

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

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

Spansk casestudie

Del I: Spansk casestudie – tilnærming og analyse av den opprinnelige situasjonen i bygningen

1. Tilnærming til casestudie

Den spanske casestudien består av en analyse av energibehovet og -forbruket, samt forslag til alternativer som forbedrer effektiviteten, i en eksisterende enebolig av typen rekkehus, beliggende i kommunen Ceutí i Spania.

2. Beskrivelse av eneboligen

2.1. Innledning

Eneboligen er en rekkehus og består av en kjeller, første etasje og andre etasje. Taket på huset er flatt. Bygningen ble oppført i 2023.

Kjelleren har et areal på 60 m² til parkering av kjøretøy og et lagerrom på 12 m².

Første etasje har et innvendig bruksareal på 56 m², eksklusive trapper. Rommene i første etasje er et soverom, en stue, kjøkken og et bad. På utsiden av første etasje har huset en terrasse på 13 m² hvor hoveddøren til huset er.

I andre etasje har den et innvendig bruksareal på 54,6 m², eksklusive trapp. Denne etasjen består av 3 soverom og et bad. På utsiden av denne etasjen har ett av soverommene en balkong på 3 m² som kan brukes.

Fasaden på dette rekkehuset er 7,71 m bred og 11,64 m dyp. På hovedfasaden av huset er det en inngjerdet tomt på 36 m² hvor rampen for å kjøre ned til kjelleren med bil er plassert.



Figur 1: Rekkehus i Spania

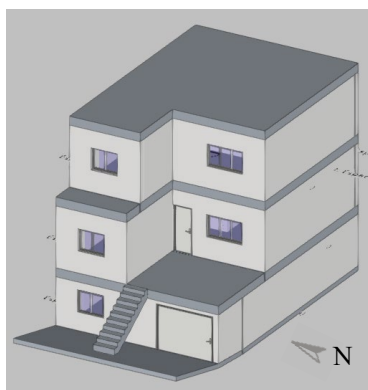
Denne eneboligen ligger i kommunen Ceutí, provinsen Murcia (Spania)

Bygningens beliggenhetsdata er som følger:

Location data	
City	Ceuti
Altitude	94.000 m
Latitude	38.1 degrees
Longitude	-1.3 degrees
Time zone	0.0
SCOP climatic conditions	Warm climate

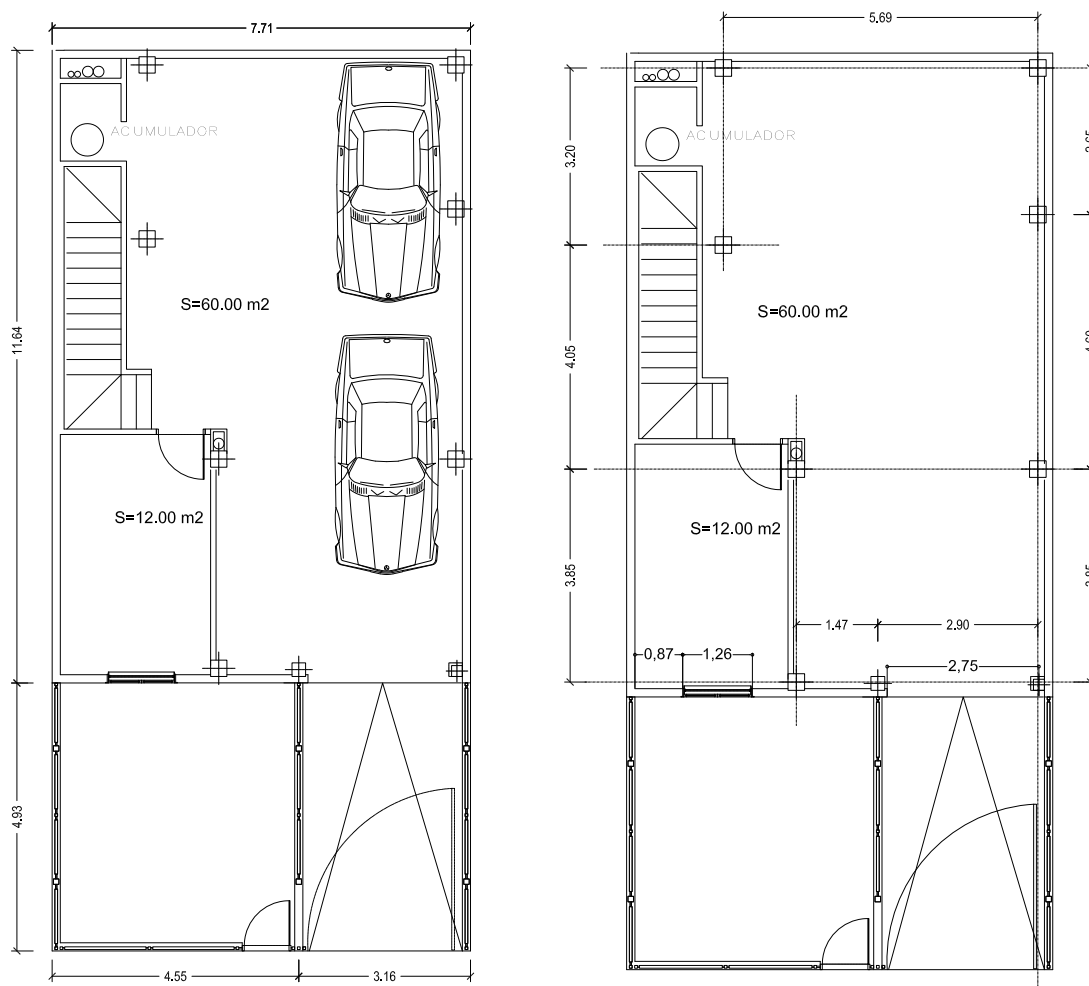
Figur 2: Husets beliggenhet

Hovedfasaden på huset vender mot vest.

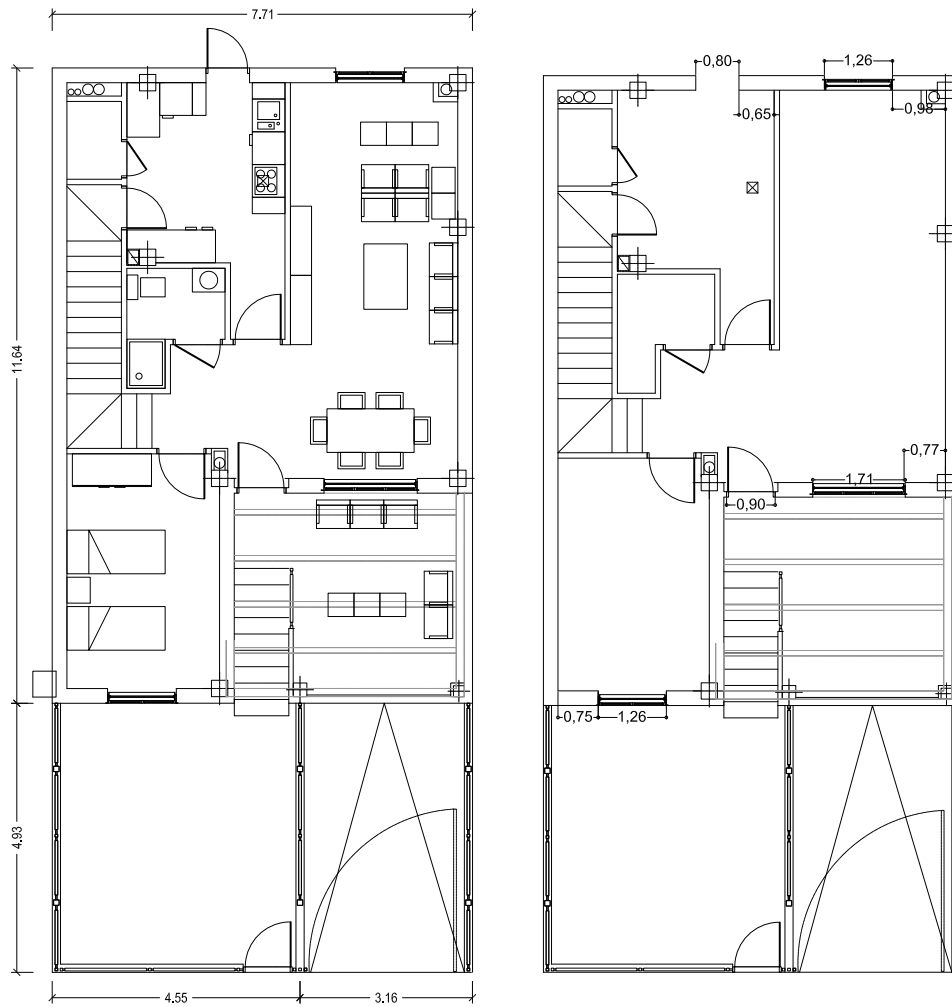


Figur 3: Husets orientering

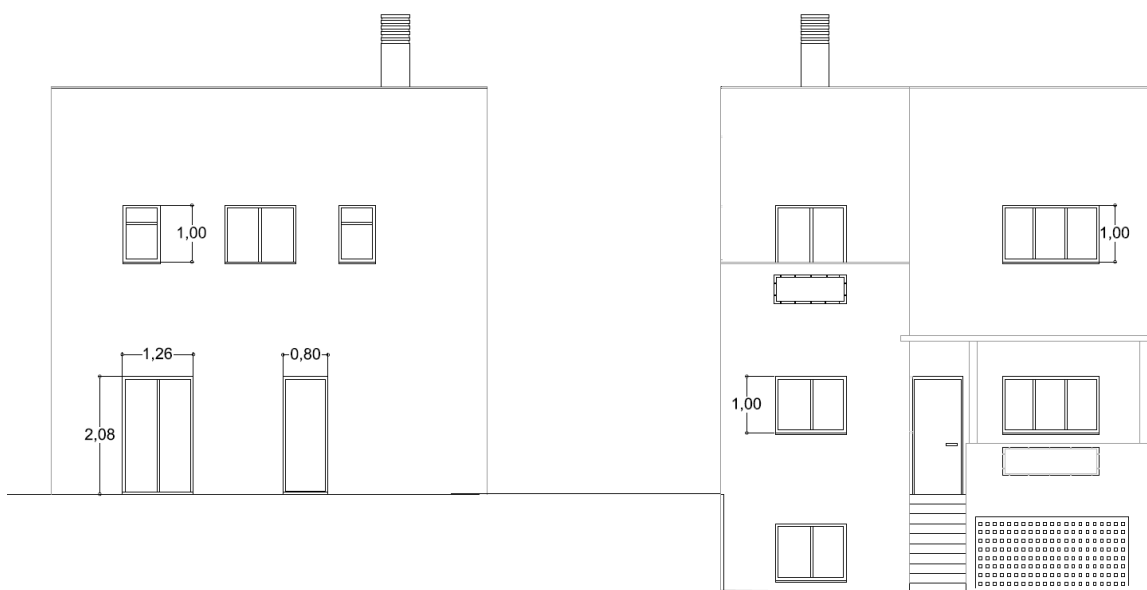
2.2. Husplaner



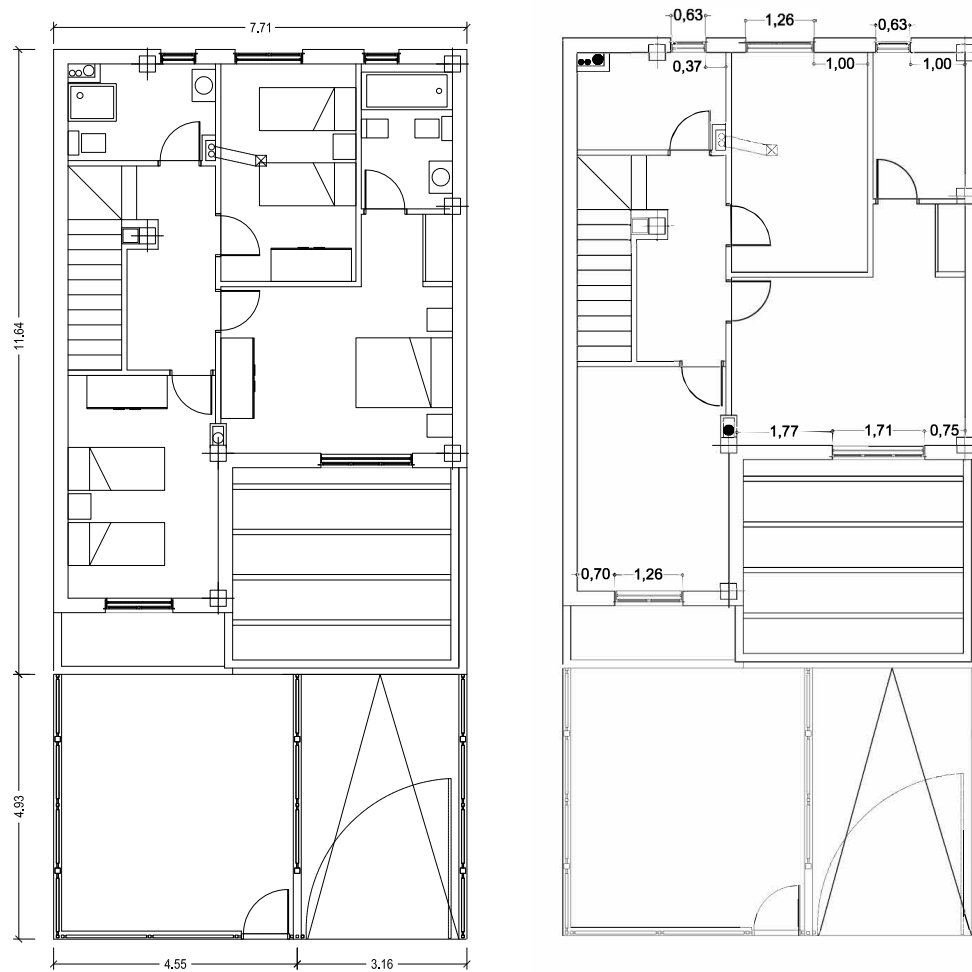
Figur 4: Kjelderplan



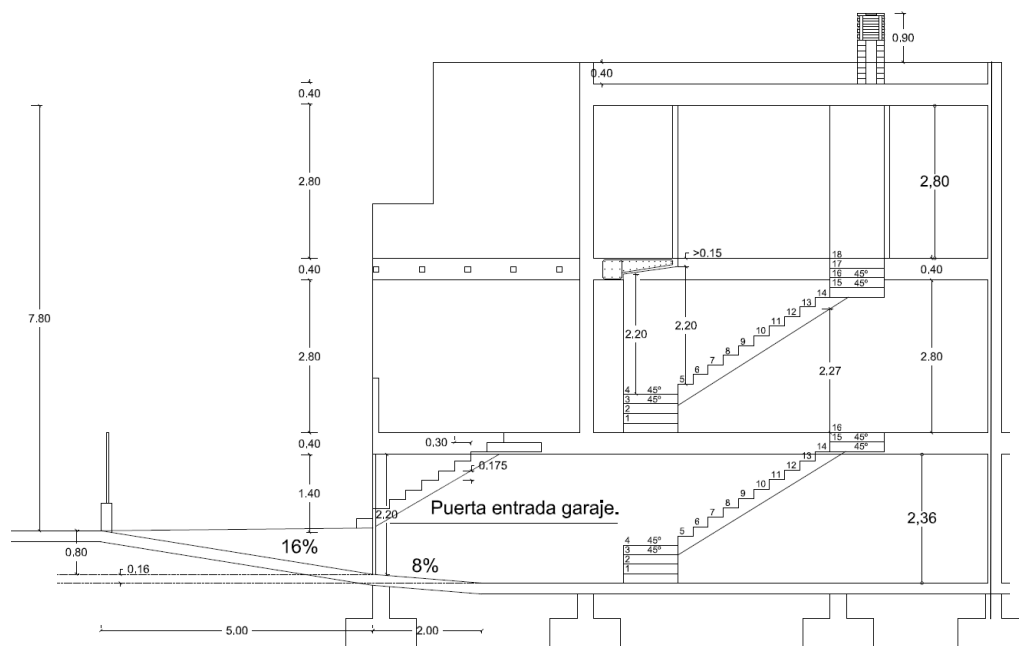
Figur 5: Planløsning for første etasje



Figur 6: Bakside og front.



Figur 7: Planer for første etasje



Figur 8: Bygningsseksjon.

2.3. Materialer i termisk kappe

Den termiske innkapslingen av en bygning refererer til det samlede systemet av elementer som skiller de klimatiserte innvendige rommene fra det uklimatiserte utvendige miljøet. Det inkluderer yttervegger, tak, gulv (spesielt de som er i kontakt med uklimatiserte områder eller bakken), samt vinduer og ytterdører.

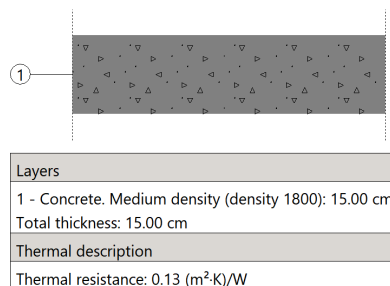
Den primære funksjonen til termisk innkapsling er å regulere strømmen av varme, luft og fuktighet, og dermed minimere varmetap i kalde årstider og varmetilførsel i varme årstider. Det reduserer også luftinnstrømning og luftutstrømning, noe som bidrar betydelig til beboernes termiske komfort og bygningens samlede energieffektivitet.

Ytelsen til den termiske innkapslingen vurderes vanligvis gjennom termisk motstand (R-verdi), termisk transmisjon (U-verdi) og lufttetthet.

En godt designet og riktig konstruert termisk kappe er avgjørende for å oppnå høye energistandarder, redusere driftsenergikostnadene og opprettholde inneklimate.

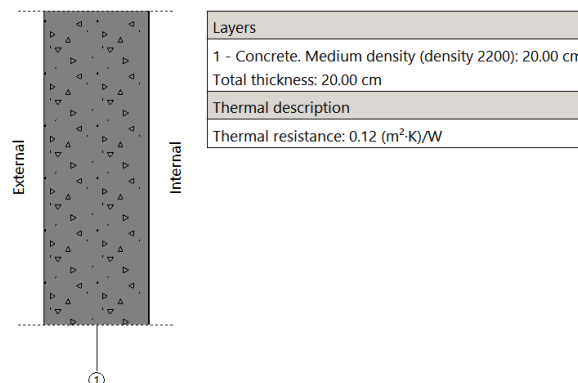
Egenskapene til elementene som inngår i den termiske klimaskjermen til den studerte bygningen, er beskrevet nedenfor.

Gulv i kontakt med bakken (avrettingsmasse)



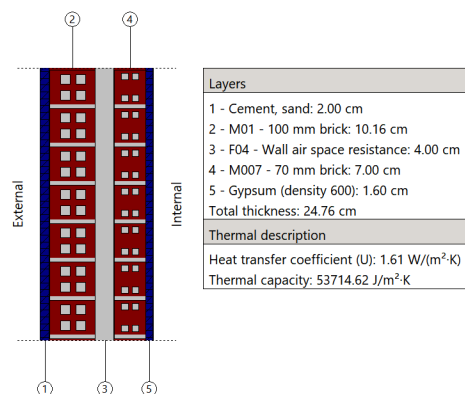
Layers
1 - Concrete. Medium density (density 1800): 15.00 cm
Total thickness: 15.00 cm
Thermal description
Thermal resistance: 0.13 (m ² ·K)/W

Vegger i kontakt med jord



Layers
1 - Concrete. Medium density (density 2200): 20.00 cm
Total thickness: 20.00 cm
Thermal description
Thermal resistance: 0.12 (m ² ·K)/W

Fasader



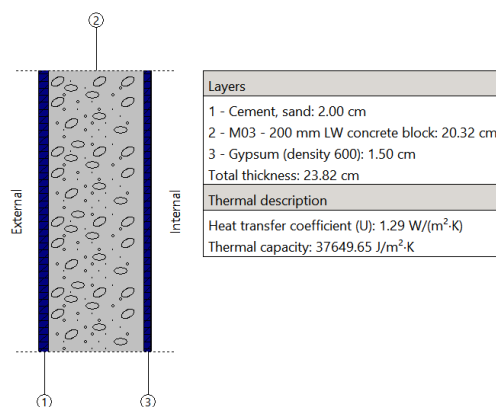
Fasadeåpninger

Vinduer med aluminiumsramme og monolitisk glass

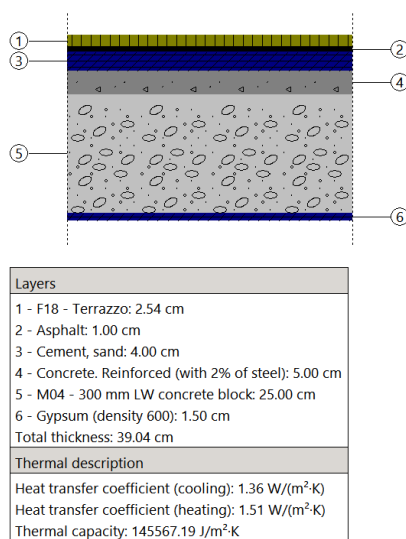
Heat transfer coefficient (U) W/(m²·K)

Solar heat gain coefficient

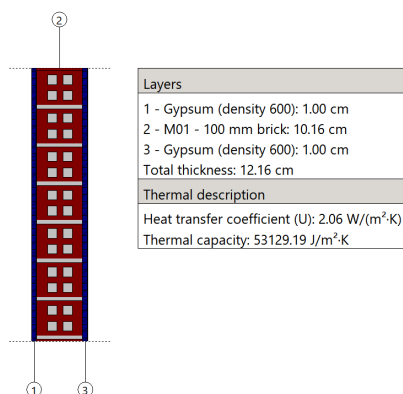
Skillevegger



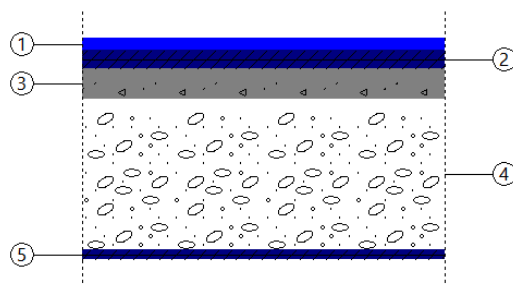
Tak



Innvendige skillevegger



Mellomplater



Layers
1 - Ceramic/porcelain: 2.00 cm
2 - Cement, sand: 3.00 cm
3 - Concrete, Medium density (density 2200): 5.00 cm
4 - M03 - 200 mm LW concrete block: 25.00 cm
5 - Gypsum (density 600): 1.50 cm
Total thickness: 36.50 cm
Thermal description
Ceiling slab
Heat transfer coefficient (cooling): 1.00 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.16 W/(m ² ·K)
Floor slab
Heat transfer coefficient (cooling): 1.16 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.00 W/(m ² ·K)
Floor slab exposed to open air
Heat transfer coefficient (cooling): 1.25 W/(m ² ·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.15 W/(m ² ·K)
Thermal capacity: 141371.08 J/m ² ·K

2.4. Varme- og klimaanlegg

Varme- og klimaanlegget er et multisplit-system med direkte ekspansjon med egenskapene vist i følgende figur.



Outdoor unit

Equipment: RAS-4M27U2AVG-E

Maximum number of internal units: 4
Gross rated total cooling capacity: 8000 W
Gross rated cooling COP: 3.5
Gross rated heating capacity: 9000 W
Gross rated heating COP: 4.67

Control of the operating mode

Load priority

Total pipe length

30.000

 m

Indoor unit

Wall-mounted: RAS-M10PKVPG-E

Gross rated total cooling capacity: 2500 W
Nominal cooling power: 2000 W
Gross rated heating capacity: 3200 W

Figur 9: Varme- og klimaanlegg: egenskaper ved multisplit-system med direkte ekspansjon.

Systemet har 4 innendørsenheter

2.5. Varmtvannssystem

Varmtvannssystemet består av en elektrisk varmtvannsbereder.

Production set

Reference: DHW equipment - Electric hot water boiler

Covered DHW demand percentage: 100 %

Generic equipment

Air-source heat pump

Heat pump for hot water

Geothermal

Production set

Overview

Type of energy vector: Electricity

Rated capacity: 1500.00 W

Average seasonal efficiency: 0.36

☒ Storage tank

Global loss coefficient, UA: 1.20 W/K

Average storage temperature: 60.0 °C

Ambient temperature: 20.0 °C

Figur 10: Egenskaper for elektrisk varmtvannsbereder.

I denne studien av den spanske eneboligen er det lagt til grunn at temperaturen på vannet til husholdningsbruk i nettverket, før oppvarming, varierer mellom **10,2 °C i desember** og januar og **19,9 °C i august**.

I denne casestudien er det lagt til grunn at det bor **4 personer** i bygningen for å beregne behovet for varmtvann til husholdningsbruk. Behov for varmtvann til husholdningsbruk: **28 liter per person per dag**.

3. Utvikling av den spanske casestudien

3.1. BIM-modell av bygningen

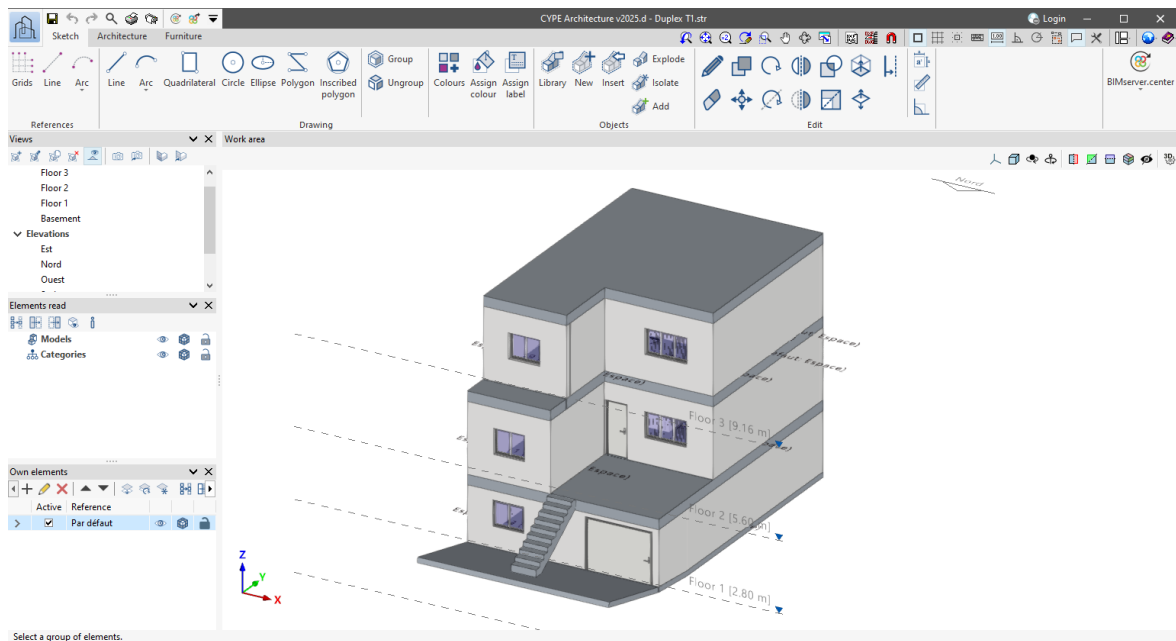
En **byggningsinformasjonsmodell** (BIM) for energianalyse er en digital representasjon av en bygning som integrerer både geometriske og semantiske data, noe som muliggjør detaljerte simuleringer av bygningens energiprestasjoner. I motsetning til en standard 3D-modell inneholder en BIM informasjon om materialer, termiske egenskaper, belegplaner, belysningssystemer, VVS-utstyr og mer.

Når BIM brukes til energianalyse, fungerer den som et datarikt grunnlag som kan eksporteres til energisimuleringsprogramvare (EnergyPlus i denne casestudien). Dette gjør det mulig for energikonsulenter å evaluere varme- og kjølebehov, dagslys, termisk komfort og samlet energiforbruk.

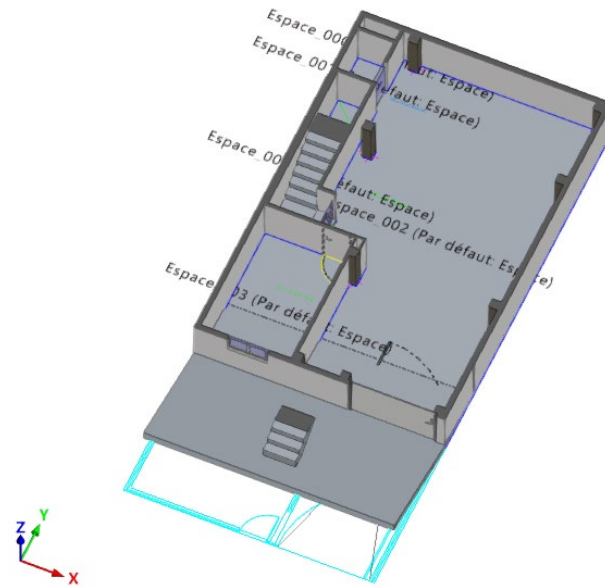
De viktigste fordelene er:

- **Automatisk dataoverføring** fra design til simulering
- **Forbedret nøyaktighet** takket være konsistente og detaljerte inndata
- **Integrerte designarbeidsflyter** mellom arkitekter, ingeniører og energianalytikere

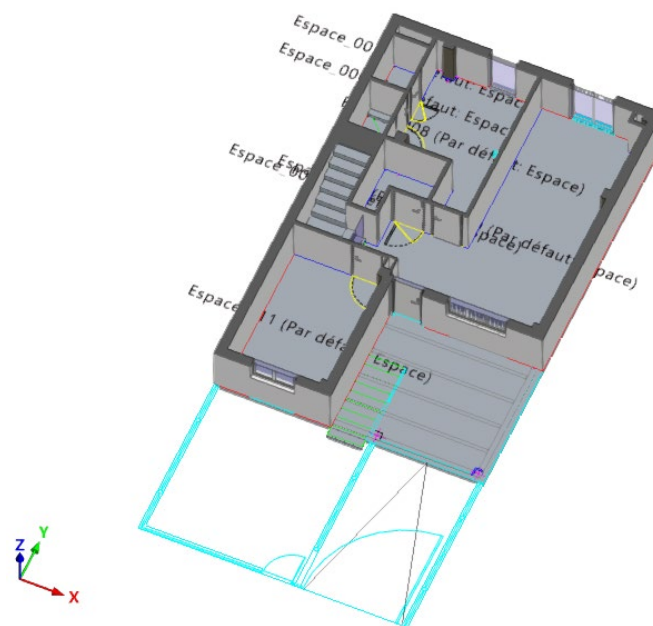
Figurene nedenfor viser flere visninger av bygningens geometriske BIM-modell.



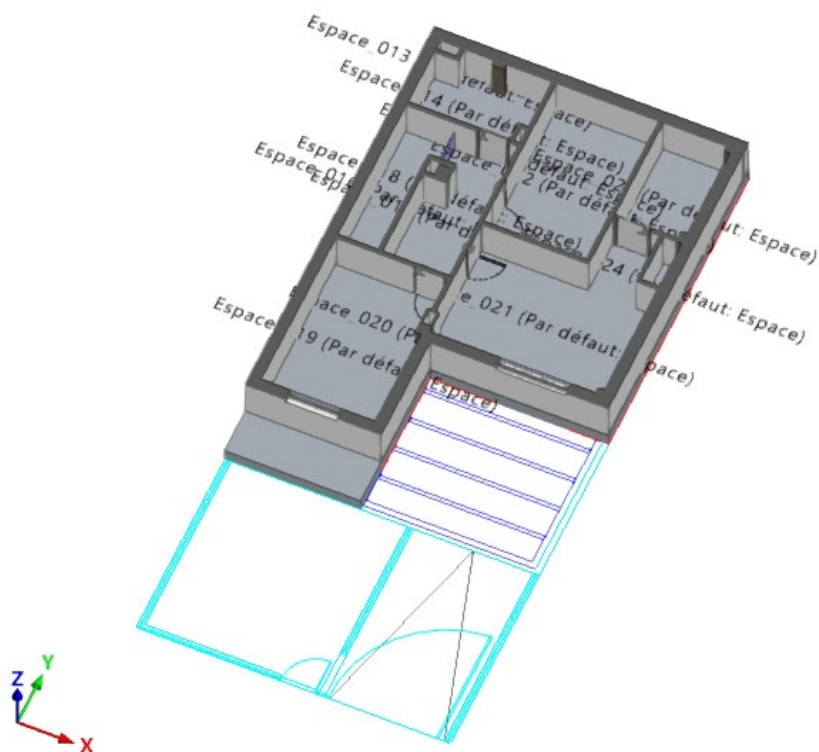
Figur 11 BIM-modell



Figur 12 Kjelleretasje i BIM-modell



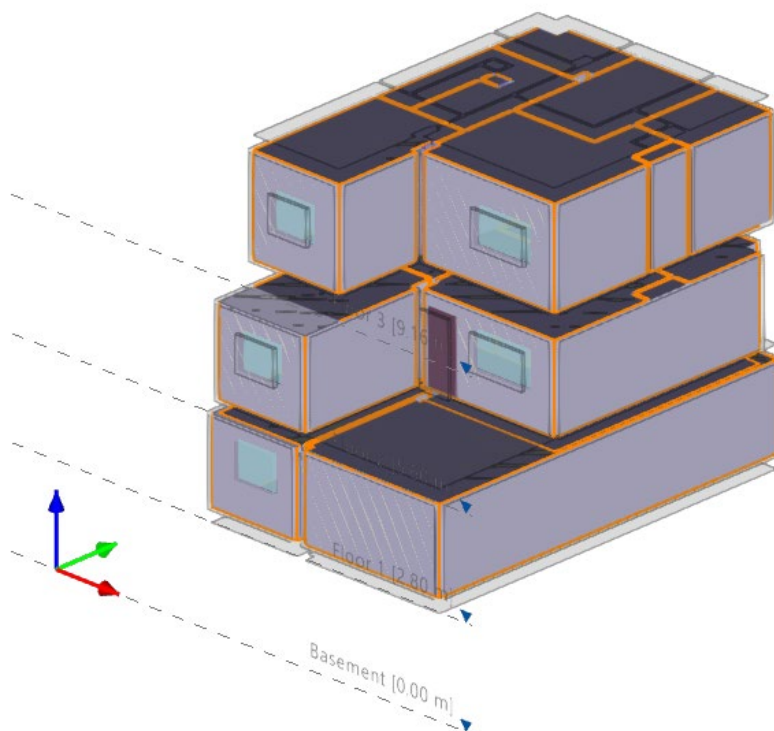
Figur 13 Første etasje i BIM-modell



Figur 14 Første etasje i BIM-modell

3.2. Analytisk modell av bygningen.

Den **analytiske modellen av bygningen** består av bygningens innvendige rom, som bygningens innvendige volum er delt inn i med sine egenskaper (romvolum, flater som eliminerer rommet ...).



Figur 15 Analytisk modell av bygningen.

I dette arbeidet er bygningens innvendige rom gruppert i to forskjellige soner.

Disse sonene er:

-  Z01 - House
-  Z02 - Basement

Sone 1 (hus) er boligen. Det er det klimatiserte området av bygningen.

Sone 2 (kjeller) er ikke beboelig.

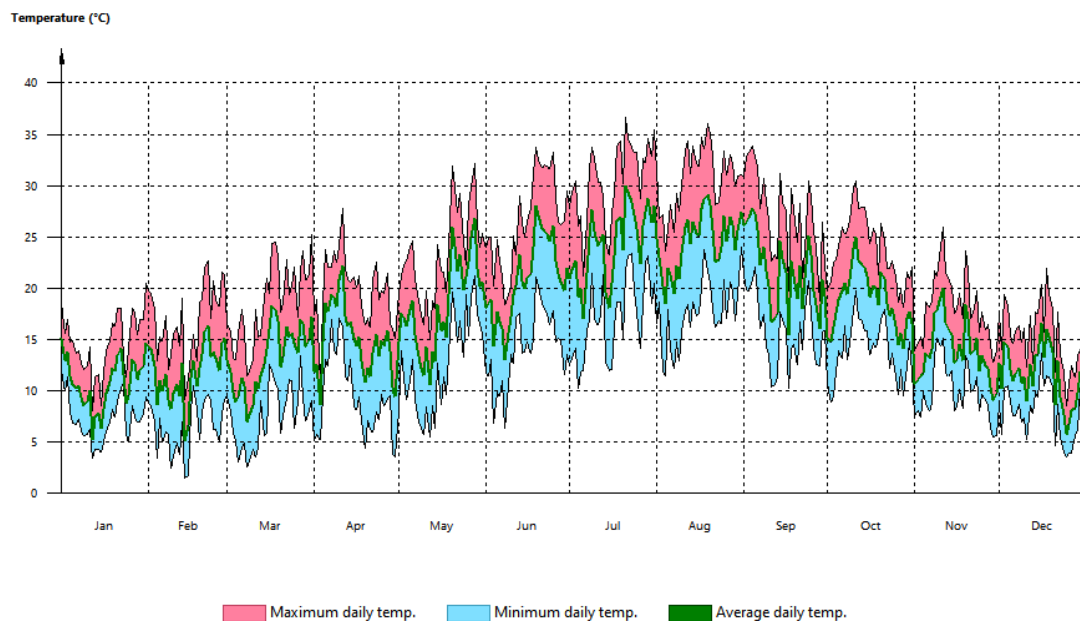
Ventilasjonen i den eksisterende bygningen består av naturlig ventilasjon.

Ventilasjonsbehovet som er lagt inn i modellen er **0,63 luftskift per time** for boliger, fellesarealer, kjøkken og bad, og 1 luftskift per time for kjelleren.

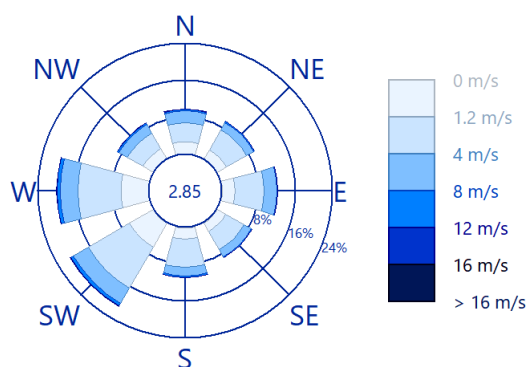
3.3. Klimasoner

Klimasonen som huset ligger i er B3 i henhold til den spanske standarden for energieffektivitet i bygninger. B3 tilsvarer en klimason med milde vintre og varme somre.

Dataene for **utetemperaturen** som er tatt i betraktning i denne casestudien i denne klimasonen, er som følger:



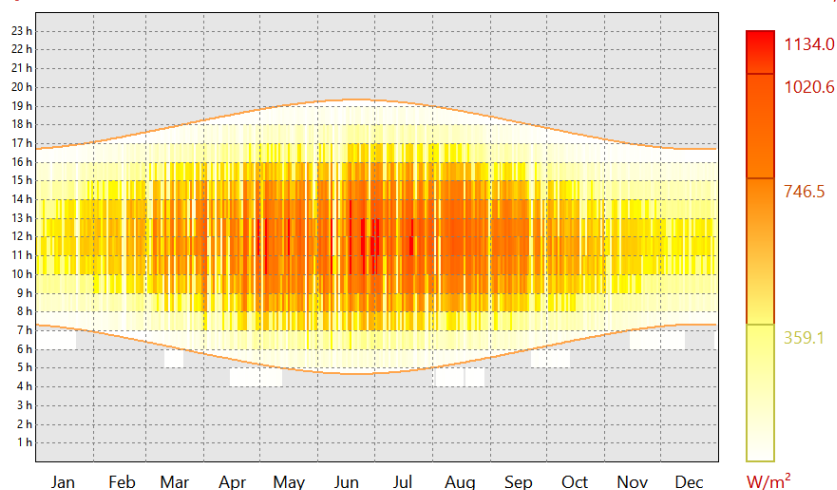
Vindfordeling:



Solinnstråling på tomten:

Grafen nedenfor viser den globale solinnstrålingen på en horisontal overflate

$$Q = 73.8 + 88.9 + 130.5 + 156.7 + 194.2 + 204.3 + 219.7 + 197.9 + 150.2 + 113.8 + 79.0 + 66.0 = 1675.01 \text{ kWh/m}^2$$



3.4. Driftsforhold for klimatiserte rom til privat boligbruk

For energianalysen av bygningen er driftsforholdene for de klimatiserte rommene i bygningen brukt, som er angitt i tabellen nedenfor.

Tabell 1: Driftsforhold for klimatiserte rom i bygningen for privat boligbruk

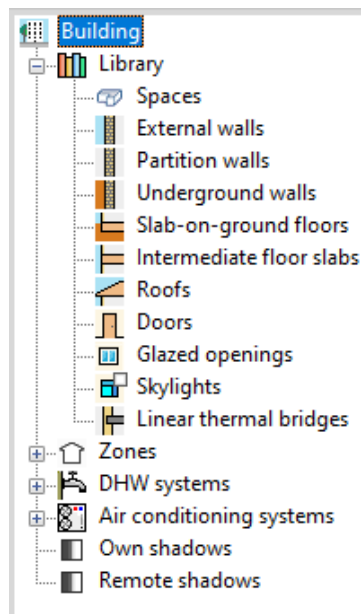
		Tidsplan (typisk uke)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Høy innstilt temperatur (°C)	Januar til mai	--	--	--	--
	Juni til september	25	--	25	27
	Oktober til desember	--	--	--	--
Lav settpunktstemperatur (°C)	Januar til mai	17	20	20	17
	Juni til september	--	--	--	--
	Oktober til desember	17	20	20	17

3.5. Bygningsenergimodell

En bygningsenergimodell er en detaljert digital simulering av en bygning energibruk, laget for å analysere og forutsi energiprestasjonen. Den inkluderer innspill som bygningens geometri, orientering, byggematerialer, isolasjonsnivåer, VVS-systemer, belysning, bruksmønstre og lokale klimadata. Modellen bruker denne informasjonen til å beregne energiforbruket til oppvarming, kjøling, belysning, ventilasjon og stikkontaktbelastning over tid.

Denne modellen er viktig for:

- Evaluering av designalternativer
- Estimere energibesparelser
- Overholdelse av byggeforskrifter
- Støtte for sertifisering av miljøvennlige bygninger (f.eks. LEED, BREEAM)
- Gjennomføring av kostnads-nytte-analyse av energieffektiviseringstiltak



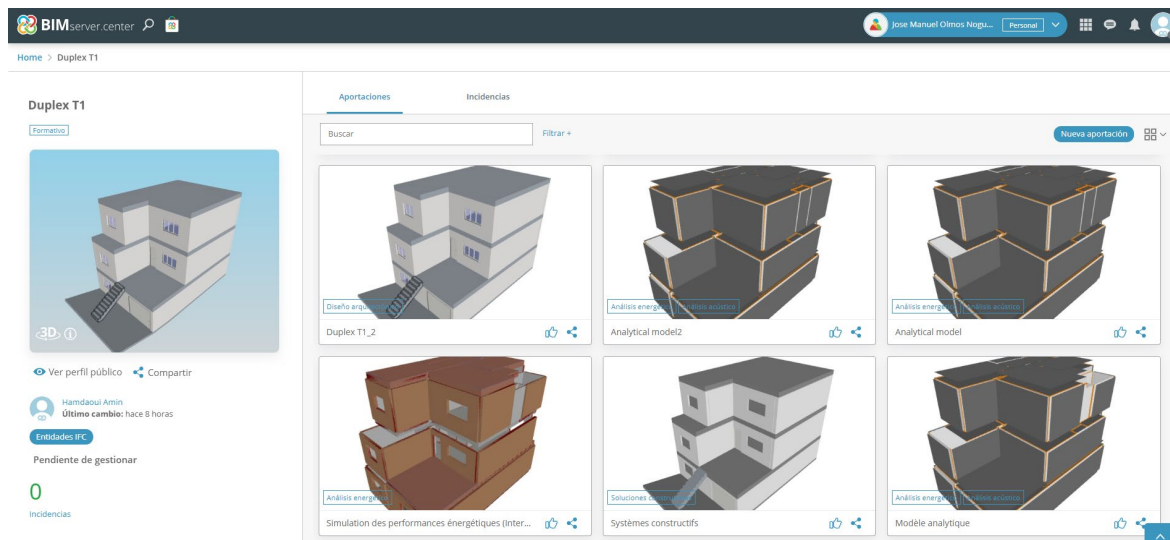
Figur 16: Noen komponenter i bygningsenergimodellen

3.6. Spansk eneboligprosjekt i BIMServer.center

BIM-modellen av bygningen, den analytiske modellen og energimodellen av bygningens nåværende situasjon deles på **BIM-plattformen BIMServer.center**.

Dette prosjektet kan besøkes ved å bruke følgende lenke:

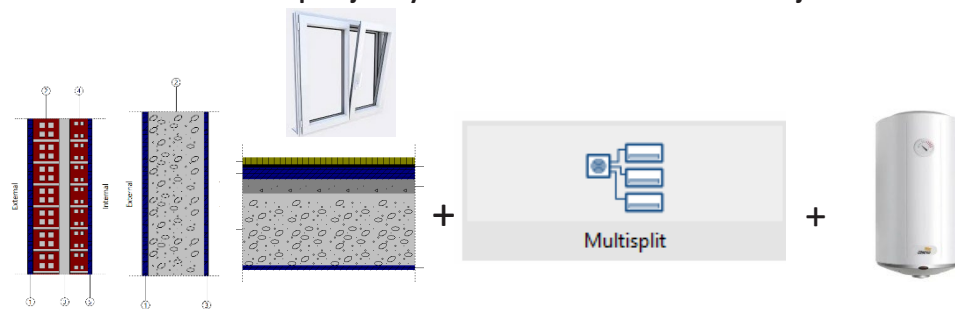
<https://bimserver.center/es/project/604611?tab=0>



Figur 17: Enkeltstående hus i BIMServer.center

3.7. Analyserte tilfeller. Beskrivelse

- **Tilfelle 1: Utgangssituasjon 1:** Bygningskropp uten isolasjon + H & AC direkte ekspansjonssystem + varmtvann med elektrisk kjele.



(Fasade fellesvegg + tak)

(Enkeltglassvinduer med aluminiumsramme. $U=5,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

Klimaskjerm uten isolasjon + HVAC-direkteekspansjonssystem+ varmtvann med elektrisk kjele

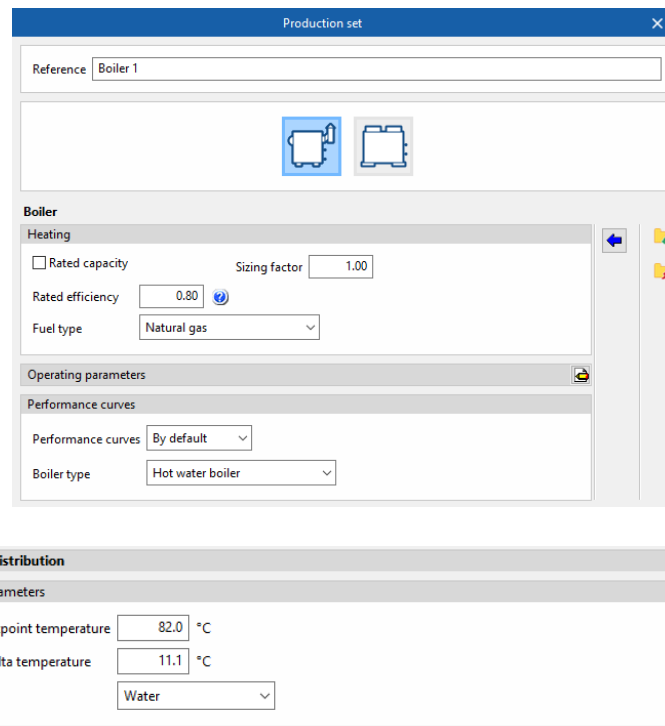
- **Tilfelle 2: Utgangssituasjon 2:** Bygningskropp uten isolasjon + gaskjele og radiatorer for oppvarming og varmtvann+ -kjølesystem med multisplit direkte ekspansjonssystem



(Fasade skillevegg + tak)

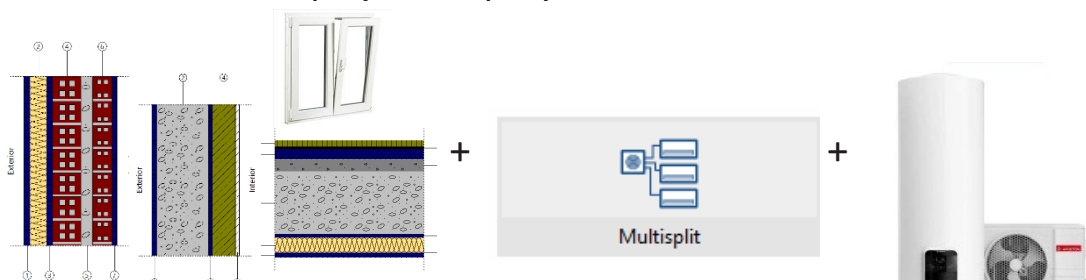
(Enkeltglassvinduer med aluminiumsramme. $U=5,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

Klimaskjerm uten isolasjon + oppvarming og varmtvannsbereder med gaskjele og radiatorer+ AC med multisplit-system med direkte ekspansjon.



Figur 18: Oppvarming og varmtvannsbereider med gass

- Tilfelle 3: **Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret innkapsling 6 cm solinnstråling+ PVC-vinduer med dobbeltglass med argongass + H & AC direkte ekspansjons multisplit-system + varmtvannsbereider.**



(Fasade skillevegg tak)

(PVC-vinduer med doble glass og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjonslag + H & AC direkte ekspansjons multisplit-system + varmtvannsbereider.

Egenskaper ved varmtvannsvarmepumpen:

- Nominell effekt 1500 W
- SCOP: 3,57 i henhold til EN-16147
- Akkumuleringskapasitet: 200 liter.



- Tilfelle 4: **Forbedring 2 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskall 6 cm isolasjon + PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass+ H & AC direkte ekspansjon multisplit-system + varmtvannsvarmepumpe + solcellepaneler.**



Tilfelle 3+ 12 m2 solcellepaneler (161,6 W/m2)



Kjennetegn ved solcellepaneler:

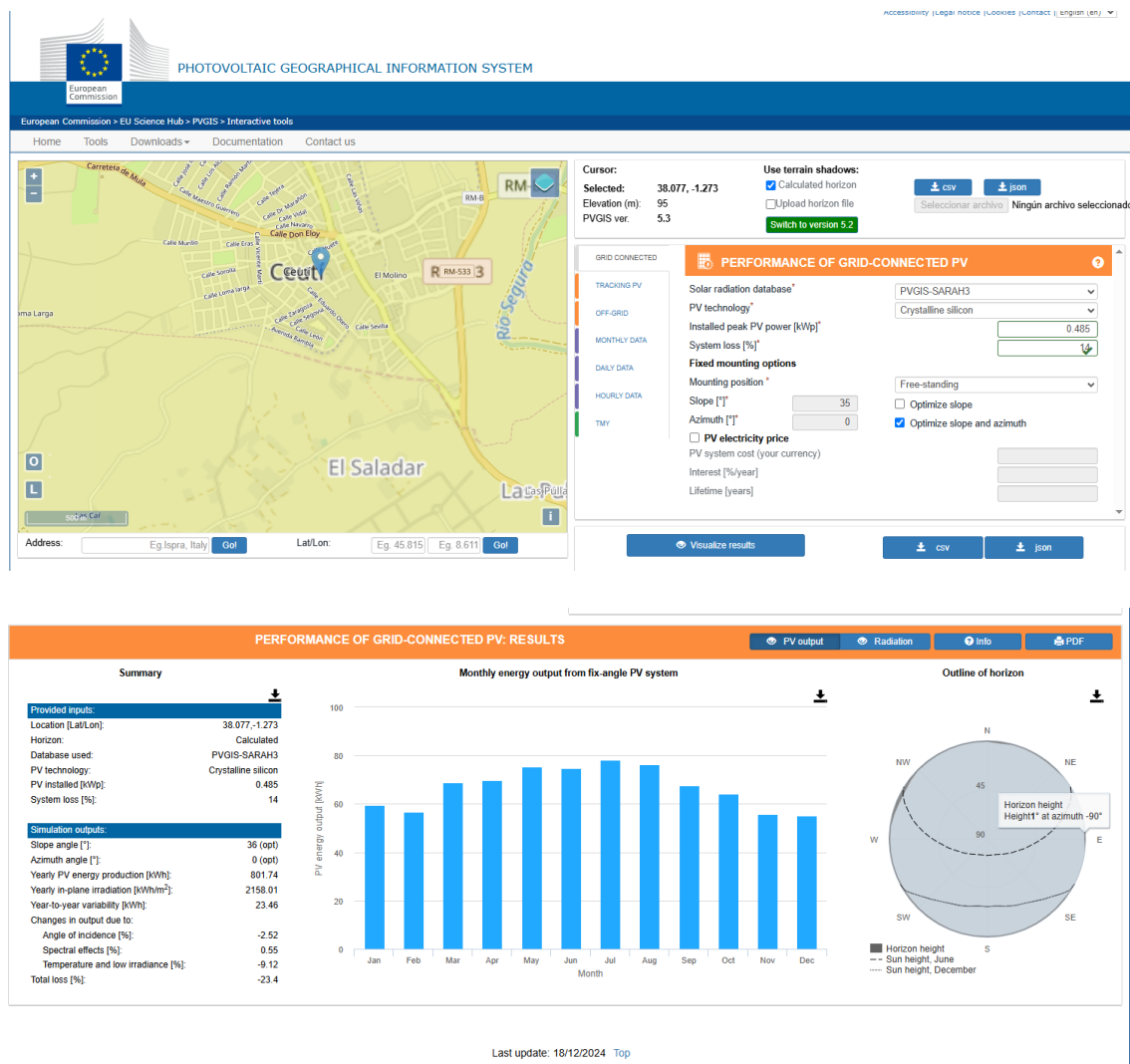
Modulens effekt er 485 W, virkningsgrad – 22,4 %.

Størrelse på panelet (modul): 3 m².

Retning (azimutvinkel): 0°

Hellingvinkel: 35°

Antall paneler brukt: 4

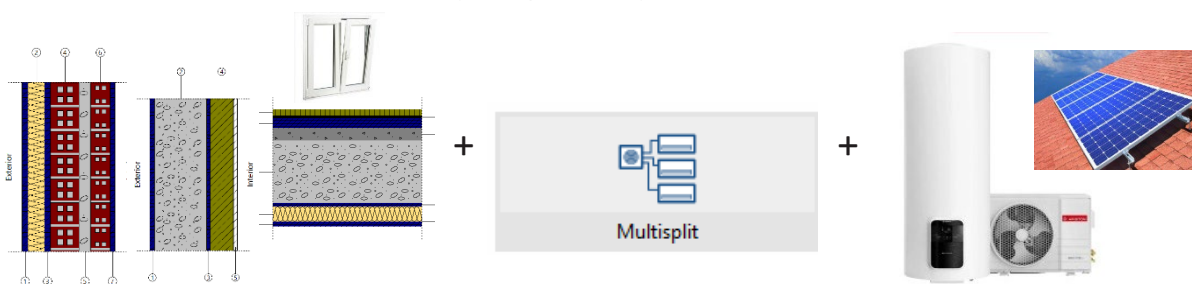


Energi produksjon fra solcelleanlegget per måned i Ceutí (Spania):

	Energi produksjon per panel kWh	Antall paneler	Energi produksjon kWh
Januar	59,6	4	238,4
Februar	56,8	4	227,2

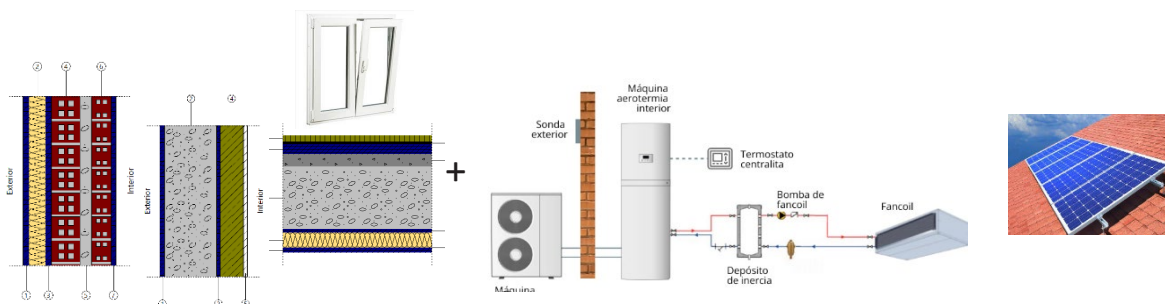
	Energiproduksjon per panel kWh	Antall paneler	Energi produksjon kWh
mars	68,7	4	274,8
April	69,7	4	278,8
mai	75,4	4	301,6
Juni	74,9	4	299,6
Juli	78,1	4	312,4
August	76,3	4	305,2
september	67,5	4	270
Oktober	64	4	256
November	55,8	4	223,2
Desember	55	4	220
Totalt	801,8		3207,2

- Tilfelle 5: **Forbedring 3 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskjerm 10 cm isolasjon+ PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass+ H & AC direkte ekspansjons multisplit-system + varmtvannsbereder + solcellepaneler.** (Tilfelle 4, men med 10 cm isolasjonslag i klimaskjermen).



(Fasade fellesvegg tak)
 (PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)
 (Tilfelle 4, men med 10 cm isolasjonslag i innkapslingen).

- Tilfelle 6: **Forbedring 4 av utgangssituasjonen i tilfelle 1. Forbedret innkapsling 6 cm isolasjon+ PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass+ H & AC og DHW Aerotermisk med viftekonvektor + solcellepaneler**



(Fasade skillevegg tak) Aerotermisk system med viftekonvektorer
 (PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

Kjennetegn ved aerotermisk system med viftekonvektorer for oppvarming og kjøling.

☒ With domestic hot water production

Outdoor unit
Compact: 8 kW (VWL 85/6 A 230V S3)

Hydraulic tower
Equipment: VIH QW 190/6 E

Gross rated heating capacity: 7370 W
Gross rated heating COP: 4.42
Gross rated total cooling capacity: 7200 W
Gross rated cooling COP: 2.7

Heating
Design setpoint temperature: 45.0 °C Design delta temperature: 5.0 °C

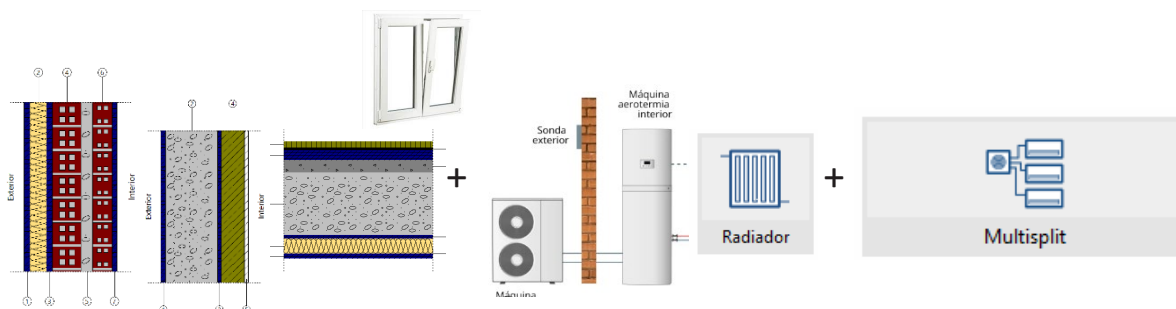
☒ **Cooling**
Design setpoint temperature: 7.0 °C Design delta temperature: 5.0 °C

Viftekonvektor:

Equipment
Wall-mounted: VA 1-025 WN

Gross rated total cooling capacity: 2700 W
Nominal cooling power: 2150 W
Gross rated heating capacity: 2940 W
Supply air flow: 136.667 l/s

- Tilfelle 7: **Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 2.** Forbedret isolasjon 6 cm + **Aerotermisk med radiatorer for oppvarming og varmtvann+ kjøling med direkte ekspansjon multi-split system.**



(Fasade fellesvegg tak) + Aerotermisk oppvarmingssystem med radiatorer + AC direkte ekspansjonssystem.

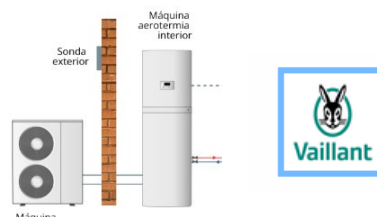
(PVC-vinduer med doble vinduer og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Kjennetegn ved det aerotermiske systemet for oppvarming og varmtvann:

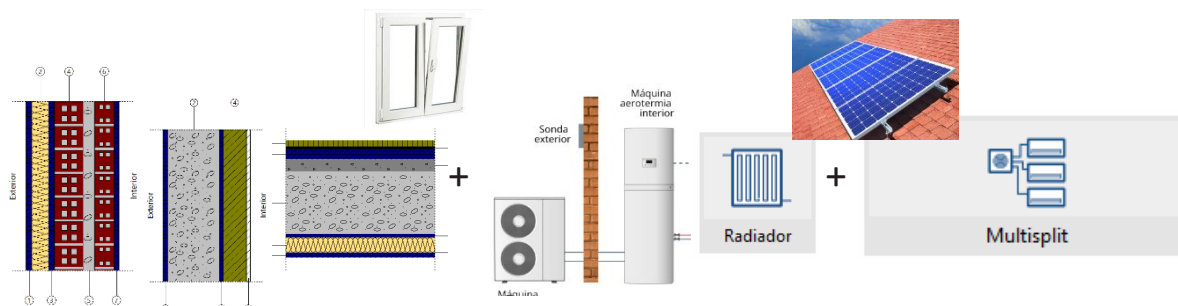
Outdoor unit
Compact: 8 kW (VWL 85/6 A 230V S3)

Gross rated heating capacity: 7370 W
Gross rated heating COP: 4.42
Gross rated total cooling capacity: 7200 W
Gross rated cooling COP: 2.7

Hydraulic tower
Equipment: VIH QW 190/6 E



- **Tilfelle 8: Forbedring 2 av utgangssituasjon tilfelle 2.** Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + **Aertermisk med radiatorer for oppvarming og varmtvann** + **- kjøling med direkte ekspansjon multisplit-system + -solcellepaneler.**



(Fasade skillevegg tak) + Aertermisk oppvarmingssystem med radiatorer + Kjøling med multisplit-system med direkte ekspansjon.

(PVC-vinduer med doble vinduer og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

Tabell 2: Sammendrag av de studerte tilfellene. Utgangssituasjon og forbedringer

Utgangssituasjon for huset	Hus med forbedringer
Tilfelle 1: Utgangssituasjon 1: Bygningskropp uten isolasjon + H & AC direkte ekspansjonssystem + varmtvann med elektrisk kjele.	Tilfelle 3: Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + PVC-vinduer med doble glass og argongass + H&AC direkte ekspansjonssystem med flere splitter + varmtvannsbereder med varmepumpe
	Tilfelle 4: Forbedring 2 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass + H&AC direkte ekspansjonssystem med flere deler + varmtvannsbereder + solcellepaneler. (tilfelle 3+ solcellepaneler)
	Tilfelle 5: Forbedring 3 av utgangssituasjon 1. Forbedret klimaskall 10 cm isolasjon+ -PVC-vinduer med argongass + H&AC direkte ekspansjonssystem med flere deler + varmtvannsbereder + solcellepaneler. (Tilfelle 4, men med 10 cm isolasjonslag i klimaskallet)
	Tilfelle 6: Forbedring 4 av utgangssituasjon 1. Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass + H&AC og varmtvann med aertermisk system med viftekonvektor + solcellepaneler
Tilfelle 2: Utgangssituasjon 2: Bygningskropp uten isolasjon + oppvarming og varmtvannssystem: gasskjele og radiatorer + kjølesystem: multisplit-system med direkte ekspansjon	Tilfelle 7: Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 2. Forbedret innkapsling 6 cm isolasjon + Aertermisk med radiatorer for oppvarming og varmtvann + Kjøling med direkte ekspansjons multisplit-system.
	Tilfelle 8: Forbedring 2 av utgangssituasjon 2. Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + Aertermisk med radiatorer for oppvarming og varmtvann + Kjøling med direkte ekspansjonssystem med flere deler + Solcellepaneler. (Tilfelle 7 + solcellepaneler)

3.8. Resultatene. Energiforbruk og energiklassifisering for eksisterende bygning.

I dette avsnittet og i det neste vises det årlige forbruket av sluttbruk, primærenergi og ikke-fornybar primærenergi tilsvarende de ulike tekniske tjenestene i bygningen for de to utgangssituasjonene og for de fem alternativene for å forbedre energiprestasjonen. Forbruket til oppvarming og kjøling inkluderer strømforbruket til tilleggsutstyret til klimaanleggene.

I tillegg vises også energiklassifiseringen for de studerte tilfellene (to utgangssituasjoner og fem forbedringsalternativer). Denne klassifiseringen er beregnet i henhold til spanske standarder med hensyn til klimasonen: B3

For å klargjøre begreper, innføres noen definisjoner her:

Totalt primærenergiforbruk.

Totalt primærenergiforbruk i sammenheng med en energieffektivitetsanalyse av bygninger refererer til den totale mengden energi fra alle kilder (som elektrisitet, gass, olje eller fornybare energikilder) som er nødvendig for å drive bygningen, inkludert energien som brukes til å produsere og levere denne energien.

Mer spesifikt:

- «**Primærenergi**» betyr energi i sin opprinnelige, rå form – før den omdannes til elektrisitet eller varme. For eksempel kull, naturgass, råolje eller sollys.
- Dette inkluderer energi **som brukes på stedet** (som gass til oppvarming) og **omdannet energi** (som elektrisitet), men det tar også hensyn til **tap som oppstår under produksjon, overføring og distribusjon**.

Totalt primærenergiforbruk forteller deg altså hvor mye rå energi som til slutt er nødvendig for å drive bygningen, og gir et fullstendig bilde av dens miljøpåvirkning.

Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse.

Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse refererer til den **totale mengden ikke-fornybar primærenergi** som brukes til å drive en bygning, inkludert:

- **Fossile brensler:** kull, naturgass og olje
- **Kjerneenergi**
- **Alle andre ikke-fornybare energikilder**

Denne målingen inkluderer:

- Energi **som brukes direkte på stedet**, som naturgass til oppvarming
- Energi **som brukes indirekte**, for eksempel elektrisitet produsert fra kull eller gass (inkludert tap fra produksjon og overføring)

Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk).

Energiforbruk på forbruksstedet, også kjent som **sluttforbruk**, refererer til **mengden energi som faktisk brukes av bygningen** til ulike funksjoner, for eksempel:

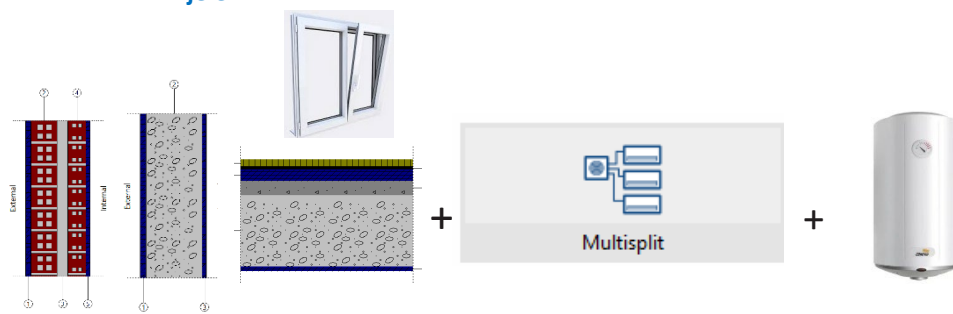
- **Oppvarming**
- **Kjøling**
- **Belysning**
- **Varmt vann**
- **Hvitevarer og utstyr**

Dette er **energien som leveres til bygningen og måles på måleren**, for eksempel strømregninger eller gassforbruk. Det **inkluderer ikke energitap** som oppstår under produksjon, konvertering eller overføring (som er inkludert i *primærenergi*).

Oppsummert

- **Sluttbruk** = Energi som brukes **inne i bygningen**, slik det oppleves av brukeren.
- **Primærenergi** = Sluttbruk av energi **pluss tap oppstrøms** (f.eks. kraftverkseffektivitet, tap ved overføring i nettet).

- **Tilfelle 1: Utgangssituasjon 1: Bygningskropp uten isolasjon + direkte ekspansjonssystem for oppvarming og klimaanlegg + varmtvann med elektrisk kjele.**



(Fasade fellesvegg + tak)

(Enkeltglassvinduer med aluminiumsramme. $U=5,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

Byggeskall uten isolasjon + HVAC-system med direkte ekspansjon+ Varmtvann med elektrisk kjele

Energiforbruk til bygningens tekniske tjenester

BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Tekniske tjenester	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
Oppvarming	650	55,9	8858,99	76,12	3356,51	28,84
Kjøling	473,72	4,07	1121,75	9,64	925,65	7,95
DHW	7469,42	64,18	17687,61	151,99	14595,27	125,42
	14452,27	124,19	27668,47	237,75	18877,44	162,21
Krav i den spanske standarden			< 80,00 NEI!		<55,00 NEI!	
kWh/m ² ·år			kWh/m ² ·år		kWh/m ² ·år	

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

EF: Endelig energiforbruk av tekniske tjenester på forbruksstedet.

EP_{tot} Totalt primærenergiforbruk.

:

EP_{nren} Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse.

:

Endelig energiforbruk i bygningen. Månedlige resultater.

		Jan (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Juli (kWh)	Aug (kWh)	Sep (kWh)	Okt (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	År	
		(kWh/år)												(kWh/m²·år)	
BYGNING (S _u = 116,38 m²)															
Energiforbruk	Oppvarming	1529	1108,3	909,5	486,1	253,7	--	--	--	--	48,1	640,7	1378,7	6354,6	54,6
	Kjøling	--	--	--	--	--	180,7	488,1	539,1	211,4	--	--	--	1419,3	12,2
	DHW	244,3	220,7	240,1	227,6	226,8	211,2	209,8	205,6	207,2	223,1	228,2	244,3	2689,0	23,1
	TOTAL	1773,8	1329,0	1149,5	713,7	480,5	392,0	697,9	744,8	418,5	271,3	869,0	1623,0	10462,9	89,9
Elektrisitet	Oppvarming	409,5	298,8	246,5	132,8	69,1	0,8	2,0	2,2	0,9	13,2	172,1	369,9	1717,8	14,8
	Kjøling	3	2,3	1,8	1,0	0,5	59,8	157,9	174,4	68,9	0,1	1,2	2,8	473,7	4,1
	DHW	678,6	613,0	666,9	632,3	629,9	586,8	582,9	571,2	575,5	619,9	634,0	678,6	7469,4	64,2
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Oppvarming	1155,6	835,4	684,4	365,0	189,9	--	--	--	--	36,0	483,1	1042,0	4791,4	41,2
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C _{ef, total}		2246,8	1749,4	1599,6	1131,0	889,4	647,3	742,7	747,8	645,3	669,1	1290,4	2093,3	14452,3	124,2

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

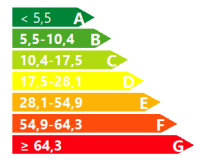
C_{ef, total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 1. Utgangssituasjon 1.

Klimasone (tilsvarende)	B	Bruk	Privat bolig
-----------------------------------	---	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 27,48 D	OPPVARMING	Varmtvann	
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmt vanns utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	4,89		21,25
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	KJØLING	BELYSNING	
	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	1,35		-

2.

Den samlede vurderingen av bygningen uttrykkes i form av karbondioksidutslipp til atmosfæren som følge av energiforbruket.

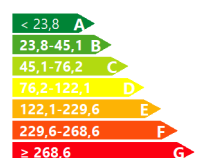
	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	27,4	3197,76
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I FORBRUK AV IKKE-FORNYBAR PRIMÆRENERGI

3.

Ikke-fornybar primærenergi refererer til energien som forbrukes av bygningen fra ikke-fornybare kilder som ikke har gjennomgått noen omdannelses- eller transformasjonsprosess.

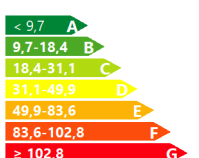
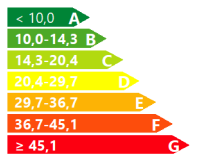
4.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 162,21 E	OPPVARMING	Varmtvann	
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Varmt vann Primærenergi [kWh/m ² ·år]
	28,84		125,42
Globalt forbruk av ikke-fornybar primærenergi [kWh/m ² ·år] ⁽¹⁾	KJØLING	BELYSNING	
	Primærenergi til kjøling [kWh/m ² ·år]	A	Primærenergi til belysning [kWh/m ² ·år]
	7,95		-

DELVURDERING AV ENERGIBEHOV TIL OPPVARMING OG KJØLING

Energiforbruket til oppvarming og kjøling er energien som trengs for å opprettholde komforten inne i bygningen.

5.

VARME	KJØLEBEHOV
 54,60 E	 12,20 B
6. Oppvarmingsbehov [kWh/m ² ·år]	Kjølebehov [kWh/m ² ·år]

¹ Den globale indikatoren er summen av delindikatorerne pluss verdien av indikatoren for tilleggsforbruk, hvis det finnes (kun tertiære bygninger, ventilasjon, pumping osv.). Egenforbruk av elektrisitet trekkes kun fra den globale indikatoren, ikke fra delverdiene.

- **Tilfelle 2: Utgangssituasjon 2: Bygningskropp uten isolasjon + gasskjele og radiatorer for oppvarming og varmt vann + kjølesystem med multisplit-direkteeksansjon**



Byggeskall uten isolasjon + oppvarming og varmtvann med gasskjele og radiatorer + klimaanlegg med multisplit-system med direkte ekspansjon.

Energiforbruk for bygningens tekniske tjenester

BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Tekniske tjenester	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
Oppvarming	7986,61	68,6	9631,15	82,76	9524,55	81,84
Kjøling	529,43	4,55	1253,60	10,77	1034,46	8,89
DHW	2835,66	24,37	3388,63	29,12	3374,43	29,00
	11351,69	97,54	14273,38	122,65	13933,44	119,73
Krav i den spanske standarden kWh/m ² ·år			< 80,00 NEI!		kWh/m ² ·år <55,00 NEI!	

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

EF: Endelig energiforbruk av tekniske tjenester på forbruksstedet.

EP_{tot} Totalt primærenergiforbruk.

:

EP_{nren} Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse.

:

Endelig energiforbruk i bygningen. Månedlige resultater.

		Jan (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Juli (kWh)	Aug (kWh)	Sep (kWh)	Okt (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	År (kWh/år)	År (kWh/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	1529	1107,9	909,1	485,9	253,6	--	--	--	--	48,1	640,5	1378,3	6352,3	54,6
	Kjøling	--	--	--	--	--	180,7	488,1	539,1	211,4	--	--	--	1419,3	12,2
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	1737,6	1296,3	1113,5	678,9	444,6	357,4	662,2	709,0	384,0	235,5	834,1	1586,9	10040,1	86,3
Elektrisitet	Oppvarming	14	11,6	10,4	6,7	3,9	1,3	3,4	3,8	1,5	1,2	8,6	13,4	80,0	0,7
	Kjøling	11,9	9,7	8,9	5,8	3,5	60,6	161,1	177,4	70,3	1,2	7,5	11,5	529,4	4,5
	DHW	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Naturgass	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Oppvarming	1899,5	1372,9	1126,1	600	312,9	--	--	--	--	58,6	791,3	1711,3	7872,5	67,6
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	260,7	235,5	255,4	241,3	238,8	220,9	217,6	212,4	215,8	234,3	242,1	260,7	2835,6	24,4
Miljø	Oppvarming	7	6,4	4,8	3,1	1,4	--	--	--	--	0,1	4,1	6,9	34,1	0,3
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C _{ef,total}		2193,7	1636,1	1405,7	856,9	560,5	282,8	382,1	393,6	287,6	295,4	1053,5	2003,8	11351,7	97,5

hvor:

S_u : Boareal inkludert i den termiske konvolutten, m².

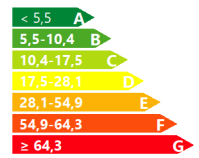
C_{ef,total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 2. Utgangssituasjon 2.

Klimasone (tilsvarende)	B3	Bruk	Privat bolig
--------------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 24,92 D	OPPVARMING	Varmtvann	
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	17,28		6,14
	KJØLING	BELYSNING	
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	1,5		-

2.

Den samlede vurderingen av bygningen uttrykkes i form av karbondioksidutslipp til atmosfæren som følge av energiforbruket.

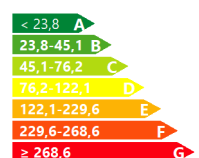
	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	1,73	201,71
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	23	2698

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I FORBRUK AV IKKE-FORNYBAR PRIMÆRENERGI

3.

Ikke-fornybar primærenergi refererer til energien som forbrukes av bygningen fra ikke-fornybare kilder som ikke har gjennomgått noen konverterings- eller transformasjonsprosess.

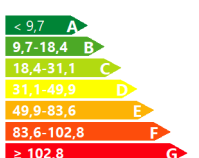
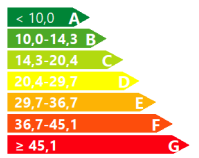
4.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 119,73 D	OPPVARMING	Varmtvann	
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Varmtvann Primærenergi [kWh/m ² ·år]
	81,84		29
	KJØLING	BELYSNING	
Globalt forbruk av ikke-fornybar primærenergi [kWh/m ² ·år] ⁽¹⁾	Primærenergi til kjøling [kWh/m ² ·år]	A	Primærenergi til belysning [kWh/m ² ·år]
	8,89		-

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV TIL OPPVARMING OG KJØLING

Energietterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens innendørs komfort.

5.

OPPVARMINGSBEVIS	KJØLEBEHOV
 54,58 E	 12,20 B
Oppvarmingsbehov [kWh/m ² ·år]	Kjølebehov [kWh/m ² ·år]

6.

¹ Den globale indikatoren er summen av delindikatorerne pluss verdien av indikatoren for tilleggsforbruk, hvis det finnes (kun tertiære bygninger, ventilasjon, pumping osv.). Egenforbruk av elektrisitet trekkes kun fra den globale indikatoren, ikke fra delverdiene.