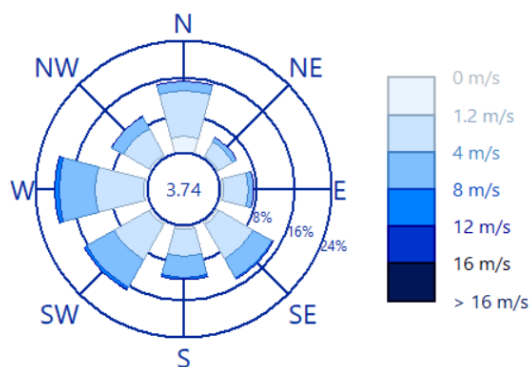
3.3. Date climatice

Datele privind **temperatura exterioară** luate în considerare în acest studiu de caz în această zonă climatică sunt următoarele:

Date din: *LTU_Kaunas.266290_IWEC.epw*



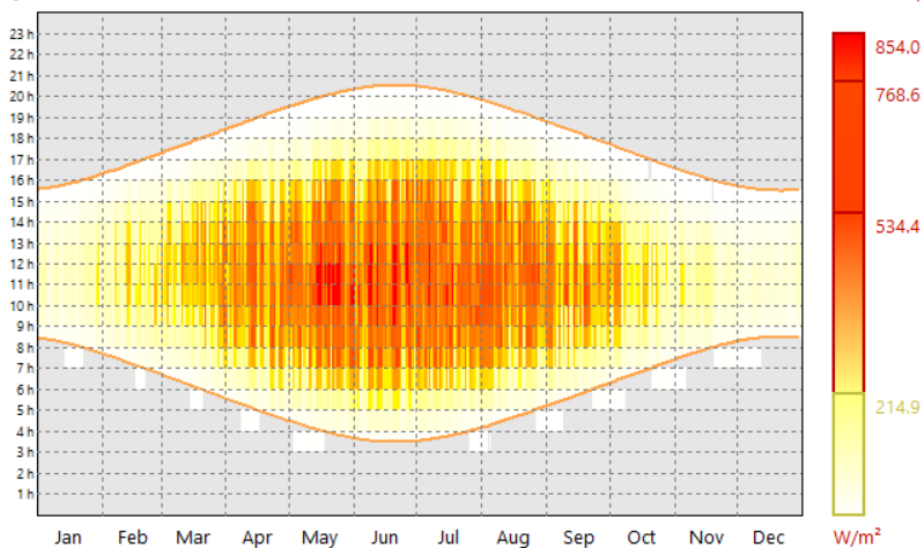
Distribuția vântului:



Iradiere solară pe amplasamentul casei:

Graficul de mai jos arată radiația globală pe o suprafață orizontală

$$Q = 15.8 + 30.2 + 67.1 + 105.6 + 155.2 + 163.1 + 159.3 + 136.4 + 82.5 + 44.7 + 18.5 + 9.8 = 988.33 \text{ kWh/m}^2$$



3.4. Condiții de funcționare a spațiilor climatizate pentru uz rezidențial privat

Pentru analiza energetică a clădirii, au fost utilizate condițiile de funcționare ale spațiilor climatizate ale clădirii, care sunt indicate în tabelul următor.

Tabelul 1: Condiții de funcționare a spațiilor climatizate ale clădirii destinate uzului rezidențial privat

		Program (săptămână tipică)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Temperatură setată ridicată (°C)	ianuarie-mai	--	--	--	--
	Iunie-septembrie	25	--	25	27
	Octombrie-decembrie	--	--	--	--
Temperatură setată joasă (°C)	ianuarie-mai	17	20	20	17
	Iunie-septembrie	--	--	--	--
	Octombrie-decembrie	17	20	20	17

3.5. Model energetic al clădirilor

Un model energetic al clădirilor este o simulare digitală detaliată a consumului de energie al unei clădiri, creată pentru a analiza și a prezice performanța energetică a acesteia. Acesta include date precum geometria clădirii, orientarea, materialele de construcție, nivelurile de izolare, sistemele HVAC, iluminatul, tiparele de ocupare și datele climatice locale. Modelul utilizează aceste informații pentru a calcula consumul de energie pentru încălzire, răcire, iluminat, ventilație și încărcări ale prizelor în timp.

Acest model este esențial pentru:

- Evaluarea alternativelor de proiectare
- Estimarea economiilor de energie
- Respectarea normelor de construcție
- Sprijinirea certificărilor pentru clădiri ecologice (de exemplu, LEED, BREEAM)
- Efectuarea analizei cost-beneficiu a măsurilor de eficiență energetică

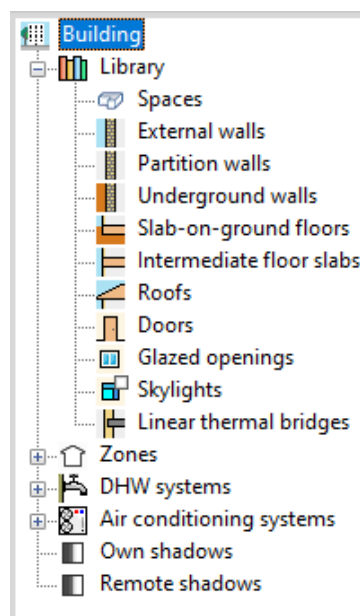


Figura 12: Unele componente ale modelului energetic al clădirilor

3.6. Proiectul unei clădiri de locuințe din Lituania în BIMServer.center

Modelul BIM al clădirii, modelul analitic și modelul energetic al situației actuale a clădirii sunt partajate pe platforma BIM. [BIMServer.center](https://bimserver.center).

Acest proiect poate fi vizitat folosind următorul link:

<https://bimserver.center/es/project/1007275?tab=0>

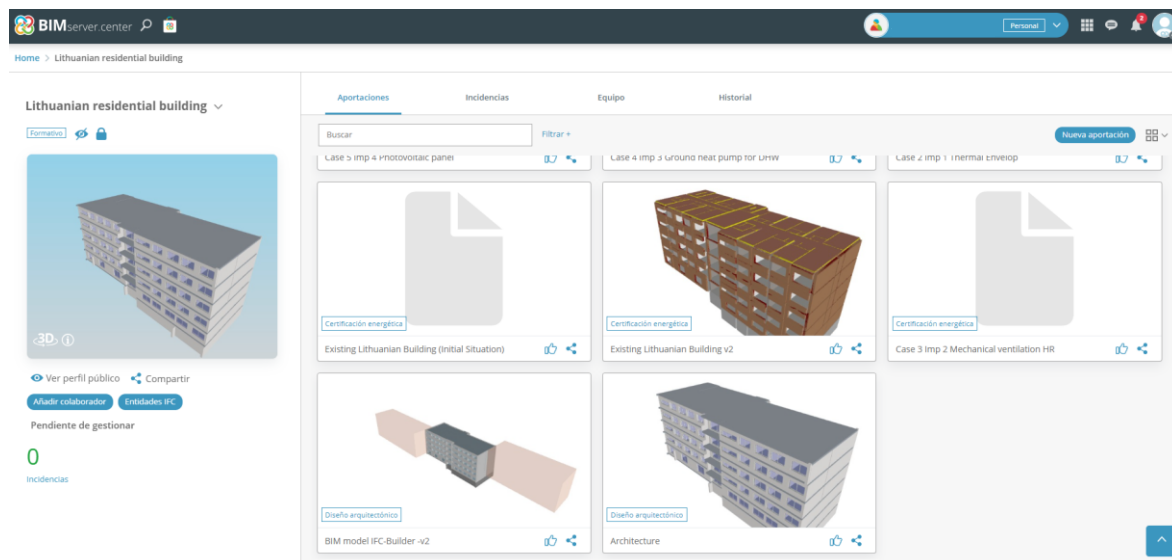


Figura 13: Proiectul clădirii căminului în BIMServer.center

3.7. Cazuri analizate. Descriere

- **Cazul 1: Situația inițială:** Fațadă fără izolație + ferestre cu geam termopan + Încălzire centralizată și apă caldă menajeră centralizată + ventilație naturală.



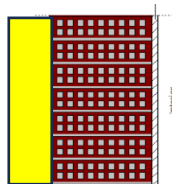
- **Cazul 2: Îmbunătățire 1:** strat izolant de 25 cm pe fațade + geamuri triple cu emisivitate redusă cu gaz argon ($U=0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)



Fațadă: strat de vată minerală de 20 cm.

Ferestre: ferestre cu geam triplu cu emisivitate redusă, cu gaz argon și rame din PVC ($U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

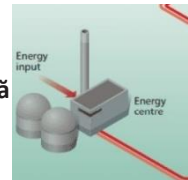
- **cazul 3: Îmbunătățire 2:** strat izolant de 25 cm la fațade + ferestre cu geam triplu cu emisivitate redusă și gaz argon $U = 0,8$ + **Sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură**



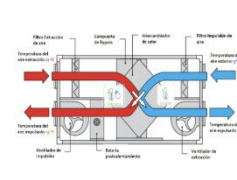
+



+ Încălzire și apă caldă
menajeră

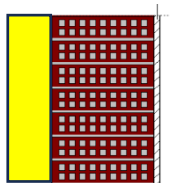


+



Sistem de ventilație mecanică: 2 ventilatoare ($750 \text{ W/(m}^3/\text{s)}$, fiecare). Eficiența schimbătorului de căldură sensibil: 70%

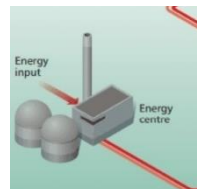
- **Cazul 4: Îmbunătățire 3: Apă caldă menajeră cu pompă de căldură geotermală (COP 3,24)** + strat izolant de 25 cm pe fațade + ferestre cu geam triplu cu emisii reduse și argon $U = 0,8$ + Sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură.



+



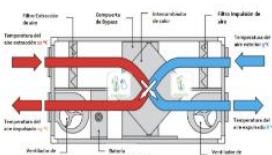
+ Încălzire



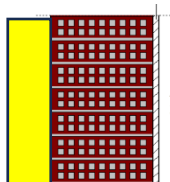
+ Apă caldă
menajeră (COP 3,24)



+



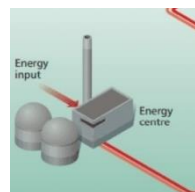
- **Cazul 5: Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice (150 panouri de 480 W- 3 m2 unitate) → (71250 kWh pe an)** + Apă caldă menajeră cu pompă de căldură geotermală + strat izolant de 25 cm pe fațade + ferestre cu geam triplu cu emisii reduse și gaz argon $U = 0,8$ + Sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură.



+



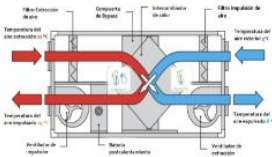
+ Încălzire



+ apă caldă menajeră
(COP 3,24)



+



+





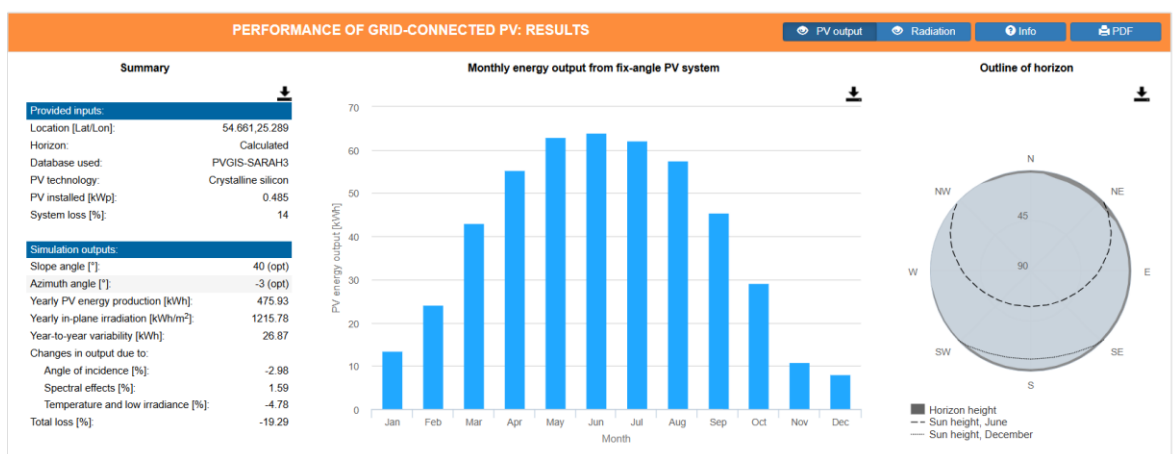
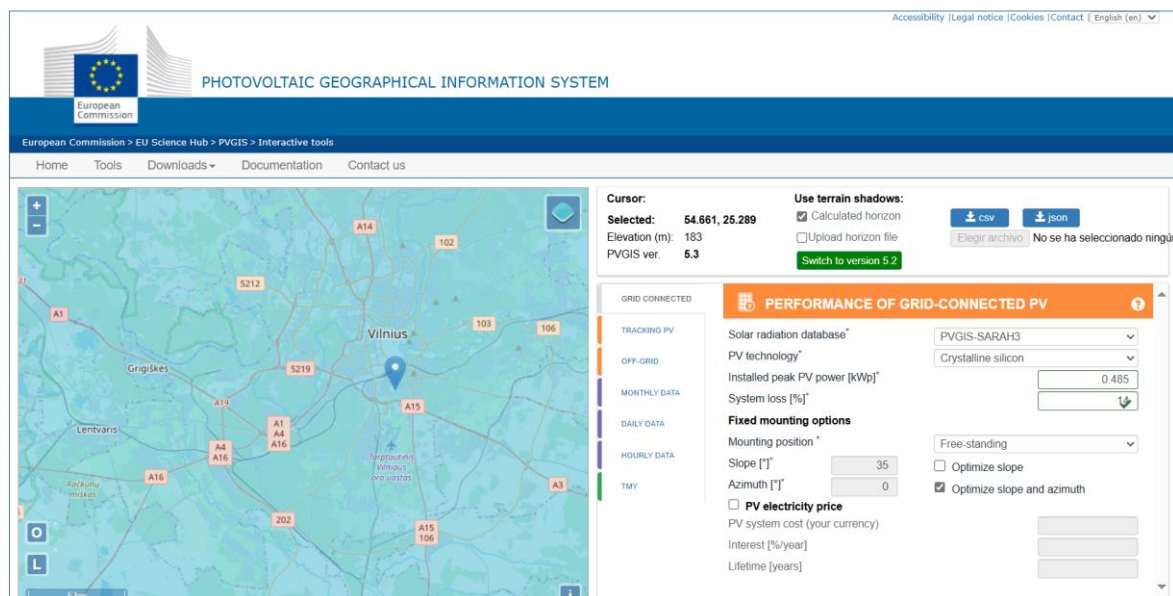
Caracteristicile panourilor fotovoltaice:

Puterea modulului este de 485 W, eficiență – 22,4%.

Dimensiunea panoului (modulului): 3 m².

Orientare (unghi azimutal): -3°

Unghiul de înclinare: 40°



Producția lunară de energie a sistemului fotovoltaic în Vilnius:

	Producția de energie pe panou kwh	Număr panouri	Producție de energie kWh
Ianuarie	13,5	150	2035,50
Februarie	24	150	3607,50
martie	42,96	150	6444,00
aprilie	55,27	150	8290,50
mai	62,92	150	9438,00
iunie	64,01	150	9601,50
Iulie	62,07	150	9310,50

	Producția de energie pe panou	Număr	Producție de energie
	kwh	panouri	kWh
August	57,54	150	8631,00
Sept	45,52	150	6828,00
45	29,07	150	4360,50
Noiembrie	10,86	150	1629,00
Dec	8	150	1212,00
Total	475,92		71388,00

3.8. Rezultatele cazului. Consumul de energie și clasa energetică a clădirii existente.

În această secțiune și în cea următoare, se prezintă consumul anual de energie finală, energie primară și energie primară neregenerabilă corespunzător diferitelor servicii tehnice ale clădirii pentru situația inițială a clădirii și pentru cele 4 alternative de îmbunătățire a performanței energetice a acesteia. Consumul energetic de încălzire și răcire include consumul de energie electrică al echipamentelor auxiliare ale sistemelor de climatizare.

În plus, este prezentată și clasa energetică a cazurilor studiate (situația inițială și cele 4 alternative de îmbunătățire). Această clasă a fost calculată în conformitate cu standardele spaniole, luând în considerare zona climatică echivalentă: E1

Pentru a clarifica conceptele, se introduc aici câteva definiții:

Consumul total de energie primară.

Consumul total de energie primară în contextul unei analize a eficienței energetice a clădirilor se referă la cantitatea totală de energie din toate sursele (cum ar fi electricitatea, gazul, petrolul sau energiile regenerabile) necesară pentru funcționarea clădirii, inclusiv energia utilizată pentru producerea și furnizarea acestei energii.

Mai precis:

- „Energie primară” înseamnă energia în forma sa originală, brută, înainte de a fi transformată în electricitate sau căldură. De exemplu, cărbune, gaze naturale, țiței sau lumina soarelui.
- Aceasta include energia **utilizată la fața locului** (cum ar fi gazul pentru încălzire) și **energia transformată** (cum ar fi energia electrică), dar include și **pierderile care apar în timpul generării, transportului și distribuției**.

Astfel, consumul total de energie primară vă indică cantitatea de energie brută necesară în final pentru funcționarea clădirii, oferind o imagine completă a impactului acesteia asupra mediului.

Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

Consumul de energie primară din surse neregenerabile se referă la **cantitatea totală de energie primară neregenerabilă** utilizată pentru funcționarea unei clădiri, inclusiv:

- **Combustibili fosili:** cărbune, gaze naturale și petrol
- **Energia nucleară**
- **Orice alte surse de energie neregenerabile**

Această măsurătoare include:

- Energia **utilizată direct la fața locului**, cum ar fi gazul natural pentru încălzire
- Energia **utilizată indirect**, cum ar fi energia electrică generată din cărbune sau gaz (inclusiv pierderile din generare și transport)

Consumul de energie la punctul de consum (energie finală).

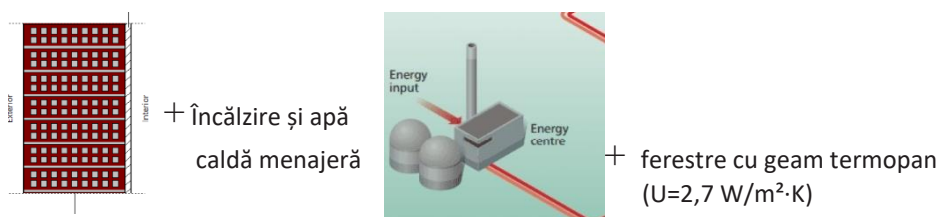
Consumul de energie la punctul de consum, cunoscut și sub denumirea de **consum final de energie**, se referă la cantitatea de energie utilizată efectiv de clădire pentru diversele sale funcții, cum ar fi:

- Încălzire
- Răcire
- Iluminat
- Apă caldă
- Aparat și echipamente

Este energia furnizată clădirii și măsurată la contor, cum ar fi facturile de electricitate sau consumul de gaz. Nu include pierderile de energie care au avut loc în timpul producției, conversiei sau transportului (care sunt incluse în energia primară).

În rezumat:

- **Energia finală** = Energia utilizată în interiorul clădirii, așa cum este percepută de utilizator.
- **Energia primară** = Energia finală plus pierderile din amonte (de exemplu, eficiența centralei electrice, pierderile din rețeaua de transport).
- **Cazul 1: Situația inițială:** Fațadă fără izolație + ferestre cu geam termopan + încălzire centralizată și apă caldă menajeră centralizată + ventilație naturală.



Consumul de energie al clădirii: Situația inițială.

Consumul de energie al serviciilor tehnice ale clădirii

CLĂDIRE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)

Servicii tehnice	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Încălzire	292781	123,8	418789,87	177,17	225989,72	95,61
Răcire	28,09	0,01	66,19	0,03	54,37	0,02
Apă caldă menajeră	163407,07	69,13	212428,82	89,87	99268,50	42,00
	456216,68	193,00	631284,88	267,07	325312,59	137,63

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

EF: Energia finală consumată de serviciile tehnice la punctul de consum.

EP_{tot} Consumul total de energie primară.

:

EP_{nren} Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

:



Consumul final de energie al clădirii. Rezultate lunare.

		Ian (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
CLĂDIRIE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)															
Cerere de energie	Încălzire	52165	51779,7	42518,5	19344,9	5454,6	--	--	--	--	26047,1	41740,0	52017,3	291067,8	123,1
	Răcire	--	--	--	--	--	--	0,2	75,4	--	--	--	--	75,6	0
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
	TOTAL	66044,2	64315,0	56396,9	32775,6	19333,0	13430,7	13878,6	13953,8	13430,7	39925,5	55170,7	65895,7	454550,6	192,3
Rețea 1 (Roșu 1)	Încălzire	463	46018,6	37546,5	16676,3	4530,8	--	--	--	--	22725,0	36966,8	46224,4	257039,5	108,7
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
Electricitate	Încălzire	6125,3	6072,3	5212,7	2780,7	976,5	--	--	--	--	3473,7	5007,3	6093,5	35741,9	15
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilație	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Controlul umidității	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminare	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricitate (Sistem de substituție)	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	28,1	--	--	--	--	28,1	0
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	C _{ef,total}	66354,8	64626,2	56637,5	32887,7	19385,7	13430,7	13878,4	13906,5	13430,7	40077,2	55404,8	66196,3	456216,7	193,0

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

$C_{ef,total}$ Consumul de energie la punctul de consum (energie finală), kWh/m²·an.

:

Clasa energetică a clădirii: Situația inițială.

Zona climatică (eq.)	E1	Utilizare	Rezidențial privat
----------------------	----	-----------	--------------------

CLASA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN EMISII

1.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI		
		ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră
		Emisii de încălzire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii de apă caldă menajeră [kgCO ₂ /m ² ·an]
		20,23		9,68
		RĂCIRE		ILUMINAT
Emisii globale [kgCO ₂ /m ² ·an] ¹		Emisii de răcire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii generate de iluminat [kgCO ₂ /m ² ·an]
		0		-

2.

Evaluarea globală a clădirii este exprimată în termeni de dioxid de carbon eliberat în atmosferă ca urmare a consumului său de energie.

	kgCO ₂ /m ² ·an	kgCO ₂ ·an
Emisii de CO ₂ provenite din consumul de energie electrică	5,01	11839,88
Emisii de CO ₂ din alți combustibili	24	58862,51

CLASIFICAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN FUNCȚIE DE CONSUMUL DE ENERGIE PRIMARĂ NEREGENERABILĂ

3.

Energia primară neregenerabilă se referă la energia consumată de clădire din surse neregenerabile care nu a suferit niciun proces de conversie sau transformare.

4.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI	
		ÎNCĂLZIRE	Apă caldă menajeră



	Energie primară pentru încălzire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru Apă caldă menajeră [kWh/m ² ·an]	E
	95,61		42	
	RĂCIRE		ILUMINAT	
Consumul global de energie primară neregenerabilă [kWh/m ² ·an] ¹	Energie primară pentru răcire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru iluminat [kWh/m ² ·an]	-
	0,02		-	

EVALUARE PARȚIALĂ A CERERII DE ENERGIE PENTRU ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE

Cererea de energie pentru încălzire și răcire este energia necesară pentru menținerea condițiilor de confort interior ale clădirii.

5.

CEREREA DE ÎNCĂLZIRE	CEREREA DE RĂCIRE
	Necalificabil
6. Cererea de încălzire [kWh/m ² ·an]	Cererea de răcire [kWh/m ² ·an]

¹ Indicatorul global este rezultatul sumei indicatorilor parțiali plus valoarea indicatorului pentru consumul auxiliar, dacă există (numai clădiri terțiare, ventilație, pompare etc.). Energia electrică consumată propriu se deduce numai din indicatorul global, nu din valorile parțiale.

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 II: Analiza măsurilor de îmbunătățire

3.9. Rezultatele cazului II. Consumul de energie și clasa energetică a alternativelor de îmbunătățire a clădirii.

- Cazul 2: Îmbunătățire 1: strat izolant de 25 cm la fațade + ferestre cu geam triplu cu emisivitate redusă și argon ($U=0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)**



Consumul de energie al serviciilor tehnice ale clădirii

CLĂDIRE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)

Servicii tehnice	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Încălzire	2008	84,9	2870	121,45	154795,61	65,49
Răcire	255,00	0,11	605,12	0,26	498,75	0,21
Apă caldă menajeră	163407,07	69,13	212428,82	89,87	99268,50	42,00
	364476,60	154,19	500110,34	211,57	254562,86	107,69

unde:

 S_u : Suprafața locuibilă inclusă în anvelopa termică, m².

EF: Energia finală consumată de serviciile tehnice la punctul de consum.

 EP_{tot} Consumul total de energie primară.

:

 EP_{nren} Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

:

Consumul final de energie al clădirii. Rezultate lunare.

	ianuari (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
CLĂDIRE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)														
Cerere de energie	Încălzire	30802	30389,4	23188,1	7188,8	892,3	--	--	--	14109,0	23932,2	30858,1	161360,1	68
	Răcire	--	--	--	--	67,0	224,7	387,9	--	--	--	--	679,6	0
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
	TOTAL	44680,6	42924,7	37066,5	20619,5	14770,7	13497,8	14103,1	14266,3	13430,7	27987,4	37362,9	325446,8	137,7
	Încălzire	33534,1	33179,9	25740,5	8572,9	1367,9	--	--	--	14721,0	25809,1	33527,9	176453,3	74
Rețea 1 (Roșu 1)	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
	Încălzire	4364,2	4313,9	3605,2	1567,7	385,7	--	--	--	2302,3	3473,6	4348,5	24361,2	10
Electricitate	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	ianuari e (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ventilație	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Controlul umidității	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Iluminare	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Răcire	--	--	--	--	--	18,5	85,5	151,0	--	--	--	--	255,0	0
Apă caldă menajeră.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C _{ef,total}	51776,7	50029,2	43224,1	23571,3	15632,0	13449,2	13963,9	14029,4	13430,7	30901,7	42713,4	51754,8	364476,6	154,2

unde:

S_u : Suprafața locuibilă inclusă în anvelopa termică, m².

$C_{ef,total}$ Consumul de energie la punctul de consum (energie finală), kWh/m²·an.

:

Clasa energetică a clădirii: Îmbunătățire 1.

Zona climatică (echivalent)	E	Utilizare	Rezidențial privat
------------------------------------	---	------------------	--------------------

CLASA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN EMISII

1.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI			
< 10,4 10,4-16,1 16,1-24,0 24,0-35,7 35,7-82,9 82,9-97,0 ≥ 97,0 A B C D E F G 23,58 C		ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră	
	Emisii de încălzire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii de apă caldă menajeră [kgCO ₂ /m ² ·an]		C
	13,8		9,68		
	RĂCIRE		ILUMINAT		
Emisii globale [kgCO ₂ /m ² ·an] ¹	Emisii de răcire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii generate de iluminat [kgCO ₂ /m ² ·an]		-
	0		-		

2.

Evaluarea globală a clădirii este exprimată în termeni de dioxid de carbon eliberat în atmosferă ca urmare a consumului său de energie.

	kgCO ₂ /m ² ·an	kgCO ₂ ·an
Emisii de CO ₂ din consumul de energie electrică	3,45	8147,96
Emisii de CO ₂ din alte combustibili	20	47580,45

CLASIFICAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN FUNCȚIE DE CONSUMUL DE ENERGIE PRIMARĂ NEREGENERABILĂ

3.

Energia primară neregenerabilă se referă la energia consumată de clădire din surse neregenerabile care nu a suferit niciun proces de conversie sau transformare.

4.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI			
< 46,9 46,9-72,1 72,1-107,5 107,5-160,1 160,1-358,8 358,8-419,8 ≥ 419,8 A B C D E F G 107,69 D		ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră	
	Energie primară pentru încălzire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru Apă caldă menajeră [kWh/m ² ·an]		E
	65,49		42		
	RĂCIRE		ILUMINAT		
Consumul global de energie primară neregenerabilă [kWh/m ² ·an] ⁽¹⁾	Energie primară pentru răcire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru iluminat [kWh/m ² ·an]		-
	0,21		-		

EVALUARE PARȚIALĂ A CERERII DE ENERGIE PENTRU ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE

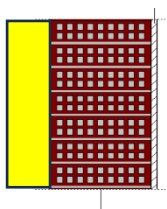
Cererea de energie pentru încălzire și răcire este energia necesară pentru menținerea condițiilor de confort interior ale clădirii.

5.

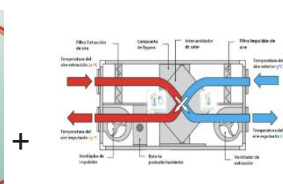
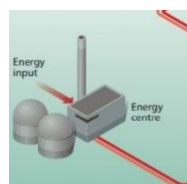
CEREREA DE ÎNCĂLZIRE	CERERE DE RĂCIRE
	Necalificabil
6. Cererea de încălzire [kWh/m ² ·an]	Cererea de răcire [kWh/m ² ·an]

1 Indicatorul global este rezultatul sumei indicatorilor parțiali plus valoarea indicatorului pentru consumul auxiliar, dacă există (numai clădiri terțiare, ventilație, pompare etc.). Energia electrică consumată propriu se deduce numai din indicatorul global, nu din valorile parțiale.

- cazul 3: Îmbunătățire 2: strat izolant de 25 cm la fațade + ferestre cu geam triplu cu emisivitate redusă și gaz argon U= 0,8 + sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură



+ Încălzire și apă caldă menajeră



Consumul de energie al clădirii: Îmbunătățire 2.

Consumul de energie al serviciilor tehnice ale clădirii

CLĂDIRE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)

Servicii tehnice	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Încălzire	119584,90	50,59	170980,28	72,3	92224,49	39,02
Răcire	433,93	0,18	1028,24	0,44	848,59	0,36
Apă caldă menajeră	163407,09	69,13	212428,82	89,87	99268,50	42,00
Ventilație	10956,42	4,64	25944,64	10,98	21408,58	9,06
	294382,35	124,54	410381,98	173,61	213750,17	90,43

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

EF: Energia finală consumată de serviciile tehnice la punctul de consum.

EP_{tot} Consumul total de energie primară.

:

EP_{nren} Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

:

Consumul final de energie al clădirii. Rezultate lunare.

		Ianuari e (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
CLĂDIRE (S _u = 2363,76 m ²)															
Cerere de energie	Încălzire	24288	24134,4	17534,5	3449,2	125,8	--	--	--	--	9397,8	18295,8	24482,1	121707,9	51,5
	Răcire	--	--	--	--	--	55,3	444,8	631,7	--	--	--	--	1131,8	0

		Januari (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² -an)
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
	TOTAL	38166,8	36669,7	31412,9	16879,9	14004,2	13486,0	14323,2	14510,1	13430,7	23276,2	31726,5	38360,5	286246,8	121,1
Rețea 1 (Roșu 1)	Încălzire	21224,8	21106,8	15060,6	2564,8	41	--	--	--	--	7743,8	15879,6	21412,8	105034,9	44
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	13878,4	12535,3	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	13878,4	13430,7	13878,4	13430,7	13878,4	163407,2	69,1
	Încălzire	2780,9	2777	2186,8	572,3	37	--	--	--	--	1250,5	2137,8	2790,4	14533,5	6,1
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricitate	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilație	1036,0	935,8	1036,0	1002,6	1036,0	697,2	720,4	720,4	697,2	1036,0	1002,6	1036,0	10956,4	4,6
	Controlul umidității	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminare	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Răcire	--	--	--	--	--	21,3	170,0	242,7	--	--	--	--	433,9	0
Electricitate (Sistem de substituție)	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	C_{ef,total}	38920,2	37362,5	32161,8	17570,4	14994,0	14149,2	14768,8	14841,6	14127,9	23917,6	32450,7	39117,7	294382,3	124,5

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

$C_{ef,total}$ Consumul de energie la punctul de consum (energie finală), kWh/m²-an.

:



Clasa energetică a clădirii: Clădire cu îmbunătățiri 2.

Zona climatică (echivalent)	E1	Utilizare	Rezidențial privat
------------------------------------	----	------------------	--------------------

1. CLASA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN EMISII

INDICATOR GLOBAL	INDICATORI PARȚIALI		
	ÎNCĂLZIRE	Apă caldă menajeră	
	Emisii de încălzire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii de apă caldă menajeră [kgCO ₂ /m ² ·an]
	8,26		9,68
Emisii globale [kgCO ₂ /m ² ·an] ¹	RĂCIRE	ILUMINAT	
	Emisii de răcire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii generate de iluminat [kgCO ₂ /m ² ·an]
	0		-

Evaluarea globală a clădirii este exprimată în termeni de dioxid de carbon eliberat în atmosferă ca urmare a consumului său de energie.

	kgCO ₂ /m ² ·an	kgCO ₂ ·an
Emisii de CO ₂ provenite din consumul de energie electrică	3,6	8580,79
Emisii de CO ₂ din alte combustibili	15	37586,01

3. CLASIFICAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN FUNCȚIE DE CONSUMUL DE ENERGIE PRIMARĂ NEREGENERABILĂ

Energia primară neregenerabilă se referă la energia consumată de clădire din surse neregenerabile care nu a fost supusă niciunui proces de conversie sau transformare.

INDICATOR GLOBAL	INDICATORI PARȚIALI		
	ÎNCĂLZIRE	Apă caldă menajeră	
	Energie primară pentru încălzire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru Apă caldă menajeră [kWh/m ² ·an]
	39,02		42
Consumul global de energie primară neregenerabilă [kWh/m ² ·an] ¹	RĂCIRE	ILUMINAT	
	Energie primară pentru răcire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru iluminat [kWh/m ² ·an]
	0,36		-

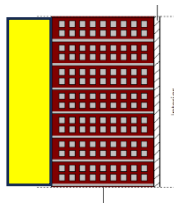
5. EVALUARE PARȚIALĂ A CERERII DE ENERGIE PENTRU ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE

Cererea de energie pentru încălzire și răcire este energia necesară pentru menținerea condițiilor de confort interior ale clădirii.

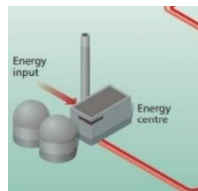
CEREREA DE ÎNCĂLZIRE	CERERE DE RĂCIRE
	Necalificabil
6. Cererea de încălzire [kWh/m ² ·an]	Cererea de răcire [kWh/m ² ·an]

1 Indicatorul global este rezultatul sumei indicatorilor parțiali plus valoarea indicatorului pentru consumul auxiliar, dacă există (numai clădiri terțiare, ventilație, pompare etc.). Energia electrică autoconsumată se deduce numai din indicatorul global, nu din valorile parțiale.

- Cazul 4: Îmbunătățire 3: Apă menajeră cu pompă de căldură geotermală (COP 3,24) + strat izolat de 25 cm pe fațade + ferestre cu geam triplu cu emisivitate redusă și argon U= 0,8 + sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură.**



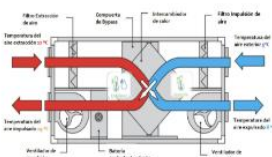
+ Încălzire



+ Apă caldă menajeră (COP 3,24)



+



Consumul de energie al clădirii: Îmbunătățire 3.

Consumul de energie al serviciilor tehnice ale clădirii

CLĂDIRIE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)

Servicii tehnice	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Încălzire	119614,32	50,60	171037,01	72,36	92267,04	39,03
Răcire	434,13	0,18	1028,24	0,44	848,59	0,36
Apă caldă menajeră	114707,05	48,53	170904,64	72,30	80270,95	33,96
Ventilație	10956,42	4,64	25944,64	10,98	21408,58	9,06
	245711,93	103,95	368914,52	156,07	194795,17	82,41

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

EF: Energia finală consumată de serviciile tehnice la punctul de consum.

EP_{tot} Consumul total de energie primară.

:

EP_{nren} Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

:

Consumul final de energie al clădirii. Rezultate lunare.

		Januari	Feb	Mar	Apr	Mai	Iunie	Iulie	Aug	Sept	Oct	Noi	Dec	An	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
CLĂDIRIE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)															
Cerere de energie	Încălzire	24283	24129,9	17530,4	3447,0	125,6	--	--	--	--	9395,1	18292,1	24477,7	121681,5	51
	Răcire	--	--	--	--	--	55,4	445,0	631,9	--	--	--	--	1132,3	0,5
	Apă caldă menajeră	9742,2	8799,4	9742,2	9428,0	9742,2	9428,0	9742,2	9428,0	9742,2	9428,0	9742,2	9742,2	114707,0	48,5
	TOTAL	34026,0	32929,3	27272,7	12874,9	9867,8	9483,4	10187,3	10374,2	9428,0	19137,3	27720,0	34220,0	237520,8	100,5
Rețea 1 (Roșu 1)	Încălzire	21267,3	21100,7	15054,9	2561,9	41,6	--	--	--	--	7740,1	15874,4	21406,9	105047,8	44
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	2788,8	2778,9	2188,5	573,2	37	--	--	--	--	1251,5	2139,3	2792,1	14550,1	6
Electricitate	Încălzire	3489,0	3151,4	3489,0	3376,5	3489,0	3376,5	3489,0	3489,0	3376,5	3489,0	3376,5	3489,0	41080,5	17,4
	Răcire	1036,0	935,8	1036,0	1002,6	1036,0	697,2	720,4	720,4	697,2	1036,0	1002,6	1036,0	10956,4	4,6
	Ventilație	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	4525,0	4087,2	4525,0	4379,1	4525,0	4073,7	4209,4	4209,4	4073,7	4525,0	4379,1	4525,0	52036,9	22,0
Electricitate (Sistem de substituție)	Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Răcire	--	--	--	--	--	21,3	170,1	242,8	--	--	--	--	434,1	0
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	21,3	170,1	242,8	--	--	--	--	434,1	0



		Ianuari e (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	An (kWh/m ² ·an)
		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mediu		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		6253,2	5648,1	6253,2	6051,5	6253,2	6051,5	6253,2	6253,2	6051,5	6253,2	6051,5	6253,2	73626,5	31,1
	C_{ef,total}	34834,4	33622,4	28021,7	13565,6	10857,6	10146,5	10632,8	10705,5	10125,2	19778,8	28444,3	34977,2	245711,8	103,9

unde:

S_u : Suprafața locuibilă inclusă în anvelopa termică, m².

$C_{ef,total}$ Consumul de energie la punctul de consum (energie finală), kWh/m²·an.

:



Clasa energetică a clădirii: Clădire cu îmbunătățiri 3.

Zona climatică (echivalent)	E1	Utilizare	Rezidențial privat
------------------------------------	----	------------------	--------------------

CLASA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN EMISII

1.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI			
< 10,4 A 10,4-16,1 B 16,1-24,0 C 24,0-35,7 D 35,7-82,9 E 82,9-97,0 F ≥ 97,0 G 15,61 B		ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră	
	Emisii de încălzire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii de apă caldă menajeră [kgCO ₂ /m ² ·an]		C
	8,2		5,75		
	RĂCIRE		ILUMINAT		
	Emisii globale [kgCO ₂ /m ² ·an] ¹	A	Emisii generate de iluminat [kgCO ₂ /m ² ·an]		-
2	0	-			

2.

Evaluarea globală a clădirii este exprimată în termeni de dioxid de carbon eliberat în atmosferă ca urmare a consumului său de energie.

	kgCO ₂ /m ² ·an	kgCO ₂ ·an
Emisii de CO ₂ provenite din consumul de energie electrică	9,39	22184,0
Emisii de CO ₂ din alți combustibili	6	14710,82

CLASIFICAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN FUNCȚIE DE CONSUMUL DE ENERGIE PRIMARĂ NEREGENERABILĂ

3.

Energia primară neregenerabilă se referă la energia consumată de clădire din surse neregenerabile care nu a suferit niciun proces de conversie sau transformare.

4.

INDICATOR GLOBAL		INDICATORI PARȚIALI			
< 46,9 46,9-72,1 72,1-107,5 107,5-160,1 160,1-358,8 358,8-419,8 > 419,8 A B C D E F G 82,41 C		ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră	
	Energie primară pentru încălzire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru apă caldă menajeră [kWh/m ² ·an]	E	
	39,03		33,96		
	RĂCIRE		ILUMINAT		
Consumul global de energie primară neregenerabilă [kWh/m ² ·an] ¹	Energie primară pentru răcire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru iluminat [kWh/m ² ·an]	-	
	0,36		-		

EVALUARE PARȚIALĂ A CERERII DE ENERGIE PENTRU ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE

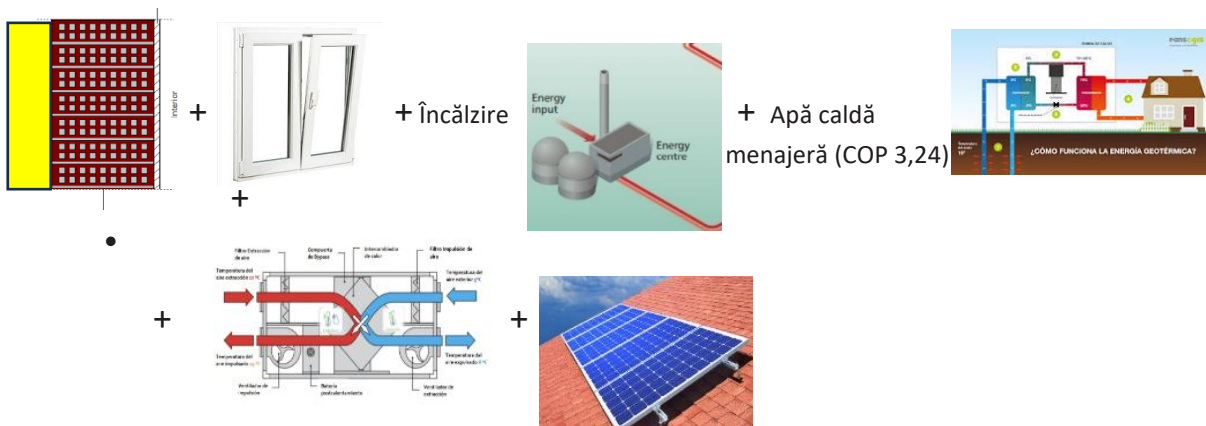
Cererea de energie pentru încălzire și răcire este energia necesară pentru menținerea condițiilor de confort interior ale clădirii.

5.

CEREREA DE ÎNCĂLZIRE	CERERE DE RĂCIRE
	Necalificabil
6. Cererea de încălzire [kWh/m ² ·an]	Cererea de răcire [kWh/m ² ·an]

1 Indicatorul global este rezultatul sumei indicatorilor parțiali plus valoarea indicatorului pentru consumul auxiliar, dacă există (numai clădiri terțiare, ventilație, pompare etc.). Energia electrică consumată propriu se deduce numai din indicatorul global, nu din valorile parțiale.

- Cazul 5: Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice (150 de panouri de 480 W - 3 m² unitate) → (71250 kWh pe an) + Apă caldă cu pompă de căldură geotermală + strat izolant de 25 cm pe fațade + ferestre cu geam triplu cu emisii reduse și gaz argon U= 0,8 + Sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură.**



Consumul de energie al clădirii: Îmbunătățire 4.

Consumul de energie al serviciilor tehnice ale clădirii

CLĂDIRE ($S_u = 2363,76 \text{ m}^2$)

Servicii tehnice	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)	(kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
Încălzire	119958,96	50,75	157892,13	66,80	73054,39	30,91
Răcire	431,18	0,18	619,31	0,26	267,10	0,11
Apă caldă menajeră	114707,05	48,53	132517,16	56,06	25438,79	10,76
Ventilație	10956,42	4,64	15704,83	6,64	6783,99	2,87
	246053,61	104,09	306733,43	129,77	105544,29	44,65

unde:

S_u : Suprafața locuibilă inclusă în anvelopa termică, m².

EF: Energia finală consumată de serviciile tehnice la punctul de consum.

EP_{tot} Consumul total de energie primară.

:

EP_{nren} Consumul de energie primară din surse neregenerabile.

:

Consumul final de energie al clădirii. Rezultate lunare.

		Januari e (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an) (kWh/m ² ·an)	
CLĂDIRE (S _u = 2363,76 m ²)															
Cerere de energie	Încălzire	24351	24196,6	17591,8	3481,9	129,0	--	--	--	--	9437,9	18348,5	24543,5	122080,3	51,6
	Răcire	--	--	--	--	--	54,3	441,6	628,4	--	--	--	--	1124,3	0,5
	Apă caldă menajeră	9742,2	8799,4	9742,2	9428,0	9742,2	9428,0	9742,2	9742,2	9428,0	9742,2	9428,0	9742,2	114707,0	48,5
	TOTAL	34093,4	32996,1	27334,0	12909,9	9871,2	9482,2	10183,9	10370,6	9428,0	19180,1	27776,4	34285,7	237911,5	100,6
Rețea 1 (Roșu 1)	Încălzire	21279,0	21160,5	15109,8	2591,7	43	--	--	--	--	7777,7	15924,7	21466,0	105352,8	44,6
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricitate	Încălzire	2790,0	2786,0	2195,1	577,9	39	--	--	--	--	1256,3	2145,5	2799,4	14589,8	6,2
	Răcire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Apă caldă menajeră	3489,0	3151,4	3489,0	3376,5	3489,0	3376,5	3489,0	3489,0	3376,5	3489,0	3376,5	3489,0	41080,5	17,4
	Ventilație	1036,0	935,8	1036,0	1002,6	1036,0	697,2	720,4	720,4	697,2	1036,0	1002,6	1036,0	10956,4	4,6
	Controlul umidității	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminare	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricitate	Încălzire	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



		Januari (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Iunie (kWh)	Iulie (kWh)	Aug (kWh)	Sept (kWh)	Oct (kWh)	Noi (kWh)	Dec (kWh)	An (kWh/an)	(kWh/m ² ·an)
(Sistem de substituție)	Răcire	--	--	--	--	--	20,9	168,8	241,5	--	--	--	--	431,2	0
	Apă caldă menajeră	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mediu		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		6253,2	5648,1	6253,2	6051,5	6253,2	6051,5	6253,2	6253,2	6051,5	6253,2	6051,5	6253,2	73626,5	31,1
	C _{ef, total}	34847,3	33689,2	28083,2	13600,1	10861,3	10146,0	10631,5	10704,2	10125,2	19821,1	28500,7	35043,7	246053,5	104,1

unde:

S_u : Suprafața utilă inclusă în anvelopa termică, m².

$C_{ef, total}$ Consumul de energie la punctul de consum (energie finală), kWh/m²·an.

:

Clasa energetică a clădirii: Clădire cu îmbunătățiri 4.

Zona climatică (echivalent)	E1	Utilizare	Rezidențial privat
-----------------------------	----	-----------	--------------------

CLASA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN EMISII

1.

INDICATOR GLOBAL	INDICATORI PARȚIALI		
	ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră
	Emisii de încălzire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii de apă caldă menajeră [kgCO ₂ /m ² ·an]
	6,89		1,82
	RĂCIRE		ILUMINAT
Emisii globale [kgCO ₂ /m ² ·an] ¹	Emisii de răcire [kgCO ₂ /m ² ·an]	A	Emisii generate de iluminat [kgCO ₂ /m ² ·an]
	0		-

2.

Evaluarea globală a clădirii este exprimată în termeni de dioxid de carbon eliberat în atmosferă ca urmare a consumului său de energie.

	kgCO ₂ /m ² ·an	kgCO ₂ ·an
Emisii de CO ₂ provenite din consumul de energie electrică	2,98	7034,16
Emisii de CO ₂ din alți combustibili	6	14753,51

CLASIFICAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRII ÎN FUNCȚIE DE CONSUMUL DE ENERGIE PRIMARĂ NEREGENERABILĂ

3.

Energia primară neregenerabilă se referă la energia consumată de clădire din surse neregenerabile care nu a suferit niciun proces de conversie sau transformare.

4.

INDICATOR GLOBAL	INDICATORI PARȚIALI		
	ÎNCĂLZIRE		Apă caldă menajeră
	Energie primară pentru încălzire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru Apă caldă menajeră [kWh/m ² ·an]
	30,9		10,76
	RĂCIRE		ILUMINAT
Consumul global de energie primară neregenerabilă [kWh/m ² ·an] ¹	Energie primară pentru răcire [kWh/m ² ·an]	A	Energie primară pentru iluminat [kWh/m ² ·an]
	0,11		-



EVALUARE PARȚIALĂ A CERERII DE ENERGIE PENTRU ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE

Cererea de energie pentru încălzire și răcire este energia necesară pentru menținerea condițiilor de confort interior ale clădirii.

5.

CEREREA DE ÎNCĂLZIRE	CEREREA DE RĂCIRE
	Necalificabil
6. Cererea de încălzire [kWh/m ² ·an]	Cererea de răcire [kWh/m ² ·an]

1 Indicatorul global este rezultatul sumei indicatorilor parțiali plus valoarea indicatorului pentru consumul auxiliar, dacă există (numai clădiri terțiare, ventilație, pompare etc.). Energia electrică autoconsumată se deduce numai din indicatorul global, nu din valorile parțiale.

3.10. Analiza rezultatelor. Emisii, consumul de energie și clasa energetică a cazurilor

Compararea rezultatelor

Servicii tehnice	Consumul final de energie (kWh/m ² ·an)				
	Cazul 1	Cazul 2	Cazul 3	Cazul 4	Cazul 5
	Situația inițială	Imp 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+Imp 2+ Imp 3+ Imp 4
Încălzire	1	84,96	50,59	50	50,75
Răcire	0,01	0,11	0,18	0,18	0,18
Apă caldă menajeră	69,13	69,13	69,13	48,53	48,53
Ventilație	--	--	4,64	4,64	4,64
	193,00	154,19	124,54	103,95	104,09

Legend

BIS - Situația inițială a clădirii

Imp 1 - Îmbunătățire 1: Îmbunătățirea anvelopei termice + ferestre cu geam triplu

Imp 2 - Îmbunătățire 2: Ventilație mecanică cu recuperare de căldură

Imp 3 - Îmbunătățire 3: Pompă de căldură geotermală pentru apă caldă menajeră

Imp 4 - Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice

Servicii tehnice	Consumul total de energie primară (kWh/m ² ·an)				
	Cazul 1	Cazul 2	Cazul 3	Cazul 4	Cazul 5
	Situația inițială	Imp 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+Imp 2+ Imp 3+ Imp 4
Încălzire	177,17	121,45	72,3	72,36	66,8
Răcire	0,03	0,26	0,44	0,44	0,26
Apă caldă menajeră	89,87	89,87	89,87	72,30	56,06
Ventilație			10,98	10,98	6,64
	267,07	211,57	173,61	156,07	129,77



Consumul de energie primară din surse neregenerabile (kWh/m²·an)

Servicii tehnice	Cazul 1 Situția inițială	Cazul 2 Imp 1	Cazul 3 Imp 1+Imp 2	Cazul 4 Imp 1+Imp 2+ Imp 3	Cazul 5 Imp 1+Imp 2+ Imp 3+ Imp 4
Încălzire	95,61	65,49	39,02	39,03	30,91
Răcire	0,02	0,21	0,36	0,36	0,11
Apă caldă menajeră	42	42	42	33,96	10,76
Ventilație			9,06	9,06	2,87
	137,63	107,69	90,43	82,41	44,65
Clasă energetică	D	D	C	C	A

Emisii ale clădirilor (kgCO₂/m²·an)

Servicii tehnice	Cazul 1 Situția inițială	Cazul 2 Imp 1	Cazul 3 Imp 1+Imp 2	Cazul 4 Imp 1+Imp 2+ Imp 3	Cazul 5 Imp 1+Imp 2+ Imp 3+ Imp 4
CO ₂ din electricitate	5,0	3,4	3,6	9,39	2,9
CO ₂ din alte combustibili	24,90	20,13	15,90	6,22	6,2
	29,91	23,58	19,53	15,61	9,22
Clasă energetică	D	C	C	B	A

Legend

BIS - Situația inițială a clădirii

Imp 1 - Îmbunătățire 1: Îmbunătățirea anvelopei termice + ferestre cu geam triplu

Imp 2 - Îmbunătățire 2: Ventilație mecanică cu recuperare de căldură

Imp 3 - Îmbunătățire 3: Pompă de căldură geotermală pentru apă caldă menajeră

Imp 4 - Îmbunătățire 4: Panouri fotovoltaice

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.