

## E Erasmus+ Projektas ID: 2023-1-ES01-KA220-HED-000156652

Finansuojama Europos Komisijos lėšomis. Tačiau išreiškiamas požiūris ar nuomonė yra tik autoriaus (-ių) ir nebūtinai atspindi Europos Komisijos ir Erasmus+ Nacionalinės agentūros požiūrį ar nuomonę. Nei Europos Komisija, nei Erasmus+ Nacionalinės agentūros negali būti laikomos už juos atsakinga.

## Rumunijos atvejo tyrimas

### I dalis: Rumunijos atvejo tyrimo metodika ir pradinės padėties analizė

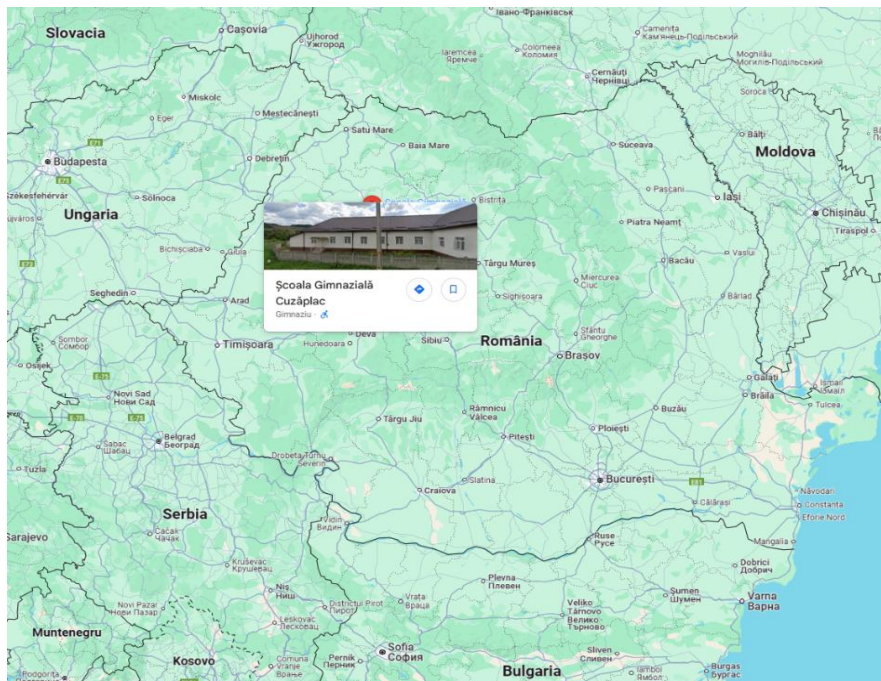
#### 1. Atvejo tyrimo metodika

Rumunijos atvejo analizėje daugiausia dėmesio skiriama švietimo pastatui. Joje analizuojama energijos paklausa ir suvartojimas, taip pat siūlomos alternatyvos pastato energiniam efektyvumui didinti.

#### 2. Švietimo pastato aprašymas

##### 2.1. Įvadas

R Rumunijos atvejo tyrimo objektas yra apie 1962 m. pastatyta pradinė ir pagrindinė mokykla, esanti Petrindu/Cuzăplac kaime, Sălaj apskrityje, Rumunijoje (žr. 1 ir 2 pav.).



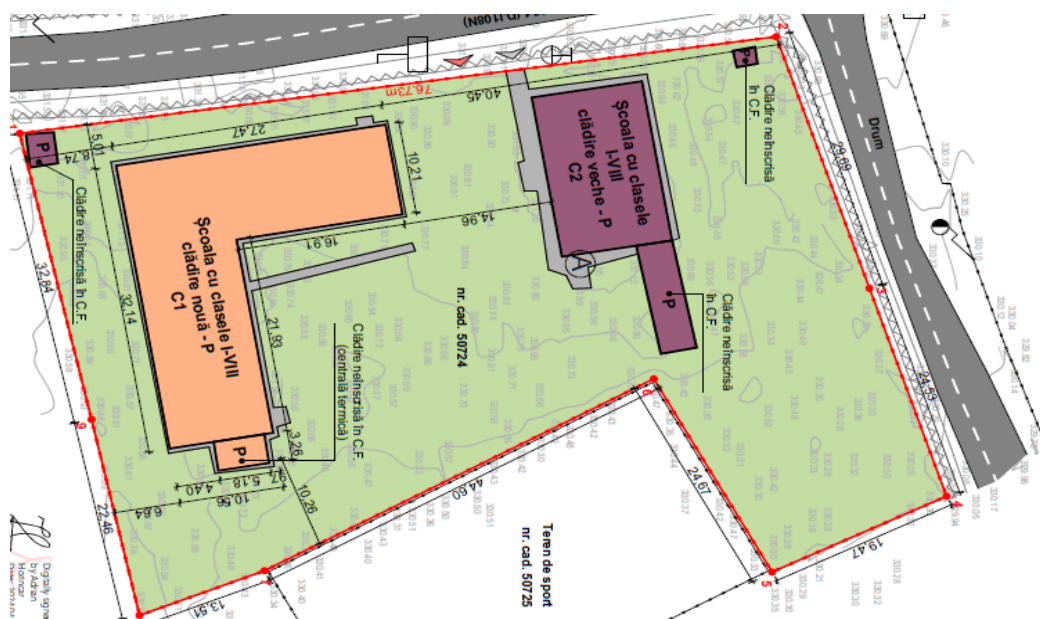
1 pav. Mokykla Rumunijoje – vieta žemėlapyje



**2 pav.** Mokykla Rumunijoje – nuotraukos

## 2.2. Pastato planai

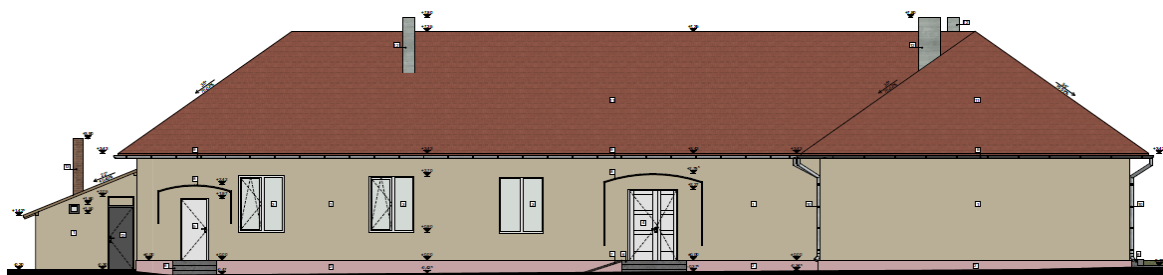
Bendras žemės sklypo plotas – 3861 kv. m (žr. 3 pav.).



## Rumunijos atvejo tyrimas

### 3. 3 pav. Mokykla Rumunijoje – situacijos planas

Pastatas (C1) yra vieno aukšto, jo bendras plotas – 512 kv. m, naudingasis plotas – 413,8 kv. m (žr. 4 pav.).



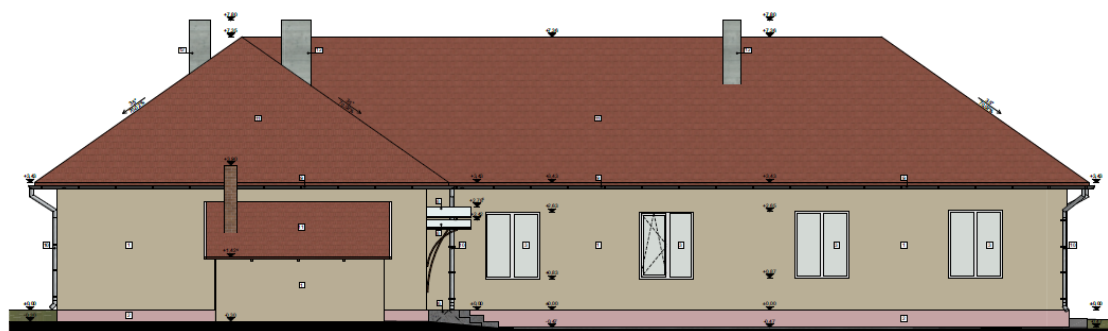
Šiaurė



V



Piet



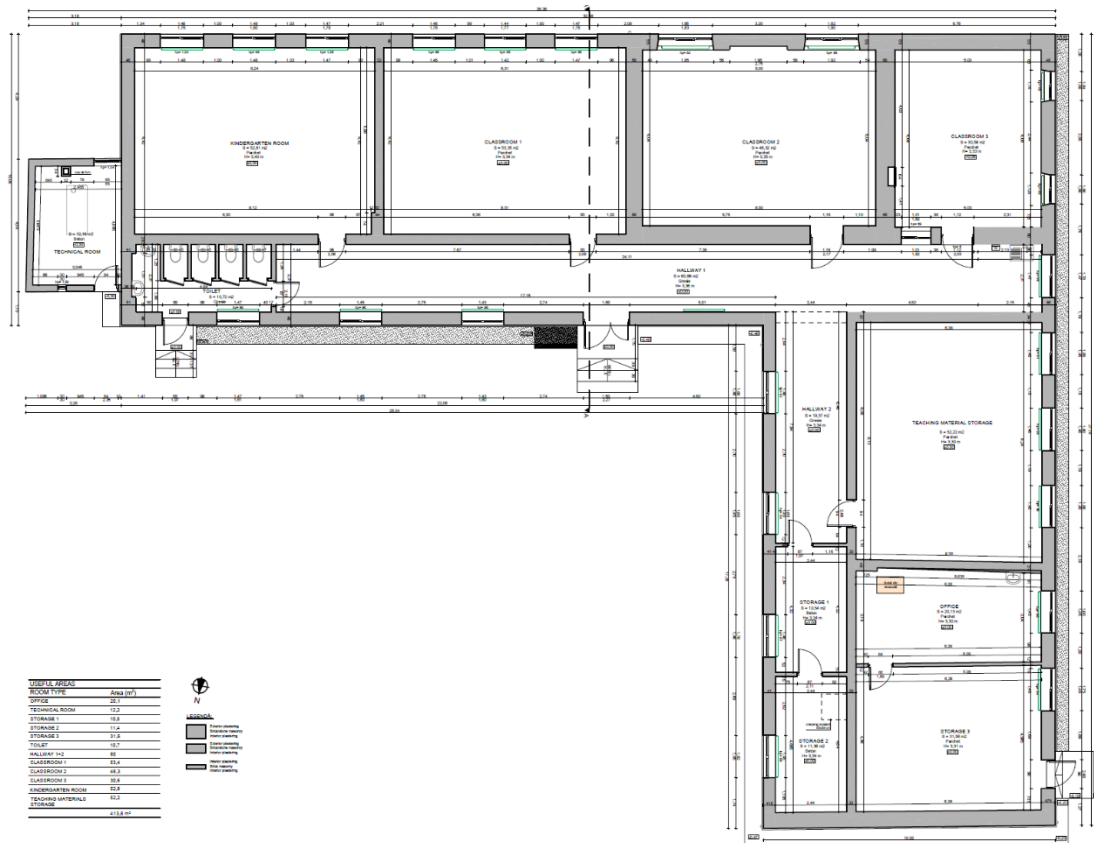
Ryt

### 4 pav. Mokykla Rumunijoje – fasadai

## Rumunijos atvejo tyrimas

Pastate yra 3 klasės, 1 darželio kambarys, du koridoriai, mokymo priemonių sandėlis, biuras, trys sandėliai, tualetas ir techninė patalpa (žr. 5 pav.).

Šaltas vanduo tiekiamas iš vietinio tinklo. Pastatas šildomas kieto kuro katilu ir katilu, kurie prijungti prie plieninių radiatorių. Apšvietimo sistema daugiausia sudaryta iš neoninių fluorescencinių lempų. Pastate nėra ventiliacijos ar oro kondicionavimo sistemos.



5 pav. Mokykla Rumunijoje – pirmojo aukšto planas

## 2.3. Vieta

Šio pastato geografinės koordinatės:

- Platuma: 46°57'56" šiaurės platumos
- Ilguma: 23°11'24"E
- Aukštis: 293,2 m

| Location data            |              |
|--------------------------|--------------|
| City                     | Cuzapla      |
| Altitude                 | 293.200 m    |
| Latitude                 | 46.0 degrees |
| Longitude                | 23.0 degrees |
| Time zone                | 2.0          |
| SCOP climatic conditions | Cold climate |

## 2.4. Klimato zona

Pagal Koeppen-Geigerio klasifikacijos sistemą, Rumunijai būdingi šeši skirtingi klimato tipai. Vyraujanti klimato zona yra drėgnas žemyninis klimatas su šiltomis vasaromis (Dfb), apimantis didžiausią šalies teritoriją (įskaitant mūsų atvejo analizės pastatų plotą). Šilčiausią metų mėnesį vidutinė temperatūra neviršija 22 °C. Priešingai, šalčiausio mėnesio vidutinė temperatūra paprastai būna daug žemesnė, dažnai gerokai žemesnė nei -3 °C.

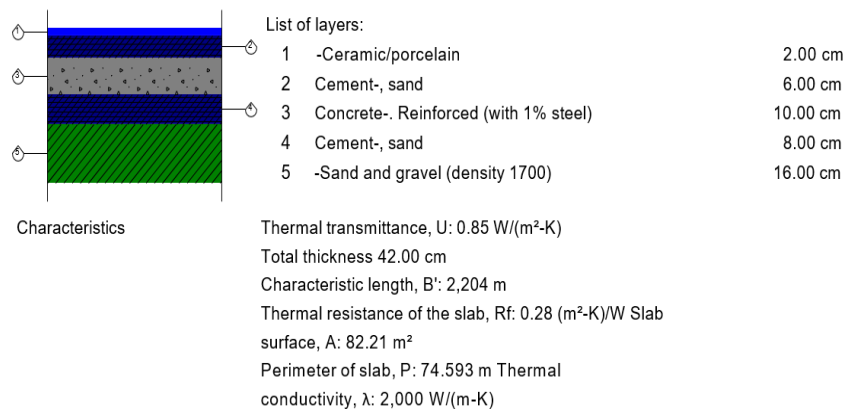
## 2.5. Šiluminės izoliacijos medžiagos

Pastato konstrukcija – akmenis ir betono, sienos – plytų, palėpės grindys – medinės, o stogas – medinis su bituminėmis gofruotomis lentomis. Vidinės sienos dažytos plaunamais dažais arba plytelėmis, o išorė – dekoratyviniu tinku. Betoninės grindys išklotos parketu arba plytelėmis. Pastatas neapšildintas. Langai – PVC rėmuose ir dvigubo stiklo paketuose.

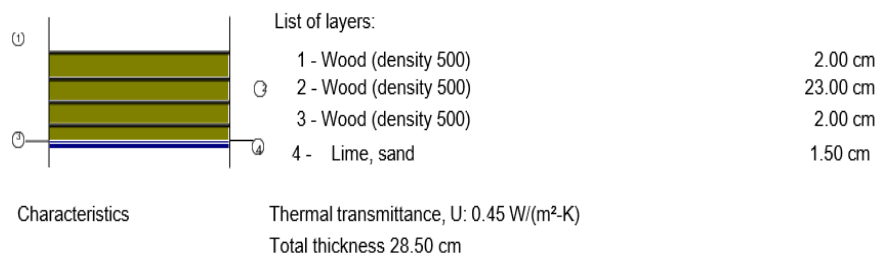
s.

Šioje atvejo analizėje naudoti šie duomenys:

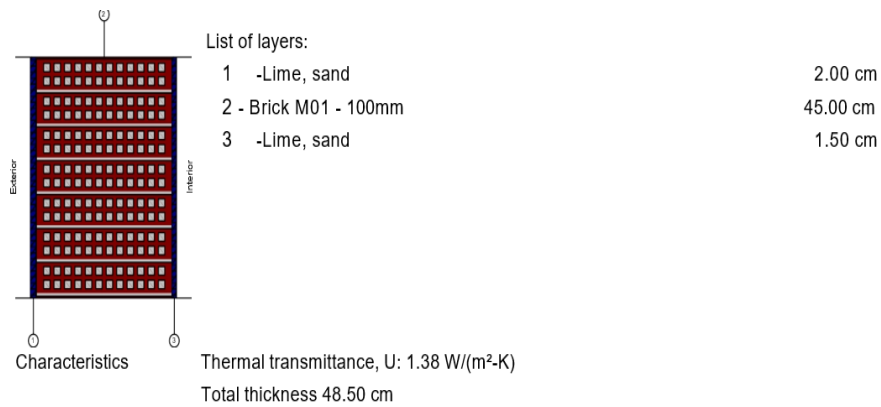
### Grindų plokštė



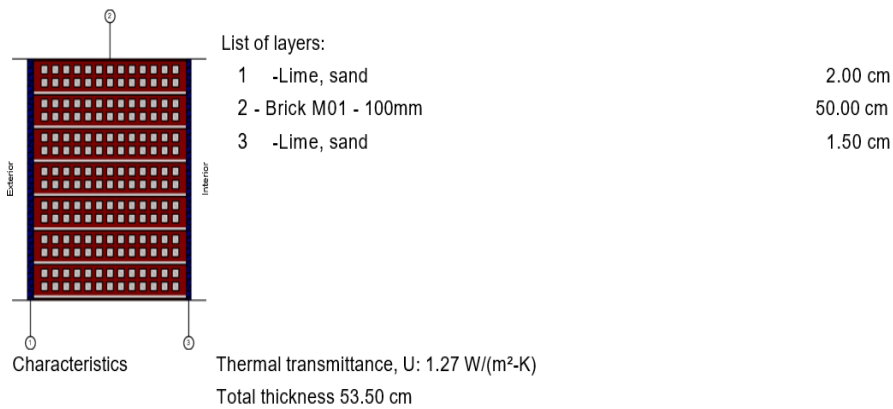
### Stogas



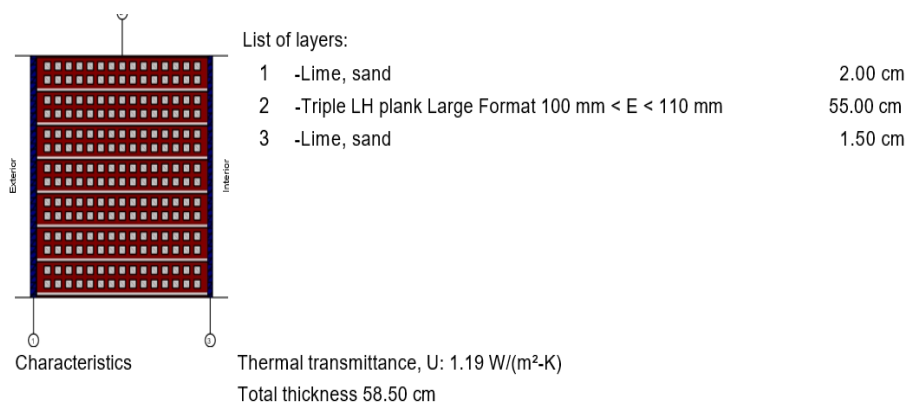
### Išorinė siena 45



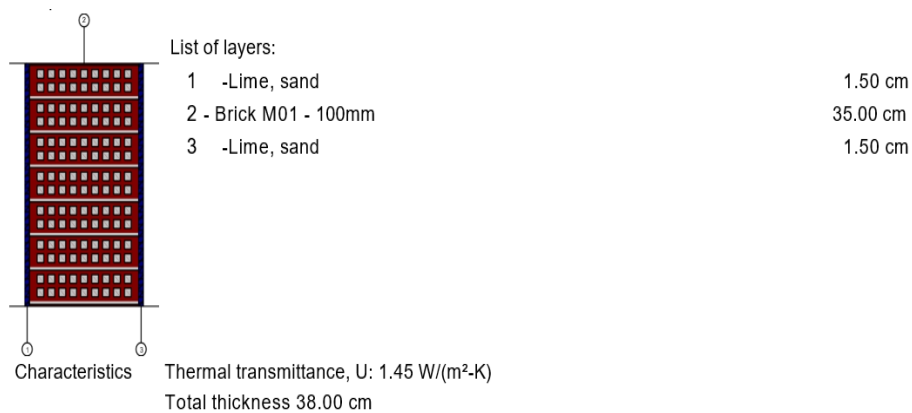
### Išorinė siena 50



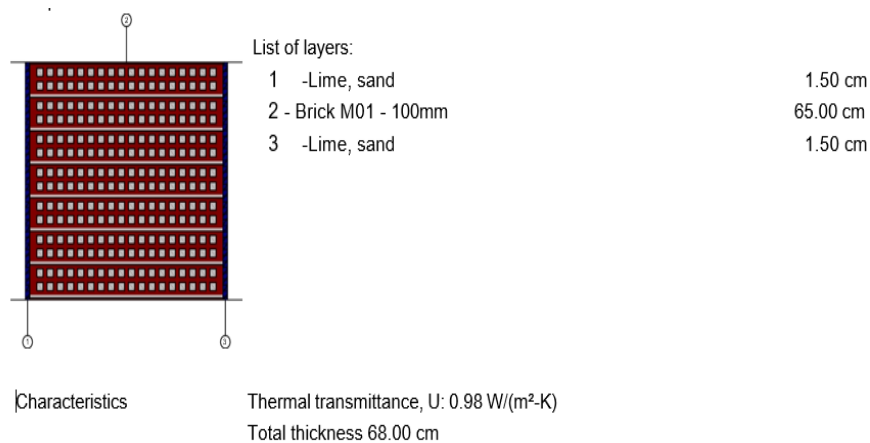
### Išorinė siena 55



### Tarpinė siena 35



### Tarpinė siena 65



### Durys

|                               |      |                       |
|-------------------------------|------|-----------------------|
| Heat transfer coefficient (U) | 2.10 | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| Absorptance                   | 0.60 |                       |

### Langai

Heat transfer coefficient (U)  W/(m<sup>2</sup>·K)

Solar heat gain coefficient

## 2.6. Karšto vandens, šildymo ir oro kondicionavimo sistemos

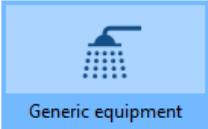
Vanduo šildomas šiluminėje jėgainėje, kurioje kaip kuras naudojama biomasė. Malkomis kūrenama jėgainė nėra labai efektyvi.

Pastatas šildomas plieniniais radiatoriais, naudojant kieto kuro šildymo įrenginį (mediena) ir katilą.

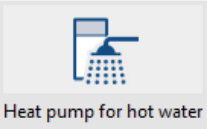
Pastate taip pat nėra ventiliacijos ar oro kondicionavimo sistemos.

Reference

Covered DHW demand percentage  %


Generic equipment


Air-source heat pump


Heat pump for hot water


Geothermal

Production set

Overview

Type of energy vector

Rated capacity  W

Average seasonal efficiency

Storage tank

Storage tank

Reference

Global loss coefficient, UA  W/K

Average storage temperature  °C

Ambient temperature  °C

Global loss coefficient (UA)

Storage tank

Capacity  l

Outside diameter  m

Insulation thickness  m

Thermal conductivity of the insulation  W/(m·K)

Global loss coefficient, UA: 1.20 W/K

6 pav. Karšto vandens sistema

Reference Heating











Hot-water system

Hot water production equipment

Name

1 Thermal plant

Hot water distribution

Design parameters

Design setpoint temperature

82.0 °C

Design delta temperature

10.0 °C

Fluid type

Water

Circulating pump

Operating parameters

Piping system configuration

Production set

Reference Thermal plant




Boiler

Heating

☐ Rated capacity
 

Sizing factor 1.00

Rated efficiency

0.55

Fuel type

Biomass

Operating parameters

Performance curves

Performance curves

By default

Boiler type

Hot water boiler

7 pav. Šildymo sistema

### 3. Rumunijos švietimo pastato plėtros atvejo analizė

#### 3.1. Pastato BIM modelis

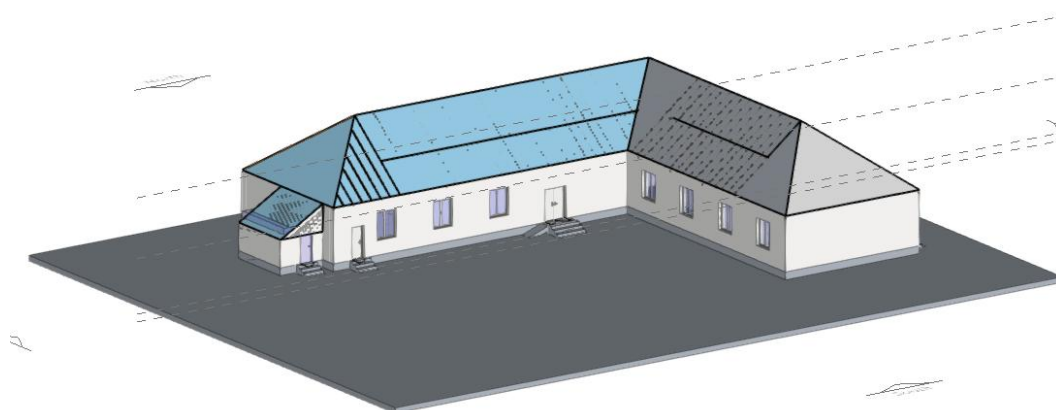
Pastato informacinis modelis (BIM), skirtas energijos analizei, yra skaitmeninis pastato atvaizdavimas, kuriame integruoti tiek geometriniai, tiek semantiniai duomenys, leidžiantys atlikti išsamius pastato energinio naudingumo modeliavimus. Skirtingai nuo standartinio 3D modelio, BIM apima informaciją apie medžiagas, šiluminės savybes, naudojimo grafikus, apšvietimo sistemas, šVOK įrangą ir kt.

Kai naudojamas energijos analizei, BIM tarnauja kaip duomenimis turtingas pagrindas, kurį galima eksportuoti į energijos modeliavimo programinę įrangą (šiuo atveju – „EnergyPlus“). Tai leidžia energetikos konsultantams įvertinti šildymo ir vėsinimo apkrovas, dienos šviesą, šiluminį komfortą ir bendrą energijos suvartojimą.

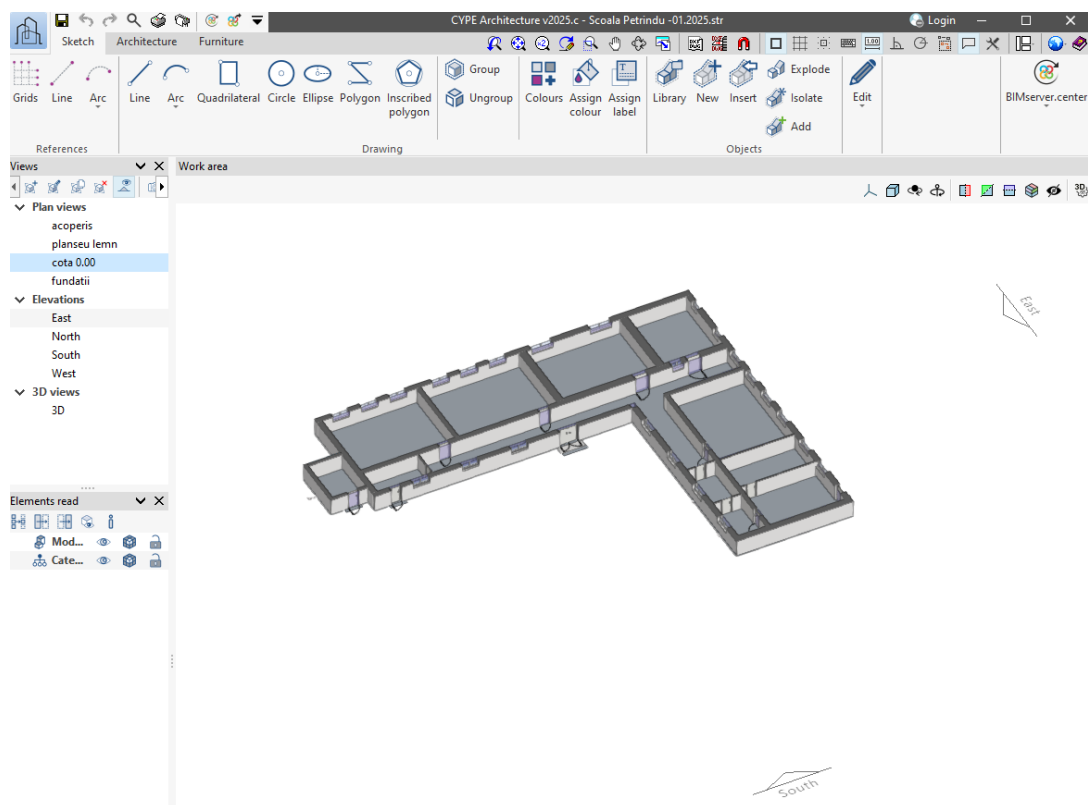
Pagrindiniai privalumai:

- Automatinis duomenų perkėlimas iš projektavimo į modeliavimą
- Didesnis tikslumas dėl nuoseklių ir išsamių įvesties duomenų
- Integruotos projektavimo darbo eigos tarp architektų, inžinierių ir energetikos analitikų

Toliau pateiktuose paveiksluose matomi keli pastato geometrinio BIM modelio vaizdai.



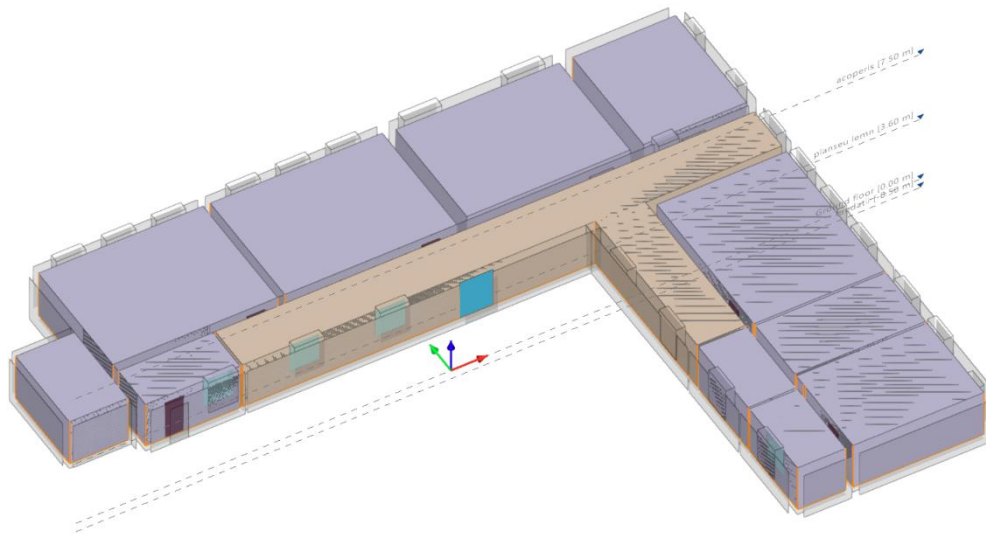
**8 pav. BIM modelis**



**9 pav. Mokyklos planas BIM modelyje**

### 3.2. Pastato BIM modelis

Analitinis pastato modelis sudarytas iš pastato vidaus erdvių, į kurias padalytas pastato vidaus tūris su jo charakteristikomis (erdvės tūris, erdvę ribojančios paviršiai...).



**10 pav.** Pastato analitinis modelis

Šiame darbe pastato vidaus erdvės buvo suskirstytos į 2 skirtingas zonas.

Šios zonos yra:

Pirmasis aukštas yra kondicionuojama pastato zona.

Bendra zona nėra gyvenamoji zona.

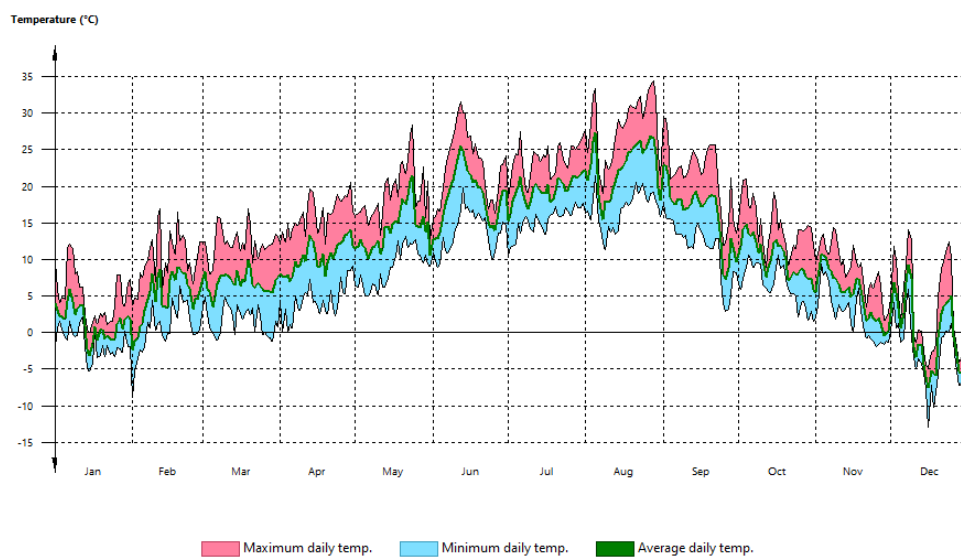
Esamo pastato vėdinimas yra natūralus.

Modelyje numatyti vėdinimo poreikiai yra **0,63 vidaus oro atnaujinimo per valandą** gyvenamosiose patalpose, bendrose patalpose, virtuvėse ir vonios kambariuose.

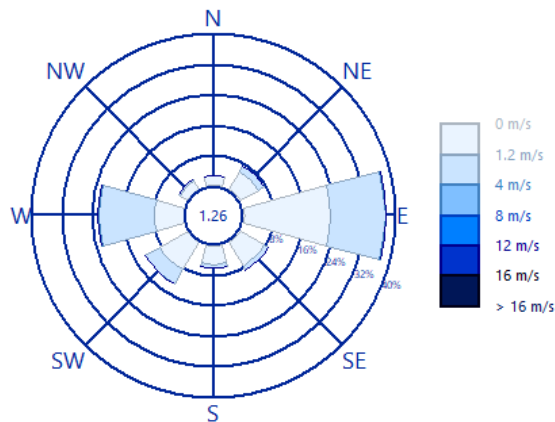
### 3.3. Klimatinė zona

Šioje atvejo analizėje buvo naudojami šie duomenys:

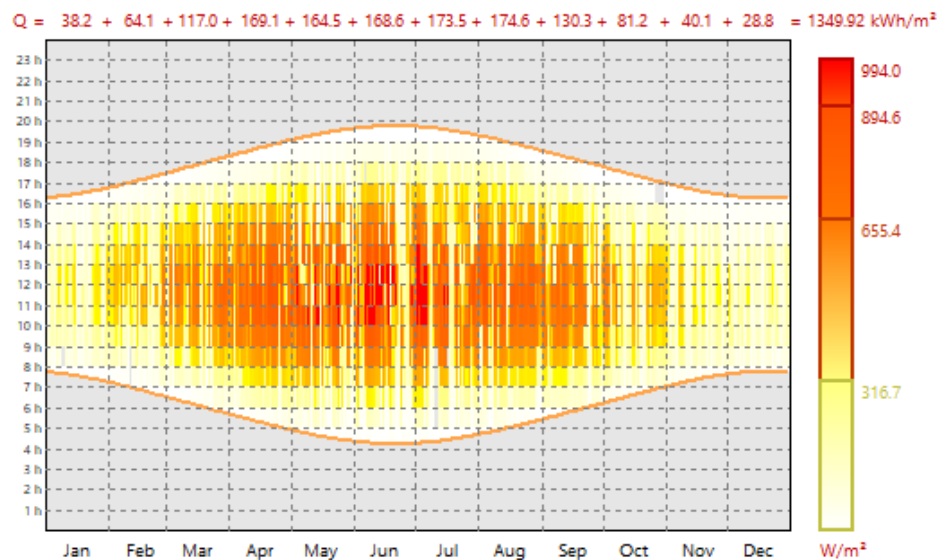
#### Lauko temperatūra



### Vėjo pasiskirstymas



### Bendras spinduliavimas ant horizontalaus paviršiaus



### 3.4. Pastato kondicionuojamų patalpų eksploatavimo sąlygos

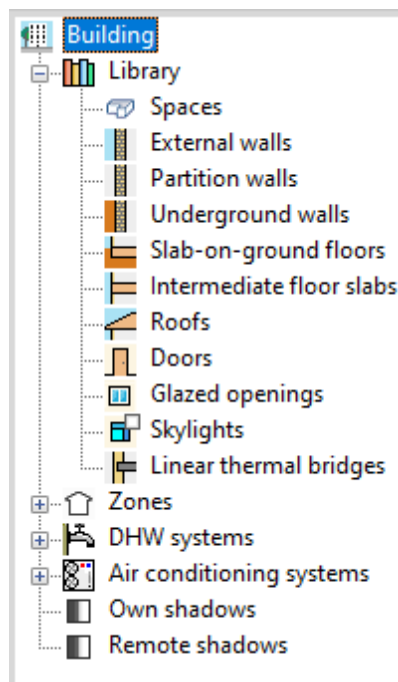
Pastato energijos analizei buvo naudojamos pastato kondicionuojamų patalpų eksploatavimo sąlygos, atsižvelgiant į tipiską mokyklos darbo grafiką nuo 8 iki 16 val. nuo pirmadienio iki penktadienio.

### 3.5. Pastato energijos modelis

Pastato energijos modelis – tai detali skaitmeninė pastato energijos suvartojimo simuliacija, sukurta siekiant analizuoti ir prognozuoti jo energinį efektyvumą. Jame pateikiami tokie įvestys kaip pastato geometrija, orientacija, statybinės medžiagos, izoliacijos lygiai, ŠVOK sistemos, apšvietimas, naudojimo modeliai ir vietos klimato duomenys. Modelis naudoja šią informaciją, kad laikui bėgant apskaičiuotų energijos suvartojimą šildymui, vėsinimui, apšvietimui, vėdinimui ir kištukinių lizdų apkrovoms.

Šis modelis yra būtinas:

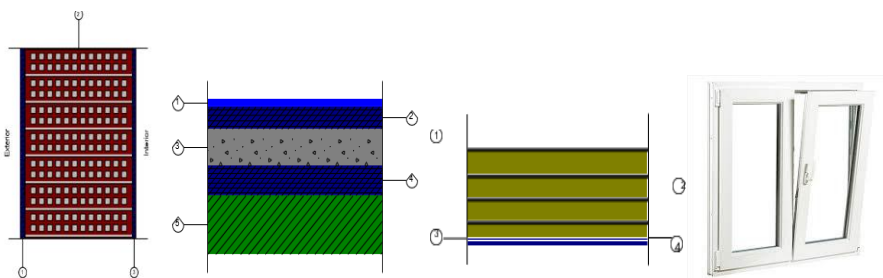
- Projektavimo alternatyvų vertinimui
- Energijos taupymo įvertinimui
- Statybos normų laikymasis
- Ekologiškų pastatų sertifikavimui (pvz., LEED, BREEAM)
- Atlikti energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos analizę



11 pav. Kai kurie pastatų energijos modelio komponentai

### 3.6. Analizuoti atvejai. Aprašymas

- **Atvejo 0: Esama/pradinė situacija:** izoliacijos neturinti apvalkalo konstrukcija, dvigubi langai ( $U=2,1$  W/m<sup>2</sup> K), mažo efektyvumo kieto kuro šiluminė jėgainė (mediena), radiatoriai



Reference Heating











**Hot-water system**

**Hot water production equipment**

+     

Name

1 Thermal plant

**Hot water distribution**

Design parameters

Design setpoint temperature 82.0 °C

Design delta temperature 10.0 °C

Fluid type Water

Circulating pump

Operating parameters

Piping system configuration

**Production set**

Reference Thermal plant




**Boiler**

Heating

☐ Rated capacity Sizing factor 1.00

Rated efficiency 0.55

Fuel type Biomass

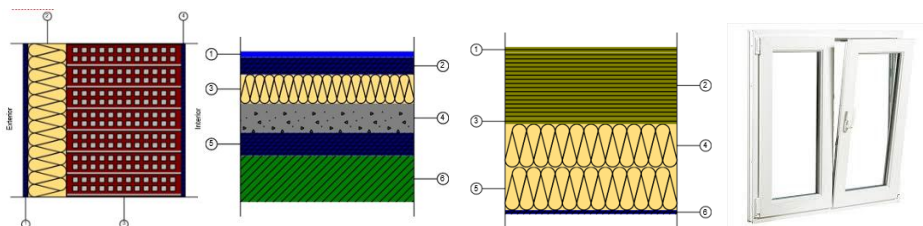
Operating parameters

Performance curves

Performance curves By default

Boiler type Hot water boiler

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



## Rumunijos atvejo tyrimas






---

**Air-source heat pump**









---

**Outdoor unit**

Compact: 12 kW 400V (VWL 125/6 AS3)

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

**Hydraulic module**

Equipment: MEH97/6

---

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

---

**Heating**

Design setpoint temperature  °C Design delta temperature  °C

☐ Cooling

---







---

**Central ventilation system**




---

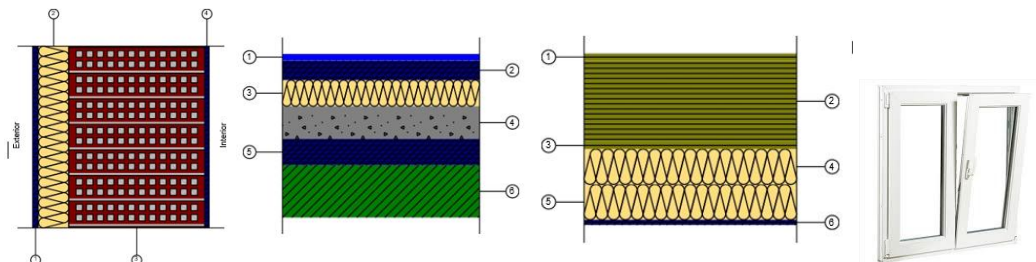
**Heat recovery unit**

**Heat exchanger**

Sensible effectiveness  %

☐ Latent effectiveness

- 2 atvejys: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm mineraline vata, grindų plokštės – 8 cm ekstruzuotu polistireno, įdėti trigubi langai), oro-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindų šildymas








---

**Air-source heat pump**









---

**Outdoor unit**

Compact: 12 kW 400V (VWL 125/6 AS3)

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

**Hydraulic module**

Equipment: MEH97/6

---

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

---

**Heating**

Design setpoint temperature  °C Design delta temperature  °C

☐ Cooling







Central ventilation system

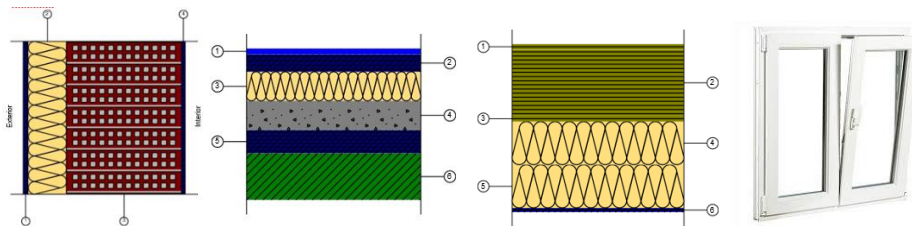



Heat recovery unit

Heat exchanger

Sensible effectiveness  %  
☐ Latent effectiveness

- 3 atvejis: Patobulintas išorinis apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm mineraline vata, o grindų plokštės – 10 cm ekstruziniu polistireniniu putplasčiu, trijų stiklų langai), vandens/grunto-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.
- 








Geothermal



Water to water heat pump

Heat pump: VWS 260/3 S1

Gross rated heating capacity: 24500 W  
 Gross rated heating COP: 4.4

Heating

Design setpoint temperature  °C   
 Design delta temperature  °C

## Rumunijos atvejo tyrimas







Central ventilation system



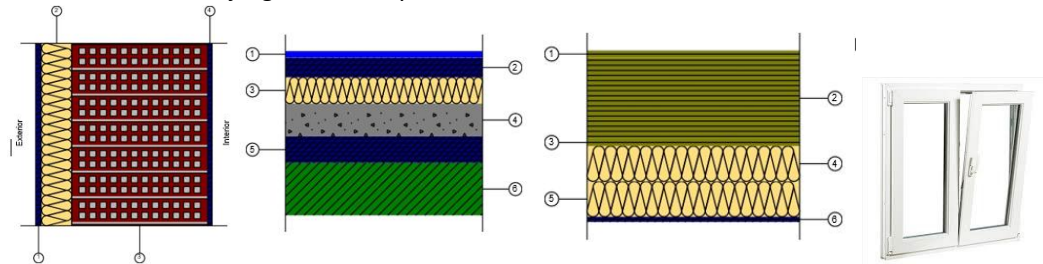

Heat recovery unit

Heat exchanger

Sensible effectiveness  %

☐ Latent effectiveness

- 4 atvejis: pagerinta** pastato apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm storio mineraline vata, plokščios grindys – 8 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastiu, įdėti trigubi stiklo paketai), vandens/gruntinio vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas








Geothermal



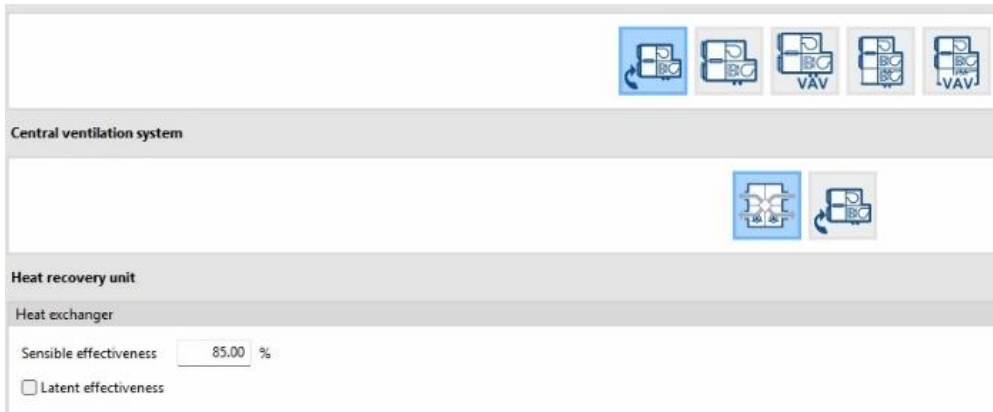
Water to water heat pump

Heat pump: VWS 260/3 S1

Gross rated heating capacity: 24500 W  
 Gross rated heating COP: 4.4

Heating

Design setpoint temperature  °C
 Design delta temperature  °C



Central ventilation system

Heat recovery unit

Heat exchanger

Sensible effectiveness 85.00 %

☐ Latent effectiveness

### 3.7. Atvejo rezultatai. Esamų pastatų energijos suvartojimas ir energijos klasė

Šiame ir kitame skyriuose parodytas metinis galutinės energijos, pirminės energijos ir neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas, atitinkantis skirtingas pastato technines paslaugas, esant pradiniai pastato situacijai ir 4 alternatyvoms, kaip pagerinti jo energinį naudingumą. Šildymo ir vėsinimo paslaugų suvartojimas apima ir oro kondicionavimo sistemų pagalbinės įrangos elektros energijos suvartojimą.

Be to, pateikiamas ir nagrinėtų atvejų (pradinės situacijos ir 4 tobulinimo alternatyvų) energinis įvertinimas. Šis įvertinimas apskaičiuotas pagal Ispanijos standartus, atsižvelgiant į atitinkamą klimato zoną: E1.

Siekiant paaiškinti sąvokas, čia pateikiami kai kurie apibrėžimai:

#### **Bendras pirminės energijos suvartojimas.**

Bendras pirminės energijos suvartojimas pastato energinio efektyvumo analizės kontekste reiškia bendrą energijos kiekį iš visų šaltinių (pvz., elektros, dujų, naftos ar atsinaujinančiųjų energijos šaltinių), reikalingą pastatui eksploatuoti, įskaitant energiją, sunaudotą tai energijai gaminti ir tiekti.

Tiksliau:

- „**Pirminė energija**“ reiškia energiją savo pradinėje, neapdorotoje formoje – prieš ją paverčiant elektra arba šiluma. Pavyzdžiui, anglis, gamtinės dujos, nafta arba saulės šviesa.
- Tai apima vietoje sunaudojamą energiją (pvz., šildymui skirtas dujas) ir konvertuotą energiją (pvz., elektrą), tačiau taip pat atsižvelgiama į nuostolius, atsirandančius gamybos, perdavimo ir paskirstymo metu.

Taigi, bendras pirminės energijos suvartojimas rodo, kiek žalios energijos galiausiai reikia pastato eksploatacijai, ir pateikia išsamų jo poveikio aplinkai vaizdą.

#### **Pirminės energijos suvartojimas iš neatsinaujinančių šaltinių.**

**Pirminės energijos suvartojimas iš neatsinaujinančių šaltinių** – tai bendras neatsinaujinančios pirminės energijos kiekis, sunaudojamas pastato eksploatacijai, įskaitant:

- **Iškastinis kuras:** akmens anglis, gamtinės dujos ir nafta
- **Branduolinę energiją**
- **Bet kokius kitus neatsinaujinančius energijos šaltinius**

Šis matavimas apima:

- **Tiesiogiai vietoje naudojamą** energiją, pvz., gamtines dujas šildymui

- **Netiesiogiai naudojama** energija, pvz., iš anglies ar dujų gaminama elektros energija (įskaitant gamybos ir perdavimo nuostolius)

**Energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija).**

Energijos suvartojimas vartojimo vietoje, dar vadinamas **galutiniu energijos suvartojimu**, reiškia energijos kiekį, kurį pastatas faktiškai sunaudoja įvairioms funkcijoms, pavyzdžiui:

- Šildymui
- Vėsinimui
- Apšvietimas
- Karštas vanduo
- Buitinė technika ir įranga

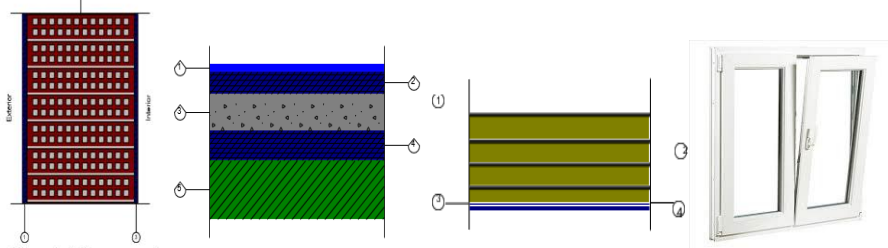
Tai yra **pastatui tiekiamą ir skaitikliais matuojamą energiją**, pvz., elektros energijos sąskaitos arba dujų suvartojimas. Tai **neapima energijos nuostolių**, patirtų gamybos, konversijos arba perdavimo metu (jie įtraukiami į pirminę energiją).

Apibendrinant:

- **Galutinė energija** = pastate sunaudota energija, kaip ją mato vartotojas.
- **Pirminė energija** = galutinė energija **plius ankstesnių etapų nuostoliai** (pvz., elektrinės efektyvumas, perdavimo tinklo nuostoliai

nuostoliai).

- **Atvejis 0: Esama/pradinė situacija:** izoliacijos neturinti apvalkalo konstrukcija, dvigubi langai ( $U=2,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), mažo efektyvumo kieto kuro šiluminė jėgainė (mediena), radiatoriai



Reference Heating











**Hot-water system**

**Hot water production equipment**

+    

Name

1 Thermal plant

**Hot water distribution**

Design parameters

Design setpoint temperature 82.0 °C

Design delta temperature 10.0 °C

Fluid type Water

Circulating pump

Operating parameters

Piping system configuration

**Production set**

Reference Thermal plant




**Boiler**

Heating

☐ Rated capacity Sizing factor 1.00

Rated efficiency 0.55

Fuel type Biomass

Operating parameters

Performance curves

Performance curves By default

Boiler type Hot water boiler

## Pastato techninių paslaugų energijos suvartojimas

PASTATAS (Su= 332,39 m²)

| Technical Services | EF         |               | EP <sub>tot</sub> |               | EP <sub>ren</sub> |               |
|--------------------|------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
|                    | (kWh/year) | (kWh/m²·year) | (kWh/year)        | (kWh/m²·year) | (kWh/year)        | (kWh/m²·year) |
| Heating            | 103602.76  | 311.69        | 113279.19         | 340.81        | 11951.31          | 35.96         |
| DHW                | 20969.03   | 63.09         | 49654.65          | 149.39        | 40973.36          | 123.27        |
| Lighting           | 4286.70    | 12.90         | 10150.77          | 30.54         | 8376.16           | 25.20         |
|                    | 128858.49  | 387.68        | 173084.94         | 520.73        | 61301.16          | 184.43        |

kur:

Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įskaitant šiluminę izoliaciją, m².

EF: Galutinė energija, suvartota techninėms paslaugoms vartojimo vietoje.

EP<sub>tot</sub>: Bendras pirminės energijos suvartojimas.

EP<sub>ren</sub>: Pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujinamų šaltinių.

**Galutinis pastato energijos suvartojimas. Mėnesiniai rezultatai.**

|                         |                      | Jan<br>(kWh) | Feb<br>(kWh) | Mar<br>(kWh) | Apr<br>(kWh) | May<br>(kWh) | Jun<br>(kWh) | Jul<br>(kWh) | Aug<br>(kWh) | Sep<br>(kWh) | Oct<br>(kWh) | Nov<br>(kWh) | Dec<br>(kWh) | Year<br>(kWh/year) kWh/m²·year) |       |
|-------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|-------|
| BUILDING ( = 332.39 m²) |                      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                                 |       |
| Energy demand           | Heating              | 9963.9       | 8723.8       | 6980.1       | 3377.9       | 1389.0       | 571.1        | 816.3        | 530.6        | 2432.6       | 4407.4       | 7810.9       | 10240.2      | 57243.9                         | 172.2 |
|                         | DHW                  | 1700.8       | 1536.2       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 20025.5                         | 60.2  |
|                         | TOTAL                | 11664.7      | 10260.0      | 8680.9       | 5023.9       | 3089.8       | 2217.0       | 2517.1       | 2231.4       | 4078.5       | 6108.2       | 9456.8       | 11941.0      | 77269.3                         | 232.5 |
|                         |                      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                                 |       |
| Biomass                 | Heating              | 17775.8      | 15547.7      | 12259.6      | 5646.4       | 2047.6       | 771.2        | 1113.3       | 566.5        | 3827.8       | 7549.0       | 13821.7      | 18286.0      | 99212.7                         | 298.5 |
|                         | DHW                  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -                               | -     |
|                         | Cooling              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -                               | -     |
|                         |                      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                                 |       |
| Electricity             | Heating              | 443.5        | 400.6        | 443.5        | 395.2        | 328.7        | 177.6        | 248.0        | 253.6        | 428.3        | 398.5        | 429.2        | 443.5        | 4390.1                          | 13.2  |
|                         | Cooling              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -                               | -     |
|                         | DHW                  | 1780.9       | 1608.6       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 20969.1                         | 63.1  |
|                         | Ventilation          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -                               | -     |
|                         | Humidity control     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -                               | -     |
|                         | Lighting             | 503.0        | 437.4        | 481.2        | 459.3        | 503.0        | 459.3        | -            | -            | -            | 503.0        | 481.2        | 459.3        | 4286.7                          | 12.9  |
|                         | Cef <sub>total</sub> | 20503.3      | 17994.2      | 14965.2      | 8224.3       | 4660.3       | 3131.6       | 3142.2       | 2601.1       | 5979.6       | 10231.5      | 16455.5      | 20969.7      | 128858.6                        | 387.7 |

kur

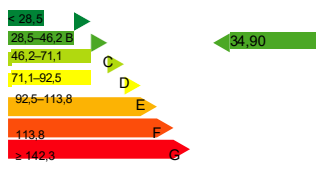
 Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvaskalą, m<sup>2</sup>.

 Cef<sub>total</sub>: Energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija), kWh/m<sup>2</sup> per metus.

Pastato energijos klasė: Pradinė situacija/esamas pastatas.

|              |   |            |                  |
|--------------|---|------------|------------------|
| Klimato zona | E | Naudojimas | Kitas naudojimas |
|--------------|---|------------|------------------|

#### 1. PASTATO ENERGIJOS EFEKTYVUMO KLASĖS EMISIŲ ATŽVILGIU

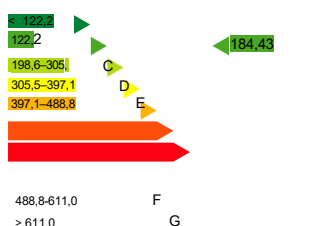
| BENDRAS RODIKLIS                                                                  | DALINIAI RODIKLIAI                                               |   |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                                         |   | DHW                                                                |
|                                                                                   | Šildymo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus].  | A | DHW emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].           |
|                                                                                   | 9,7                                                              |   | 20                                                                 |
|                                                                                   | AUŠINIMAS                                                        |   | APŠVIETIMAS                                                        |
| Pasaulinės emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai]                    | Aušinimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. | A | Apšvietimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. |
|                                                                                   | 0                                                                |   | 4                                                                  |

Bendras pastato įvertinimas išreiškiamas anglies dioksidu, išmetamu į atmosferą dėl pastato energijos suvartojimo.

|                                                              | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus | kgCO <sub>2</sub> -metai |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
| CO <sub>2</sub> išmetimas dėl elektros energijos suvartojimo | 29                                          | 981                      |
| CO <sub>2</sub> išmetimas iš kitų kuro rūšių                 | 5                                           | 1785,83                  |

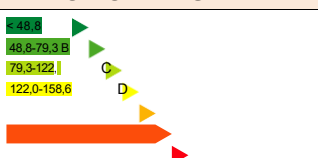
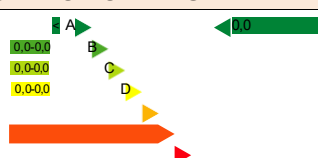
#### 2. PASTATO ENERGIJOS KLASĖ, SKAITANT NEATSINAUJINAMŲ PIRMINĖS ENERGIJOS SUNAUDOJIMĄ

Neatsinaujinančioji pirminė energija – tai energija, kurią pastatas sunaudoja iš neatsinaujinančiųjų šaltinių ir kuri nebuvo paversta ar transformuota.

| BENDRAS RODIKLIS                                                                                       | DALINIAI RODIKLIAI                                         |   |                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------|
|                     | ŠILDYMAS                                                   |   | DHW                                                          |
|                                                                                                        | Pirminė energija šildymui [kWh/m <sup>2</sup> -metai]      | A | Pirminė energija DHW [kWh/m <sup>2</sup> -metai]             |
|                                                                                                        | 35                                                         |   | 123,2                                                        |
|                                                                                                        | AUŠINIMAS                                                  |   | APŠVIETIMAS                                                  |
| Bendras neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas [kWh/m <sup>2</sup> per metus] <sup>1</sup> | Pirminė energija aušinimui [kWh/m <sup>2</sup> per metus]. | A | Pirminė energija apšvietimui [kWh/m <sup>2</sup> per metus]. |
|                                                                                                        | 0                                                          |   | 25                                                           |

#### 3. DALINIS ŠILDYMO IR VĖSINIMO ENERGIJOS POREIKIO VERTINIMAS

Šildymo ir vėsinimo energijos poreikis – tai energija, reikalinga pastato vidaus komforto sąlygoms palaikyti.

| ŠILDYMO POREIKIS                                                                    | AUŠINIMO POREIKIS                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

## Rumunijos atvejo tyrimas

|                                                                                                         |                   |                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>158,6-195,2</div> <div>195,2-244,0</div> <div>≥ 244,0</div> <div>E</div> <div>F</div> <div>G</div> | <div>172,22</div> | <div>0,0-0,0</div> <div>0,0</div> <div>≥ 0,0</div> <div>E</div> <div>F</div> <div>G</div> |
| Šildymo poreikis [kWh/m² per metus].                                                                    |                   | Vėsinimo poreikis [kWh/m² per metus].                                                     |

1 Bendrasis rodiklis yra dalinių rodiklių suma, pridėjus pagalbinio suvartojimo rodiklio vertę, jei tokia yra (tik tretinio naudojimo pastatai, vėdinimas, siurbimas ir kt.). Savarankiškai suvartota elektros energija atimama tik iš bendrojo rodiklio, o ne iš dalinių verčių.

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

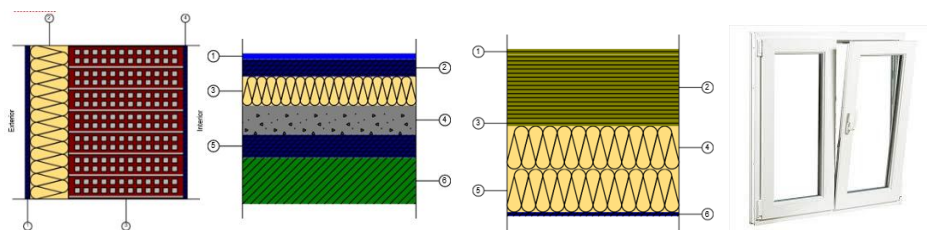
Šis Erasmus+ projektas finansuojamas Europos Komisijos paramos. Šiame leidinyje pateikiamos tik autorių nuomonės, o Europos Komisija ir Erasmus+ nacionalinės agentūros neatsako už jokių šio leidinio turinio naudojimą.

## Rumunijos atvejo tyrimas

### II dalis: Gerinimo priemonių analizė

#### 4. Atvejo rezultatai II. Energijos suvartojimas ir energijos vartojimo klasė, taikant alternatyvias pastato tobulinimo priemones

- Atvejo analizė 1: Pagerinta pastato apvaskalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm storio mineraline vata, grindys – 10 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastiu, įdėti trigubi langai ( $U=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), oro-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas





**Air-source heat pump**






**Outdoor unit**

Compact: 12 kW 400V (VWL 125/6 AS3)

**Hydraulic module**

Equipment: MEH97/6

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

**Heating**

Design setpoint temperature  °C Design delta temperature  °C

☐ Cooling

## Rumunijos atvejo tyrimas







**Central ventilation system**




**Heat recovery unit**

**Heat exchanger**

Sensible effectiveness:  %

☐ Latent effectiveness

### Pastato techninių paslaugų energijos suvartojimas

**PASTATAS** (= 332,39 m<sup>2</sup>)

| Technical Services | EF         |                            | EP <sub>tot</sub> |                            | EP <sub>nren</sub> |                            |
|--------------------|------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
|                    | (kWh/year) | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)        | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)         | (kWh/m <sup>2</sup> -year) |
| Heating            | 31695.16   | 95.36                      | 37463.68          | 112.71                     | 37368.62           | 112.43                     |
| ACS                | 20969.03   | 63.09                      | 49654.65          | 149.39                     | 40973.36           | 123.27                     |
| Ventilation        | 567.78     | 1.71                       | 1344.51           | 4.04                       | 1109.51            | 3.34                       |
| Lighting           | 4286.70    | 12.90                      | 10150.77          | 30.54                      | 8376.16            | 25.20                      |
|                    | 57518.67   | 173.05                     | 98613.60          | 296.68                     | 87827.64           | 264.23                     |

kur

*Su:* Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.

*EF* Galutinė energija, suvartota techninėms paslaugoms vartojimo vietoje.

*EP<sub>tot</sub>*: Bendras pirminės energijos suvartojimas.

*EP<sub>nren</sub>*: Pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujinamų šaltinių.

### Galutinis pastato energijos suvartojimas. Mėnesiniai rezultatai.

|                                            |                  | Jan           | Feb           | Mar           | Apr           | May           | Jun           | Jul           | Aug           | Sep           | Oct           | Nov           | Dec           | Year                                |
|--------------------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
|                                            |                  | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh)         | (kWh/year) kWh/m <sup>2</sup> -year |
| <b>BUILDING</b> (= 332.39 m <sup>2</sup> ) |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                                     |
| Energy demand                              | Heating          | 4609.7        | 3952.9        | 2696.4        | 838.6         | 54.1          | —             | 8.9           | —             | 672.2         | 1478.1        | 3287.2        | 4919.0        | 22517.0                             |
|                                            | DHW              | 1700.8        | 1536.2        | 1700.8        | 1645.9        | 1700.8        | 1645.9        | 1700.8        | 1700.8        | 1645.9        | 1700.8        | 1645.9        | 1700.8        | 20025.5                             |
|                                            | TOTAL            | 6310.5        | 5489.1        | 4397.2        | 2484.5        | 1754.9        | 1645.9        | 1709.7        | 1700.8        | 2318.1        | 3178.9        | 4933.1        | 6619.8        | 42542.5                             |
| Diesel C<br>(Substitution<br>system)       | Heating          | 6459.3        | 5544.9        | 3824.0        | 1198.0        | 77.2          | —             | 10.2          | —             | 957.4         | 2100.1        | 4629.9        | 6894.2        | 31695.1                             |
|                                            | Cooling          | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —                                   |
|                                            | DHW              | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —                                   |
| Electricity                                | Heating          | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —                                   |
|                                            | Cooling          | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —                                   |
|                                            | DHW              | 1780.9        | 1608.6        | 1780.9        | 1723.5        | 1780.9        | 1723.5        | 1780.9        | 1780.9        | 1723.5        | 1780.9        | 1723.5        | 1780.9        | 20989.1                             |
|                                            | Ventilation      | 66.6          | 57.9          | 63.7          | 60.8          | 66.6          | 60.8          | —             | —             | —             | 66.6          | 63.7          | 60.8          | 567.8                               |
|                                            | Humidity control | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —             | —                                   |
| Lighting                                   |                  | 503.0         | 437.4         | 481.2         | 459.3         | 503.0         | 459.3         | —             | —             | —             | 503.0         | 481.2         | 459.3         | 4286.7                              |
| <b>Cef<sub>total</sub></b>                 |                  | <b>8809.9</b> | <b>7648.8</b> | <b>6149.8</b> | <b>3441.6</b> | <b>2427.8</b> | <b>2243.6</b> | <b>1791.1</b> | <b>1780.9</b> | <b>2680.9</b> | <b>4450.7</b> | <b>6898.3</b> | <b>9195.3</b> | <b>57518.7</b>                      |
|                                            |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | <b>173.0</b>                        |

kur

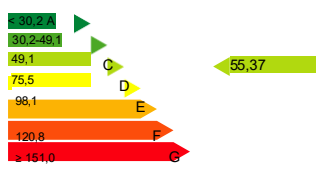
*Su:* Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.

*Cef<sub>total</sub>*: energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija), kWh/m<sup>2</sup> per metus.

Pastato energijos klasė: 1 atvejis. Pagerinimas.

|              |   |            |                  |
|--------------|---|------------|------------------|
| Klimato zona | E | Naudojimas | Kitas naudojimas |
|--------------|---|------------|------------------|

1. PASTATO ENERGIJOS EFEKTYVUMO KLASĖ PAGAL IŠMETAMŲ TERŠALŲ KIEKĮ

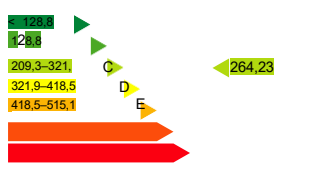
| BENDRAS RODIKLIS                                                                    | DALINIAI RODIKLIAI                                               |   |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                                         |   | DHW                                                                |
|                                                                                     | Šildymo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus].  | B | DHW emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].           |
|                                                                                     | 29,6                                                             |   | 20                                                                 |
|                                                                                     | AUŠINIMAS                                                        |   | APŠVIETIMAS                                                        |
| Pasaulinės emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai] <sup>1</sup>         | Aušinimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. | A | Apšvietimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. |
|                                                                                     | 0                                                                |   | 4                                                                  |

Bendras pastato įvertinimas išreiškiamas anglies dioksidu, išmetamu į atmosferą dėl pastato energijos suvartojimo.

|                                                                      | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus | kgCO <sub>2</sub> per metus |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Elektros energijos suvartojimo metu išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis | 25,72                                       | 8547,58                     |
| CO <sub>2</sub> išmetimas iš kitų kuro rūšių                         | 29                                          | 9857                        |

2. PASTATO ENERGIJOS KLASĖ PAGAL NEATNAUJINAMŲ PIRMINĖS ENERGIJOS SUNAUDOJIMĄ

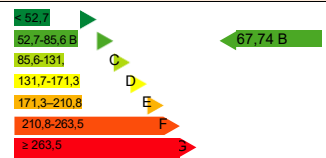
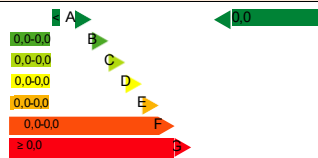
Neatsinaujinančioji pirminė energija – tai energija, kurią pastatas sunaudoja iš neatsinaujinančiųjų šaltinių ir kuri nebuvo paversta ar transformuota.

| BENDRAS RODIKLIS                                                                    | DALINIAI RODIKLIAI                                    |   |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                              |   | DHW                                              |
|                                                                                     | Pirminė energija šildymui [kWh/m <sup>2</sup> -metai] | B | Pirminė energija DHW [kWh/m <sup>2</sup> -metai] |
|                                                                                     | 112,4                                                 |   | 123,2                                            |
|                                                                                     |                                                       |   |                                                  |

|                                                                                |   |                                               |   |                                              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|
| ≥ 643,8                                                                        | G | ŠALDYMAS                                      |   | APŠVIETIMAS                                  |   |
| Bendras neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas [kWh/m² per metus]¹ |   | Pirminė energija aušinimui [kWh/m² per metus] | A | Pirminė energija apšvietimui [kWh/m²-metai]. | E |
|                                                                                |   | 0                                             |   | 25,2                                         |   |

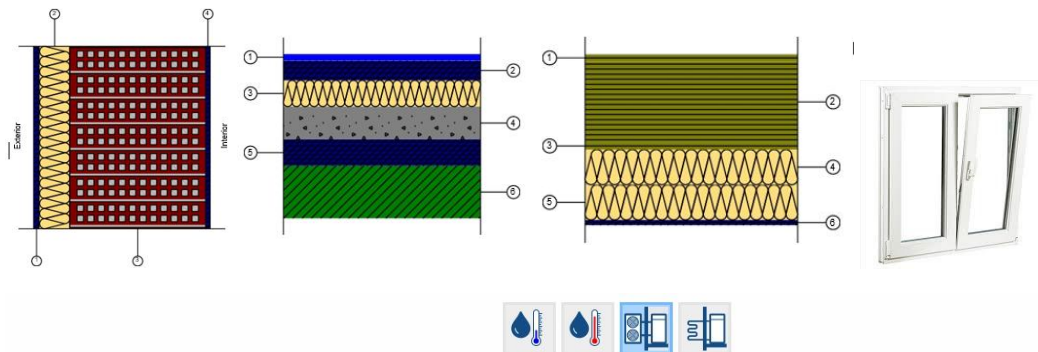
### 3. DALINIS ŠILDYMO IR VĖSINIMO ENERGIJOS POREIKIO VERTINIMAS

Šildymo ir vėsinimo energijos poreikis – tai energija, reikalinga pastato vidaus komforto sąlygoms palaikyti.

| ŠILDYMO POREIKIS                                                                  | AUŠINIMO POREIKIS                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Šildymo poreikis [kWh/m² per metus].                                              | Vėsinimo poreikis [kWh/m² per metus].                                              |

1 Bendrasis rodiklis yra dalinių rodiklių suma, pridėjus pagalbinio suvartojimo rodiklio vertę, jei tokia yra (tik tretinio naudojimo pastatai, vėdinimas, siurbimas ir pan.). Savarankiškai suvartota elektros energija atimama tik iš bendrojo rodiklio, o ne iš dalinių verčių.

- 2 atvejis: pagerinta pastato apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm storio mineraline vata, plokščios grindys – 8 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastiu, įrengti trigubi stiklo paketai), oro-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas








**Air-source heat pump**  





**Outdoor unit**  
 Compact: 12 kW 400V (VWL 125/6 AS3)

**Hydraulic module**  
 Equipment: MEH97/6

Gross rated heating capacity: 11600 W  
 Gross rated heating COP: 4.71  
 Gross rated total cooling capacity: 7900 W  
 Gross rated cooling COP: 3.5

**Heating** ☐ **Cooling**

Design setpoint temperature  °C    Design delta temperature  °C

## Rumunijos atvejo tyrimas







**Central ventilation system**




**Heat recovery unit**

**Heat exchanger**

Sensible effectiveness:  %

☐ Latent effectiveness

### Pastato techninių paslaugų energijos suvartojimas

**PASTATAS** (= 332,39 m<sup>2</sup>)

| Technical Services | EF         |                            | EP <sub>tot</sub> |                            | EP <sub>nren</sub> |                            |
|--------------------|------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
|                    | (kWh/year) | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)        | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)         | (kWh/m <sup>2</sup> -year) |
| Heating            | 31041.55   | 93.39                      | 36691.22          | 110.39                     | 36598.15           | 110.11                     |
| ACS                | 20969.03   | 63.09                      | 49654.65          | 149.39                     | 40973.36           | 123.27                     |
| Ventilation        | 567.78     | 1.71                       | 1344.51           | 4.04                       | 1109.51            | 3.34                       |
| Lighting           | 4286.70    | 12.90                      | 10150.77          | 30.54                      | 8376.16            | 25.20                      |
|                    | 56865.06   | 171.08                     | 97841.14          | 294.36                     | 87057.17           | 261.92                     |

kur

Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.

EF Galutinė energija, suvartota techninėms paslaugoms vartojimo vietoje.

EP<sub>tot</sub>: Bendras pirminės energijos suvartojimas.

EP<sub>nren</sub>: Pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujinamų šaltinių.

### Galutinis pastato energijos suvartojimas. Mėnesiniai rezultatai.

|                                                           |             | Jan    | Feb    | Mar    | Apr    | May    | Jun    | Jul    | Aug    | Sep    | Oct    | Nov    | Dec    | Year                                 |
|-----------------------------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|
|                                                           |             | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh/year) kWh/m <sup>2</sup> -year) |
| <b>BUILDING</b> (A <sub>0</sub> = 332.39 m <sup>2</sup> ) |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                      |
| Energy demand                                             | Heating     | 4424.2 | 9228.3 | 2968.1 | 871.9  | 96.8   | 0.5    | 22.8   | --     | 745.7  | 1496.5 | 2232.3 | 4741.8 | 22056.2                              |
|                                                           | DHW         | 1700.8 | 1698.2 | 1700.8 | 1946.9 | 1700.8 | 1646.9 | 1700.8 | 1700.8 | 1646.9 | 1700.8 | 1646.9 | 1700.8 | 20026.6                              |
|                                                           | TOTAL       | 8125.0 | 6364.5 | 4368.8 | 2517.8 | 1768.4 | 1648.4 | 1723.9 | 1700.8 | 2389.8 | 3198.3 | 4878.8 | 8442.4 | 42080.8                              |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 128.8                                |
| Diesel C<br>(Substitution<br>system)                      | Heating     | 6195.1 | 5369.0 | 3771.8 | 1245.6 | 93.2   | --     | 28.5   | --     | 1060.8 | 2082.9 | 4553.8 | 6640.6 | 31041.5                              |
|                                                           | Cooling     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | 53.4                                 |
|                                                           | DHW         | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --                                   |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | --                                   |
| Electricity                                               | Heating     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --                                   |
|                                                           | Cooling     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --                                   |
|                                                           | DHW         | 1780.9 | 1608.6 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 20969.1                              |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 63.1                                 |
| Humidity control                                          | Ventilation | 88.6   | 87.9   | 83.7   | 80.8   | 88.6   | 80.8   | --     | --     | 88.6   | 83.7   | 80.8   | --     | 587.8                                |
|                                                           | Lighting    | 503.0  | 437.4  | 481.2  | 459.3  | 503.0  | 459.3  | --     | --     | 503.0  | 481.2  | 459.3  | --     | 4286.7                               |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 12.9                                 |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | --                                   |
| <b>Cef<sub>total</sub></b>                                |             | 5646.7 | 7473.0 | 6097.8 | 3488.2 | 2443.3 | 2243.8 | 1310.4 | 1780.9 | 2784.4 | 4433.6 | 8821.4 | 8841.8 | 68886.1                              |
|                                                           |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 171.1                                |

kur

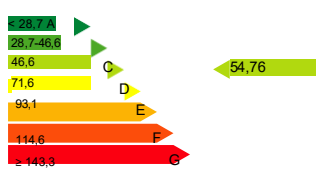
Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.

Cef<sub>total</sub>: energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija), kWh/m<sup>2</sup> per metus.

Pastato energijos klasė: 2 atvejis. Pagerinimas.

|              |   |            |                |
|--------------|---|------------|----------------|
| Klimato zona | E | Naudojimas | Kita paskirtis |
|--------------|---|------------|----------------|

1. PASTATO ENERGIJOS EFEKTYVUMO KLASĖ PAGAL IŠMETAMŲ TERŠALŲ KIEKĮ

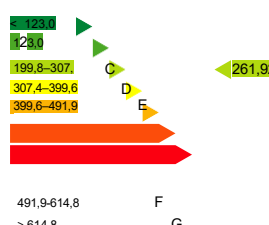
| BENDRAS RODIKLIS                                                                    | DALINIAI RODIKLIAI                                               |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                                         |                                                                    |
|                                                                                     | Šildymo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].     | DHW emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].           |
|                                                                                     | 29                                                               | 20                                                                 |
|                                                                                     | AUŠINIMAS                                                        |                                                                    |
| Pasaulinės emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai] <sup>1</sup>         | Aušinimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. | Apšvietimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. |
|                                                                                     | 0                                                                | 4                                                                  |

Bendras pastato įvertinimas išreiškiamas anglies dioksidu, išmetamu į atmosferą dėl pastato energijos suvartojimo.

|                                                                      | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus | kgCO <sub>2</sub> per metus |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Elektros energijos suvartojimo metu išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis | 25,72                                       | 8547,58                     |
| CO <sub>2</sub> išmetimas iš kitų kuro rūšių                         | 29                                          | 965                         |

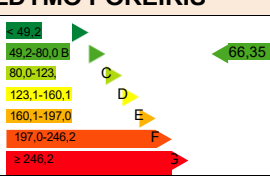
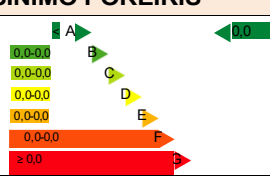
## 2. PASTATO ENERGIJOS KLASĖ, SKAIČIUOJANT PAGAL NEATNAUJINAMŲ PIRMINĖS ENERGIJOS SUNAUDOJIMĄ

Neatsinaujinančioji pirminė energija – tai energija, kurią pastatas sunaudoja iš neatsinaujinančių šaltinių ir kuri nebuvo paversta ar transformuota.

| BENDRAS RODIKLIS                                                                                | DALINIAI RODIKLIAI                                        |          |     |                                              |  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------|-----|----------------------------------------------|--|---|
|  <p>261.92</p> | ŠILDYMAS                                                  |          | DHW |                                              |  |   |
|                                                                                                 | Pirminė energija šildymui [kWh/m² per metus]              |          | B   | Pirminė energija DHW [kWh/m²-metai]          |  | E |
|                                                                                                 | 1                                                         |          |     | 1                                            |  |   |
|                                                                                                 |                                                           | ŠALDYMAS |     | APŠVIETIMAS                                  |  |   |
| Bendras neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas [kWh/m² per metus] <sup>1</sup>      | Pirminė energija aušinimui [kWh/m²-metai] [kWh/m²-metai]. |          | A   | Pirminė energija apšvietimui [kWh/m²-metai]. |  | E |
|                                                                                                 | 0                                                         |          |     | 25,2                                         |  |   |

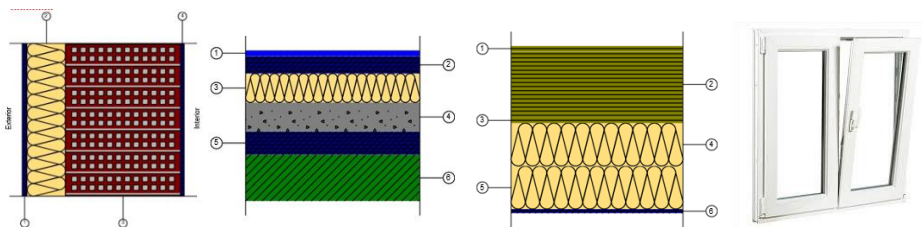
## 3. DALINIS ŠILDYMO IR VĖSINIMO ENERGIJOS POREIKIO VERTINIMAS

Šildymo ir vėsinimo energijos poreikis – tai energija, reikalinga pastato vidaus komforto sąlygoms palaikyti.

| ŠILDYMO POREIKIS                                                                    | AUŠINIMO POREIKIS                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Šildymo poreikis [kWh/m² per metus].                                                | Vėsinimo poreikis [kWh/m² per metus].                                                |

<sup>1</sup> Bendrasis rodiklis yra dalinių rodiklių suma, pridėjus pagalbinio suvartojimo rodiklio vertę, jei tokia yra (tik tretinio naudojimo pastatai, vėdinimas, siurbimas ir kt.). Savos reikmės elektros energija atimama tik iš bendrojo rodiklio, o ne iš dalinių verčių.

- 3 atvejis: pagerinta pastato apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm storio mineraline vata, plokščios grindys – 10 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastiu, įdėti trigubi langai), vandens/grunto šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.



## Rumunijos atvejo tyrimas






**Geothermal**

Login



**Water to water heat pump**

Heat pump: VWS 260/3 S1

Gross rated heating capacity: 24500 W  
 Gross rated heating COP: 4.4

**Heating**

Design setpoint temperature  °C    Design delta temperature  °C







**Central ventilation system**




**Heat recovery unit**

**Heat exchanger**

Sensible effectiveness  %  
☐ Latent effectiveness

## Pastato techninių paslaugų energijos suvartojimas

**PASTATAS** (= 332,39 m<sup>2</sup>)

| Technical services | EF         |                            | EP <sub>tot</sub> |                            | EP <sub>nren</sub> |                            |
|--------------------|------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
|                    | (kWh/year) | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)        | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)         | (kWh/m <sup>2</sup> -year) |
| Heating            | 27893.02   | 83.92                      | 32969.48          | 99.19                      | 32885.72           | 98.94                      |
| DHW                | 20969.03   | 63.09                      | 49654.65          | 149.39                     | 40973.36           | 123.27                     |
| Ventilation        | 567.78     | 1.71                       | 1344.51           | 4.04                       | 1109.51            | 3.34                       |
| Lighting           | 4286.70    | 12.90                      | 10150.77          | 30.54                      | 8376.16            | 25.20                      |
|                    | 53716.53   | 161.61                     | 94119.73          | 283.16                     | 83345.07           | 250.75                     |

kur

*Su:* Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.

*EF* Galutinė energija, suvartota techninėms paslaugoms vartojimo vietoje.

*EP<sub>tot</sub>:* Bendras pirminės energijos suvartojimas.

*EP<sub>nren</sub>:* Pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujinamų šaltinių.

## Galutinis pastato energijos suvartojimas. Mėnesiniai rezultatai.

## Rumunijos atvejo tyrimas

|                                       |                     | Jan<br>(kWh) | Feb<br>(kWh) | Mar<br>(kWh) | Apr<br>(kWh) | May<br>(kWh) | Jun<br>(kWh) | Jul<br>(kWh) | Aug<br>(kWh) | Sep<br>(kWh) | Oct<br>(kWh) | Nov<br>(kWh) | Dec<br>(kWh) | Year<br>(kWh/year kWh/m²-year) |       |
|---------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|-------|
| BUILDING (S <sub>U</sub> = 332.39 m²) |                     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                                |       |
| Energy demand                         | Heating             | 4049.6       | 3494.1       | 2366.2       | 697.8        | 37.6         | —            | 2.2          | —            | 594.1        | 1272.1       | 2921.5       | 4362.1       | 19797.4                        | 59.6  |
|                                       | DHW                 | 1700.8       | 1536.2       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 1645.9       | 1700.8       | 20025.5                        | 60.2  |
|                                       | TOTAL               | 5750.4       | 5030.3       | 4067.0       | 2343.8       | 1738.4       | 1645.9       | 1703.0       | 1700.8       | 2240.1       | 2972.9       | 4567.4       | 6062.9       | 39822.8                        | 119.8 |
| Diesel C<br>(Substitution<br>system)  | Heating             | 5679.6       | 4005.5       | 3363.0       | 996.9        | 53.7         | —            | 1.1          | —            | 845.8        | 1810.3       | 4124.0       | 6113.1       | 27893.0                        | 83.9  |
|                                       | Cooling             | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —                              | —     |
|                                       | DHW                 | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —                              | —     |
| Electricity                           | Heating             | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —                              | —     |
|                                       | Cooling             | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —                              | —     |
|                                       | DHW                 | 1780.9       | 1608.6       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 1723.5       | 1780.9       | 20999.1                        | 63.1  |
|                                       | Ventilation         | 66.6         | 57.9         | 63.7         | 60.8         | 66.6         | 60.8         | —            | —            | —            | 66.6         | 63.7         | 60.8         | 667.8                          | 1.7   |
|                                       | Humidity control    | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —                              | —     |
|                                       | Lighting            | 503.0        | 437.4        | 481.2        | 459.3        | 503.0        | 459.3        | —            | —            | —            | 503.0        | 481.2        | 459.3        | 4288.7                         | 12.9  |
|                                       | C <sub>ef,tot</sub> | 8030.2       | 7009.5       | 5688.9       | 3240.5       | 2404.3       | 2243.6       | 1782.0       | 1780.9       | 2569.3       | 4160.9       | 6392.3       | 8414.2       | 53716.6                        | 161.6 |

kur

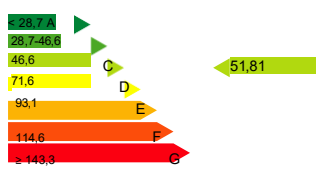
Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvaskalą, m².

Cef<sub>total</sub>: energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija), kWh/m² per metus.

Pastato energijos klasė: 3 atvejis. Pagerinimas.

|              |   |            |                |
|--------------|---|------------|----------------|
| Klimato zona | E | Naudojimas | Kita paskirtis |
|--------------|---|------------|----------------|

### 1. PASTATO ENERGIJOS EFEKTYVUMO KLASĖ, SKAIČIUOJANT PAGAL IŠMETAMŲ TERŠALŲ KIEKĮ

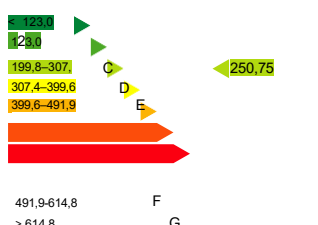
| BENDRAS RODIKLIS                                                                  | DALINIAI RODIKLIAI                                              |   |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                                        |   | DHW                                                               |
|                                                                                   | Šildymo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus]. | B | DHW emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].          |
|                                                                                   | 26                                                              |   | 20                                                                |
|                                                                                   | AUŠINIMAS                                                       |   | APŠVIETIMAS                                                       |
| Pasaulinės emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai]                    | Aušinimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].   | A | Apšvietimas išmetimai [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai]. |
|                                                                                   | 0                                                               |   | 4                                                                 |
|                                                                                   |                                                                 |   |                                                                   |

Bendras pastato įvertinimas išreiškiamas anglies dioksido kiekiu, išmetamu į atmosferą dėl pastato energijos suvartojimo.

|                                                                      | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai | kgCO <sub>2</sub> -metai |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|
| Elektros energijos suvartojimo metu išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis | 25,72                                    | 8547,58                  |
| CO <sub>2</sub> išmetimas iš kitų kuro rūšių                         | 26                                       | 8674                     |

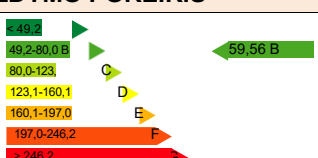
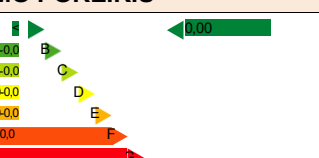
### 2. PASTATO ENERGIJOS KLASĖ PAGAL NEATNAUJINAMŲ PIRMINĖS ENERGIJOS SUNAUDOJIMĄ

Neatsinaujinančioji pirminė energija – tai energija, kurią pastatas sunaudoja iš neatsinaujinančiųjų šaltinių ir kuri nebuvo paversta ar transformuota.

| BENDRAS RODIKLIS                                                                                    | DALINIAI RODIKLIAI                                       |   |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
|                  | ŠILDYMAS                                                 |   | DHW                                                       |
|                                                                                                     | Pirminė energija šildymui [kWh/m <sup>2</sup> per metus] | B | Pirminė energija DHW [kWh/m <sup>2</sup> -metai]          |
|                                                                                                     | 98,9                                                     |   | 1                                                         |
|                                                                                                     | AUŠINIMAS                                                |   | APŠVIETIMAS                                               |
| Bendras neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas [kWh/m <sup>2</sup> -metai] <sup>1</sup> | Pirminė energija aušinimui [kWh/m <sup>2</sup> -metai].  | A | Pirminė energija apšvietimui [kWh/m <sup>2</sup> -metai]. |
|                                                                                                     | 0                                                        |   | 25,2                                                      |
|                                                                                                     |                                                          |   |                                                           |

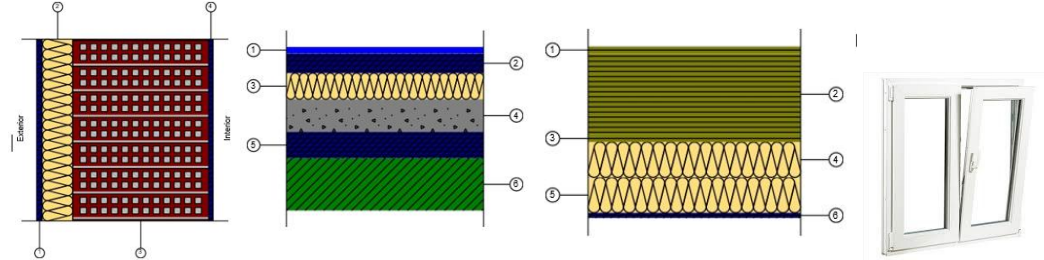
### 3. DALINIS ŠILDYMO IR VĖSINIMO ENERGIJOS POREIKIO REITINGAS

Šildymo ir vėsinimo energijos poreikis – tai energija, reikalinga pastato vidaus komforto sąlygoms palaikyti.

| ŠILDYMO POREIKIS                                                                    | AUŠINIMO POREIKIS                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Šildymo poreikis [kWh/m <sup>2</sup> per metus].                                    | Vėsinimo poreikis [kWh/m <sup>2</sup> per metus].                                     |

<sup>1</sup> Bendrasis rodiklis yra dalinių rodiklių suma, pridėjus pagalbinio suvartojimo rodiklio vertę, jei tokia yra (tik tretinio naudojimo pastatai, vėdinimas, siurbimas ir pan.). Savos reikmės elektros energija atimama tik iš bendrojo rodiklio, o ne iš dalinių verčių.

- 4 atvejis: pagerinta pastato apvaskalo izoliacija (išorinės sienos apšiltintos 10 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm storio mineraline vata, plokščios grindys – 8 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastiu, įdėti trigubi langai), vandens/grunto šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.








---

**Geothermal**



---

Water to water heat pump

Heat pump: VWS 260/3 S1

---

Gross rated heating capacity: 24500 W  
Gross rated heating COP: 4.4

---

Heating

Design setpoint temperature  °C    Design delta temperature  °C

---







---

**Central ventilation system**




---

**Heat recovery unit**

Heat exchanger

Sensible effectiveness  %

☐ Latent effectiveness

### Pastato techninių paslaugų energijos suvartojimas

**PASTATAS** (= 332,39 m<sup>2</sup>)

| Technical services | EF                                       |                            | EP <sub>int</sub> |                            | EP <sub>net</sub> |                            |
|--------------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
|                    | (kWh/year)<br>(kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)        | (kWh/m <sup>2</sup> -year) | (kWh/year)        | (kWh/m <sup>2</sup> -year) |
| Heating            | 31041.55                                 | 93.39                      | 36691.22          | 110.39                     | 36598.15          | 110.11                     |
| ACS                | 20969.03                                 | 63.09                      | 49654.65          | 149.39                     | 40973.36          | 123.27                     |
| Ventilation        | 567.78                                   | 1.71                       | 1344.51           | 4.04                       | 1109.51           | 3.34                       |
| Lighting           | 4286.70                                  | 12.90                      | 10150.77          | 30.54                      | 8376.16           | 25.20                      |
|                    | 56865.06                                 | 171.08                     | 97841.14          | 294.36                     | 87057.17          | 261.92                     |

kur

Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvaskalą, m<sup>2</sup>.

## Rumunijos atvejo tyrimas

*EF Galutinė energija, suvartota techninėms paslaugoms vartojimo vietoje.*

*EP<sub>tot</sub>: Bendras pirminės energijos suvartojimas.*

*EP<sub>nren</sub>: Pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujamų šaltinių.*

### Galutinis pastato energijos suvartojimas. Mėnesiniai rezultatai.

|                                       |                    | Jan    | Feb    | Mar    | Apr    | May    | Jun    | Jul    | Aug    | Sep    | Oct    | Nov    | Dec    | Year                   |       |
|---------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|
|                                       |                    | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh)  | (kWh/year) kWh/m²/year |       |
| BUILDING (U <sub>t</sub> = 332.39 m²) |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                        |       |
| Energy demand                         | Heating            | 4424.2 | 3828.3 | 2658.1 | 871.9  | 65.6   | 0.5    | 22.8   | —      | 743.7  | 1465.5 | 3232.8 | 4741.6 | 22055.2                | 66.4  |
|                                       | DHW                | 1700.8 | 1536.2 | 1700.8 | 1645.9 | 1700.8 | 1645.9 | 1700.8 | 1700.8 | 1645.9 | 1700.8 | 1645.9 | 1700.8 | 20025.5                | 60.2  |
|                                       | TOTAL              | 6125.0 | 5364.5 | 4358.9 | 2517.8 | 1766.4 | 1646.4 | 1723.6 | 1700.8 | 2389.6 | 3166.3 | 4878.8 | 6442.4 | 42080.6                | 126.6 |
| Diesel C<br>(Substitution<br>system)  | Heating            | 6195.1 | 5369.0 | 3771.8 | 1245.6 | 93.2   | —      | 29.5   | —      | 1060.9 | 2082.9 | 4553.0 | 6640.6 | 31041.5                | 93.4  |
|                                       | Cooling            | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —                      | —     |
|                                       | DHW                | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —                      | —     |
| Electricity                           | Heating            | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —                      | —     |
|                                       | Cooling            | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —                      | —     |
|                                       | DHW                | 1780.9 | 1608.6 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 1723.5 | 1780.9 | 20969.1                | 63.1  |
|                                       | Ventilation        | 66.6   | 57.9   | 63.7   | 60.8   | 66.6   | 60.8   | —      | —      | —      | 66.6   | 63.7   | 60.8   | 567.8                  | 1.7   |
|                                       | Humidity control   | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —                      | —     |
|                                       | Lighting           | 503.0  | 437.4  | 481.2  | 459.3  | 503.0  | 459.3  | —      | —      | —      | 503.0  | 481.2  | 459.3  | 4286.7                 | 12.9  |
|                                       | Cef <sub>tot</sub> | 8545.7 | 7473.0 | 6097.6 | 3489.2 | 2443.8 | 2243.6 | 1810.4 | 1780.9 | 2784.4 | 4433.5 | 6821.4 | 8941.6 | 56865.1                | 171.1 |

*kur*

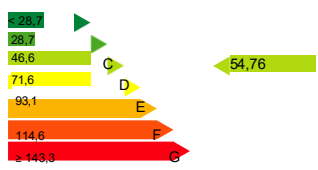
*Su: Naudojamas gyvenamasis plotas, įtrauktas į šiluminę apvalkalą, m<sup>2</sup>.*

*Cef<sub>total</sub>: Energijos suvartojimas vartojimo vietoje (galutinė energija), kWh/m<sup>2</sup> per metus.*

Pastato energijos klasė: 4 atvejis. Pagerinimas.

|              |   |            |                  |
|--------------|---|------------|------------------|
| Klimato zona | E | Naudojimas | Kitas naudojimas |
|--------------|---|------------|------------------|

**1. PASTATO ENERGIJOS EFEKTYVUMO KLASĖ, SKAIČIUOJANT PAGAL IŠMETAMŲ TERŠALŲ KIEKĮ**

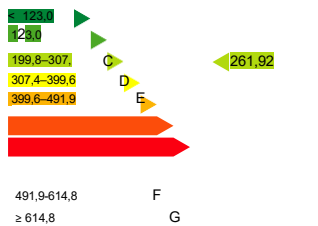
| BENDRAS RODIKLIS                                                                  | DALINIAI RODIKLIAI                                              |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ŠILDYMAS                                                        | DHW         |                                                                                     |
|                                                                                   | Šildymo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].    | B           | DHW emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai].                            |
|                                                                                   | 29                                                              |             | 20                                                                                  |
|                                                                                   | AUŠINIMAS                                                       | APŠVIETIMAS |                                                                                     |
| Pasaulinės emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -metai] <sup>1</sup>       | Aušinimo emisijos [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus] | A           | Apšvietimas išmetamųjų teršalų kiekis [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus] |
|                                                                                   | 0                                                               |             | 4,2                                                                                 |

Bendras pastato įvertinimas išreiškiamas anglies dioksido kiekiu, išmetamu į atmosferą dėl pastato energijos suvartojimo.

|                                                                      | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per metus | kgCO <sub>2</sub> per metus |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Elektros energijos suvartojimo metu išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis | 25,72                                       | 8547,58                     |
| CO <sub>2</sub> išmetimas iš kitų kuro rūšių                         | 29                                          | 965                         |

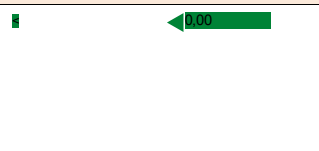
**2. PASTATO ENERGIJOS KLASĖ PAGAL NEATNAUJINAMŲ PIRMINĖS ENERGIJOS SUNAUDOJIMĄ**

Neatsinaujinančioji pirminė energija – tai energija, kurią pastatas sunaudoja iš neatsinaujinančių šaltinių ir kuri nebuvo paversta ar transformuota.

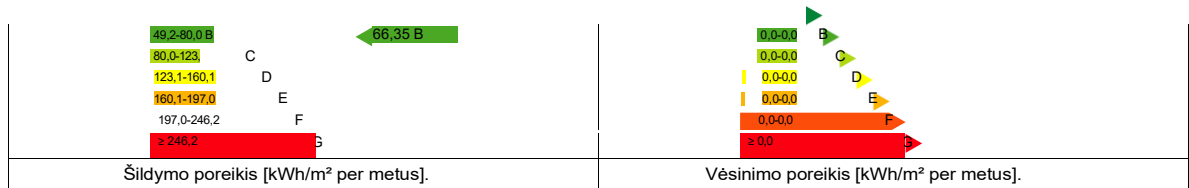
| BENDRAS RODIKLIS                                                                                    | DALINIAI RODIKLIAI                                       |             |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|
|                  | ŠILDYMAS                                                 | DHW         |                                                           |
|                                                                                                     | Pirminė energija šildymui [kWh/m <sup>2</sup> per metus] | B           | Pirminė energija ACS [kWh/m <sup>2</sup> -metai]          |
|                                                                                                     | 1                                                        |             | 1                                                         |
|                                                                                                     | ŠALDYMAS                                                 | APŠVIETIMAS |                                                           |
| Bendras neatsinaujinančios pirminės energijos suvartojimas [kWh/m <sup>2</sup> -metai] <sup>1</sup> | Pirminė energija aušinimui [kWh/m <sup>2</sup> -metai].  | A           | Pirminė energija apšvietimui [kWh/m <sup>2</sup> -metai]. |
|                                                                                                     | 0                                                        |             | 25,2                                                      |

**3. DALINIS ŠILDYMO IR VĖSINIMO ENERGIJOS POREIKIO REITINGAS**

Šildymo ir vėsinimo energijos poreikis – tai energija, reikalinga pastato vidaus komforto sąlygoms palaikyti.

| ŠILDYMO POREIKIS                                                                    | AUŠINIMO POREIKIS                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

### Rumunijos atvejo tyrimas



1 Bendrasis rodiklis yra dalinių rodiklių sumos ir pagalbinio suvartojimo rodiklio vertės, jei tokia yra (tik tretinio naudojimo pastatai, vėdinimas, siurbimas ir kt.), rezultatas. Savarankiškai suvartota elektros energija atimama tik iš bendrojo rodiklio, o ne iš dalinių verčių.

## 5. Rezultatų analizė. Atvejų išmetamųjų teršalų kiekis, energijos suvartojimas ir energijos reitingas

### Rezultatų palyginimas

#### Galutinis energijos suvartojimas (kWh/m²·metai)

| Techninės paslaugos | Atvejo 0          | Atvejo 1 | 2 atvejis | 3 atvejis | 4 atvejis |
|---------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | Pradinė situacija | Imp 1    | Imp 2     | Imp 3     | Imp 4     |
| Šildymas            | 311,69            | 95,36    | 93,39     | 83        | 93        |
| DHW                 | 63,09             | 63,09    | 63,09     | 63,09     | 63,09     |
| Apšvietimas         | 12,9              | 12       | 12        | 12        | 12        |
| Ventiliacija        | -                 | 1,71     | 1         | 1,71      | 1,71      |
| IŠ VISO             | 387,68            | 173,05   | 171,08    | 161,61    | 171,08    |

#### Legenda

Imp 1- 1 pagerinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokštės grindys su 10 cm ekstruzuoju polistireno) + trigubi langai+ inis oro-vandens šilumos siurblys

Imp 2 – 2-asis pagerinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokštinės grindys su 8 cm ekstruzuoju polistireno sluoksniu) + trigubai stikliniai langai „+“ oro-vandens šilumos siurblys

Imp 3- 3-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 10 cm ekstruzuoju polistireno) + trigubi stiklo paketai+ vandens-vandens šilumos siurblys

Imp 4- 4-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvalkalo izoliacija (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 8 cm ekstruzuoju polistireno sluoksniu) + trigubai stikliniai langai „+“ vandens-vandens šilumos siurblys

#### Bendras pirminės energijos suvartojimas (kWh/m²·metai)

| Atvejo 0 | Atvejo 1 | Atvejo 2 | Atvejo 3 | Atvejis 4 |
|----------|----------|----------|----------|-----------|
|----------|----------|----------|----------|-----------|

### Rumunijos atvejo tyrimas

| Techninės paslaugos | Pradinė situacija | Imp 1  | Imp 2  | Imp 3  | Imp 4  |
|---------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Šildymas            | 3                 | 1      | 110,39 | 99,1   | 110,39 |
| DHW                 | 149,39            | 149,39 | 149,39 | 149,39 | 149,39 |
| Apšvietimas         | 30,54             | 30,54  | 30,54  | 30,54  | 30,54  |
| Ventiliacija        | -                 | 4,04   | 4,04   | 4,04   | 4,04   |
| IŠ VISO             | 340,81            | 112,71 | 110,39 | 99,19  | 110,39 |

#### Legenda

Imp 1 – 1 pagerinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokštinės grindys su 10 cm ekstruzuotu polistireno) + trigubi langai+ inis oro-vandens šilumos siurblys

Imp 2 – 2-asis pagerinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 8 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubai stikliniai langai „+“ oro-vandens šilumos siurblys

Imp 3- 3-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 10 cm ekstruzuotu polistireno) + trigubi stiklo paketai+ vandens-vandens šilumos siurblys

Imp 4- 4-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokštinės grindys su 8 cm ekstruzuotu polistireno) + trigubi stiklo paketai „+“ vandens-vandens šilumos siurblys

#### Bendras pirminės energijos suvartojimas iš neatnaujinamų šaltinių (kWh/m<sup>2</sup>·metai)

| Techninės paslaugos | Atvejo 0          | Atvejo 1 | Atvejo 2 | Atvejo 3 | Atvejis 4 |
|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|-----------|
|                     | Pradinė situacija | Imp 1    | Imp 2    | Imp 3    | Imp 4     |
| Šildymas            | 3                 | 112,43   | 110,11   | 98,94    | 110,11    |
| DHW                 | 123,27            | 123,27   | 123,27   | 123,27   | 123,27    |
| Apšvietimas         | 25                | 25,2     | 25       | 25       | 25        |
| Vėdinimas           | -                 | 3,34     | 3,34     | 3,34     | 3,34      |
| IŠ VISO             | 184,43            | 264,24   | 261,92   | 250,75   | 261,92    |

#### Legenda

Imp 1- 1 pagerinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokštės grindys su 10

## Rumunijos atvejo tyrimas

cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubi langai+ inis oro-vandens šilumos siurblys

Imp 2 – 2-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokštinės grindys su 8 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubi langai su „+“ oro-vandens šilumos siurbliu

Imp 3- 3-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvaskalo izoliacija (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 10 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubi langai su stiklo paketu „+“ vandens-vandens šilumos siurblys

Imp 4 – 4-asis patobulinimas: patobulinta šiluminė apvaskalo konstrukcija (išorinės sienos su 10 cm mineralinės vatos sluoksniu, viršutinis aukštas su 20 cm mineralinės vatos sluoksniu ir plokščiųjų grindų su 8 cm ekstruzinio polistireno sluoksniu) + trigubi langai+ vandens-vandens šilumos siurblys

### Pastato išmetamų teršalų kiekis (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-metai)

| Techninės paslaugos                   | Atvejo 0          | Atvejo 1 | Atvejo 2 | Atvejo 3 | Atvejis 4 |
|---------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|-----------|
|                                       | Pradinė situacija | Imp 1    | Imp 2    | Imp 3    | Imp 4     |
| CO <sub>2</sub> iš elektros energijos | 2                 | 2        | 25       | 25       | 25        |
| CO <sub>2</sub> iš kitų kuro rūšių    | 5,37              | 29,66    | 29,04    | 26,1     | 29        |
| IŠ VISO                               | 34,9              | 55,37    | 54,76    | 51,81    | 54,76     |
| Energijos klasė                       | B                 | C        | C        | C        | C         |

#### Legenda

Imp 1- 1-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokštinės grindys su 10 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubi langai+ inis oro-vandens šilumos siurblys

Imp 2 – 2-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė izoliacija (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 8 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubi langai su „+“ oro-vandens šilumos siurbliu

Imp 3- 3-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvaskalas (išorinės sienos su 15 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 30 cm mineraline vata ir plokščios grindys su

10 cm ekstruzuotu polistireno) + trigubi stiklo paketai+ vandens-vandens šilumos siurblys

Imp 4- 4-asis patobulinimas: pagerinta šiluminė apvalkalas (išorinės sienos su 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas su 20 cm mineraline vata ir plokščios grindys su 8 cm ekstruzuotu polistireno sluoksniu) + trigubai stikliniai langai „+“ vandens-vandens šilumos siurblys

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 jokių šio leidinio turinio panaudojimą.

## Rumunijos atvejo tyrimas

### III dalis: Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimas

#### 6. Gerinimo alternatyvų biudžetas

**Tobulinimas 1:** Pagerinta pastato apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm storio mineraline vata, grindys – 10 cm storio ekstruzuotu polistireno putplastis, įdėti trigubi langai ( $U=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), oro-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas

- Kainos aprašymas

| Punktas                                  | Kaina (€ / m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------|-----------------------------|
| 10 cm ekstruzinio polistireno izoliacija | 12,4                        |

## Rumunijos atvejo tyrimas

| Punktas                                     | Kaina (€ / m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------------|-----------------------------|
| 30 cm mineralinės vatos izoliacija          | 7,5                         |
| 15 cm mineralinės vatos sienų izoliacija    | 20,4                        |
| Trijų stiklų langai                         | 290                         |
| <b>Bendra numatoma kaina (su montavimu)</b> | <b>330 €/ m</b>             |

1-ojo etapo biudžetas:

| Vienetas | Aprašymas                                                | skaičius | matavimas | kaina €      | kiekis €       |
|----------|----------------------------------------------------------|----------|-----------|--------------|----------------|
| m        | 10 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų | 1        | 407       | 12.4         | 5050           |
| m        | 30 cm mineralinė vata viršutiniam aukštui                | 1        | 460       | 7.5          | 3450           |
| m        | 15 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai         | 1        | 260       | 20.4         | 5300           |
| m        | Trijų stiklų PVC langai (U= 0,8 W/m <sup>2</sup> ·K)     | 1        | 63        | 290          | 18400          |
| m        | Aliuminio durys                                          | 1        | 12        | 350          | 4200           |
|          | Šilumos siurblys oras-vanduo 23 kW                       | 1        | 1         | 11000        | 11000          |
|          | Katilas 100 l                                            | 1        | 1         | 300          | 300            |
|          | Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)           | 1        | 1         | 28000        | 28000          |
|          | Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)                 | 1        | 3         | 3200         | 9600           |
|          |                                                          |          |           | <b>Total</b> | <b>85300 €</b> |

**2. patobulinimas:** patobulinta apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm mineraline vata, plokščių grindų izoliacija – 8 cm ekstruzuotu polistireno, trigubi langai), oro-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindų šildymas

- Kainos aprašymas

| Punktas                                  | Kaina (€ / m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------|-----------------------------|
| 8 cm ekstruzinio polistireno izoliacija  | 9,92                        |
| 20 cm mineralinės vatos izoliacija       | 5                           |
| 10 cm mineralinės vatos sienų izoliacija | 13                          |
| Trijų stiklų langai                      | 290                         |

| Punktas | Kaina (€ / m <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------------------|
|---------|-----------------------------|

|                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| <b>Bendra numatoma kaina (su montavimu)</b> | <b>319 €/ m</b> |
|---------------------------------------------|-----------------|

1-ojo etapo biudžetas:

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

**3:** Pagerinta pastato apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 15 cm storio mineraline vata, viršutinis aukštas – 30 cm storio mineraline vata, grindys apšiltintos 10 cm storio ekstruzuotu polistireno plokštėmis, įdėti trigubi langai (U=0,8 W/m<sup>2</sup> K), įrengtas vandens-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindinis šildymas.

- Kainos aprašymas

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

1-ojo etapo biudžetas:

| Vienetas | Aprašymas                                                | skaičius | matavimas | kaina € | kiekis €       |
|----------|----------------------------------------------------------|----------|-----------|---------|----------------|
| m        | 10 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų | 1        | 407       | 12.4 €  | 5050 €         |
| m        | 30 cm mineralinė vata viršutiniam aukštui                | 1        | 460       | 7.5     | 3450           |
| m        | 15 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai         | 1        | 260       | 20.4    | 5300           |
| m        | Trijų stiklų PVC langai (U= 0,8 W/m²·K)                  | 1        | 63        | 290     | 18400          |
| m        | Aliuminio durys                                          | 1        | 12        | 350     | 4200           |
|          | Šilumos siurblys vanduo-vanduo 24 kW                     | 1        | 1         | 13900   | 13900          |
|          | Katilas 100 l                                            | 1        | 1         | 300     | 300            |
|          | Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)           | 1        | 1         | 28000   | 28000          |
|          | Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)                 | 1        | 3         | 3200    | 9600           |
|          |                                                          |          |           | Total   | <b>88200 €</b> |

**4: Pagerinta apvalkalas (išorinės sienos apšiltintos 10 cm mineraline vata, viršutinis aukštas – 20 cm mineraline vata, plokščių grindų izoliacija – 8 cm ekstruzuotu polistireno, trigubai stikliniai langai), vandens-vandens šilumos siurblys, mechaninė ventiliacija, grindų šildymas.**

- Kainos aprašymas

| Punktas                                              | Kaina (€ / m²) |
|------------------------------------------------------|----------------|
| 8 cm ekstruzinio polistireno izoliacija              | 9,92           |
| 20 cm mineralinės vatos izoliacija                   | 5              |
| 10 cm mineralinės vatos sienų izoliacija             | 13             |
| Trijų stiklų langai                                  | 290            |
| <b>Bendra numatoma kaina (su montavimu) 319 €/ m</b> |                |

1-ojo etapo biudžetas:

| Vienetas | Aprašymas                                               | skaičius | matavimas | kaina € | kiekis € |
|----------|---------------------------------------------------------|----------|-----------|---------|----------|
| m        | 8 cm ekstruzinis polistireno izoliacija plokščių grindų | 1        | 407       | 9,92    | 4040     |

### Rumunijos atvejo tyrimas

|   |                                                                    |   |     |       |                |
|---|--------------------------------------------------------------------|---|-----|-------|----------------|
| m | 20 cm mineralinė vata viršutiniam aukštui                          | 1 | 460 | 5     | 2300           |
| m | 10 cm mineralinė vata išorinių sienų izoliacijai                   | 1 | 260 | 13.5  | 3550           |
| m | Trijų stiklų PVC langai ( $U = 0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ) | 1 | 63  | 290   | 18400          |
| m | Aliuminio durys                                                    | 1 | 12  | 350   | 4200           |
|   | Šilumos siurblys vanduo-vanduo 24 kW                               | 1 | 1   | 13900 | 13900          |
|   | Katilas 100 l                                                      | 1 | 1   | 300   | 300            |
|   | Pilna šildymo sistema (grindų šildymo sistema)                     | 1 | 1   | 28000 | 28000          |
|   | Vėdinimo sistema (3 vėdinimo įrenginiai)                           | 1 | 3   | 3200  | 9600           |
|   |                                                                    |   |     | Total | <b>84290 €</b> |

## 7. 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.

Joje lyginamos visos numatytos renovacijos išlaidos su finansine ir nefinansine nauda, kurią jos duos per visą pastato eksploatavimo 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: Grynujų dabartinės vertės** 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 kaina
- $n$  = analizės laikotarpis (metais)

Jei  $NPV > 0 \rightarrow$  Investicija yra pelninga

Jei  $NPV = 0 \rightarrow$  Investicija yra rentabili

Jei  $NPV < 0 \rightarrow$  Investicija nėra finansiškai perspektyvi

Atsižvelgiama į energijos sąnaudas:

| Energy cost                                                                                     |      |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|
| Energy vector                                                                                   |      |         |
| Electrical network energy                                                                       | 0.26 | EUR/kWh |
| Natural gas                                                                                     | 0.06 | EUR/kWh |
| Diesel                                                                                          | 0.10 | EUR/kWh |
| LPG                                                                                             | 0.15 | EUR/kWh |
| Carbon                                                                                          | 0.05 | EUR/kWh |
| Solid biomass                                                                                   | 0.11 | EUR/kWh |
| Biomass                                                                                         | 0.11 | EUR/kWh |
| Thermal solar energy                                                                            | 0.00 | EUR/kWh |
| Electrical energy produced by photovoltaic panels, small wind turbines and small hydro turbines | 0.00 | EUR/kWh |
| Accept                                                                                          |      |         |

Grynosios dabartinės vertės metodo parametrai:

Net Present Value
✕

☒ **NCV calculation method**  

The program uses the static analysis method to calculate the investment recovery period.  
 By activating this option, the dynamic analysis will be included in the calculation process.

Annual energy cost increase

3.00

%

☒ Discount fee

4.50

%

Foreseen inflation

1.20

%

Nominal interest type

0.00

%

Analysis period

22

Years

Accept

**Energijos vartojimo efektyvumo priemonių sąnaudų ir naudos tyrimo rezultatų santrauka:**

|                                    | Grynosios investicijos<br>sąnaudos<br>(EUR) | Metinės energijos<br>sąnaudos<br>(EUR) | Metinės<br>grynosios<br>sątaupos<br>(EUR) | Atsipirkimas<br>(metai) | NCV<br>(metai) | Metinis<br>neatsinaujinančios<br>pirminės energijos<br>suvaizojimas<br>(kWh/m²) | Išmetamųjų<br>teršalų<br>kiekis<br>(kg<br>CO2/m²) |
|------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Atvejo 0<br>(pradinė<br>situacija) | 0                                           | 16504                                  | 0                                         | 0                       | 0              | 187,96                                                                          | 34,70                                             |
| Atvejo 1                           | 85300                                       | 9757,83                                | 6746,60                                   | 12,64                   | 13             | 264,23                                                                          | 55,38                                             |
| Atvejo 2                           | 81390,00                                    | 9694,97                                | 6809,46                                   | 11,95                   | 12,93          | 261,92                                                                          | 54,76                                             |
| Atvejo 3                           | 88200,00                                    | 9392,78                                | 7111,64                                   | 12,40                   | 13,4           | 250,75                                                                          | 51,82                                             |
| Atvejis 4                          | 84290,00                                    | 9694,97                                | 6809,46                                   | 12,38                   | 13             | 261,92                                                                          | 54,7                                              |

Pirmiau pateiktoje lentelėje stulpelyje „NCV“ pateiktas atsakymas į šį klausimą: kiek metų reikės, kad investicija atsipirktų, atsižvelgiant į pinigų laiko vertę?

|                                       | Grynosios investicijos išlaidos |                        |                                      |                        | Metinės grynosios sątaupos           |                                        |                              |                                      | Investicijų<br>susigrąžini<br>mo<br>laikotarpis<br>(metai) |
|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                       | Sąnaud<br>os<br>(EUR)           | Dotacij<br>os<br>(EUR) | Galutinės grynyų<br>išlaidų<br>(EUR) | Skirtum<br>as<br>(EUR) | Energijos<br>sąnaudos<br>(EUR/metai) | Energijos<br>sutaupymas<br>(EUR/metai) | Priežiūra<br>(EUR/met<br>ai) | Grynosios<br>sątaupos<br>(EUR/metai) |                                                            |
| Atvejo<br>0<br>(pradinė<br>situacija) | 0                               | 0                      | 0                                    | 0                      | 16504,43                             | 0,00                                   | 0                            | 0                                    | 0                                                          |
| Atvejis<br>1                          | 85300                           | 0                      | 85300                                | 85300                  | 9757,83                              | 6746,60                                | 0                            | 6746,60                              | 12,64                                                      |
| Atvejis<br>2                          | 81390,0<br>0                    | 0                      | 81390                                | 81390,0<br>0           | 9694,97                              | 6809,46                                | 0,00                         | 6809,46                              | 11,95                                                      |
| Atvejis<br>3                          | 88200,0<br>0                    | 0                      | 88200                                | 88200,0<br>0           | 9392,78                              | 7111,64                                | 0                            | 7111,64                              | 12,40                                                      |
| Atvejis<br>4                          | 84290,0<br>0                    | 0                      | 84290,00                             | 84290,0<br>0           | 9694,97                              | 6809,46                                | 0                            | 6809,46                              | 12,38                                                      |

## 8. Išvados

Iš šio tyrimo galima daryti šias išvadas:

- **Atliktas išsamus pastato vertinimas.** Atvejo tyrime, naudojant BIM technologijas, buvo išsamiai įvertintas esamas Rumunijos švietimo pastato energijos vartojimo efektyvumas, nustatyti pagrindiniai neefektyvumo aspektai, susiję su pastato apvalkalo izoliacija, langų savybėmis, šildymo sistemomis ir vėdinimu. Pastatas pasižymėjo dideliu energijos suvartojimu ir prastu šiluminiu komfortu, ypač šildymo sezonu.
- **Nustatytos ir sumodeliuotos energijos vartojimo efektyvumo priemonės.** Buvo pasiūlyta ir sumodeliuota įvairių energijos renovacijos priemonių, įskaitant:
  - Išorinių sienų, stogo ir grindų plokščių izoliacija.
  - Langų keitimas į trigubus stiklus.
  - Šildymo sistemos modernizavimas (naudojant oro arba vandens šilumos siurblių sistemą ir grindų šildymo sistemą)
  - Mechaninė ventiliacija su šilumos rekuperacija
- **Didelis energijos taupymo potencialas.** Analizė parodė, kad įgyvendinus pasyvių ir aktyvių priemonių derinį, pirminės energijos suvartojimas šildymui galėtų sumažėti 70 %. Šis taupymas yra ypač reikšmingas, atsižvelgiant į Rumunijos šaltą klimatą ir ilgą šildymo sezoną.
- **Ekonominės naudos rezultatai skiriasi priklausomai nuo priemonės.** Finansinė analizė parodė, kad:
  - Gilus renovacijos strategijos (izoliacija, langų keitimas) reikalauja didesnių investicijų, bet duoda ilgalaikę grąžą.
  - Šildymo sistemos modernizavimas ir nauja mechaninė ventiliacija sumažina energijos suvartojimą.
  - Jei būtų įgyvendintos visos tyrime numatytos priemonės, atsipirkimo laikotarpis būtų žymiai sutrumpintas (12 metų), nes būtų pasiektas didesnis energijos taupymas.
- **Geriausi rezultatai pasiekiami derinant priemones.** Labiausiai subalansuotas ir tvarus rezultatas pasiekiamas derinant pasyvius patobulinimus (izoliacija, sandarumas) su aktyviomis sistemomis (modernios šildymo ir vėdinimo sistemos). Ši sinergija maksimaliai padidina energijos taupymą, išlaiko patalpų komfortą ir padidina pastato bendrą vertę.
- **Patvirtintas techninis ir ekonominis įgyvendinamumas.** Nepaisant pradinių investicijų kliūčių, tyrimas patvirtina, kad energijos renovacija yra techniškai įmanoma ir ekonomiškai naudinga pastatui. Naudojant tokius rodiklius kaip NPV ir SPP, visos priemonės rodo priimtina ekonominį efektyvumą, ypač jei jos įgyvendinamos tuo pačiu metu.
- **Atitinka nacionalinius ir ES renovacijos tikslus.** Šis atvejis atitinka ES Žaliojo susitarimo ir Renovacijos bangos strategiją, prisideda prie anglies dioksido neutralumo, energijos vartojimo efektyvumo ir sveikesnės vidaus aplinkos viešuosiuose ir gyvenamuosiuose pastatuose tikslų.