

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

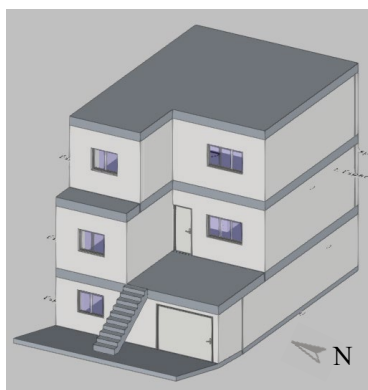
Denne eneboligen ligger i kommunen Ceutí, provinsen Murcia (Spania)

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

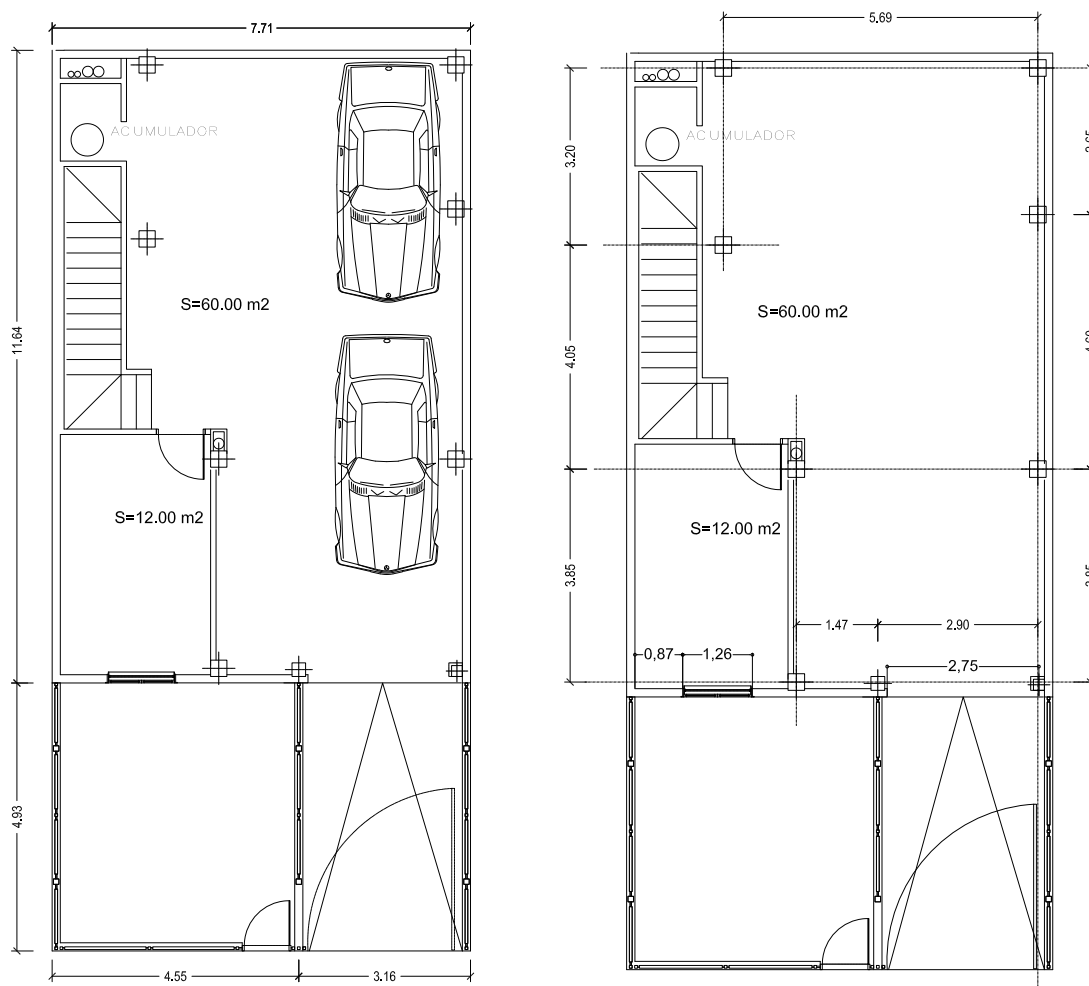
Figur 2: Husets beliggenhet

Hovedfasaden på huset vender mot vest.

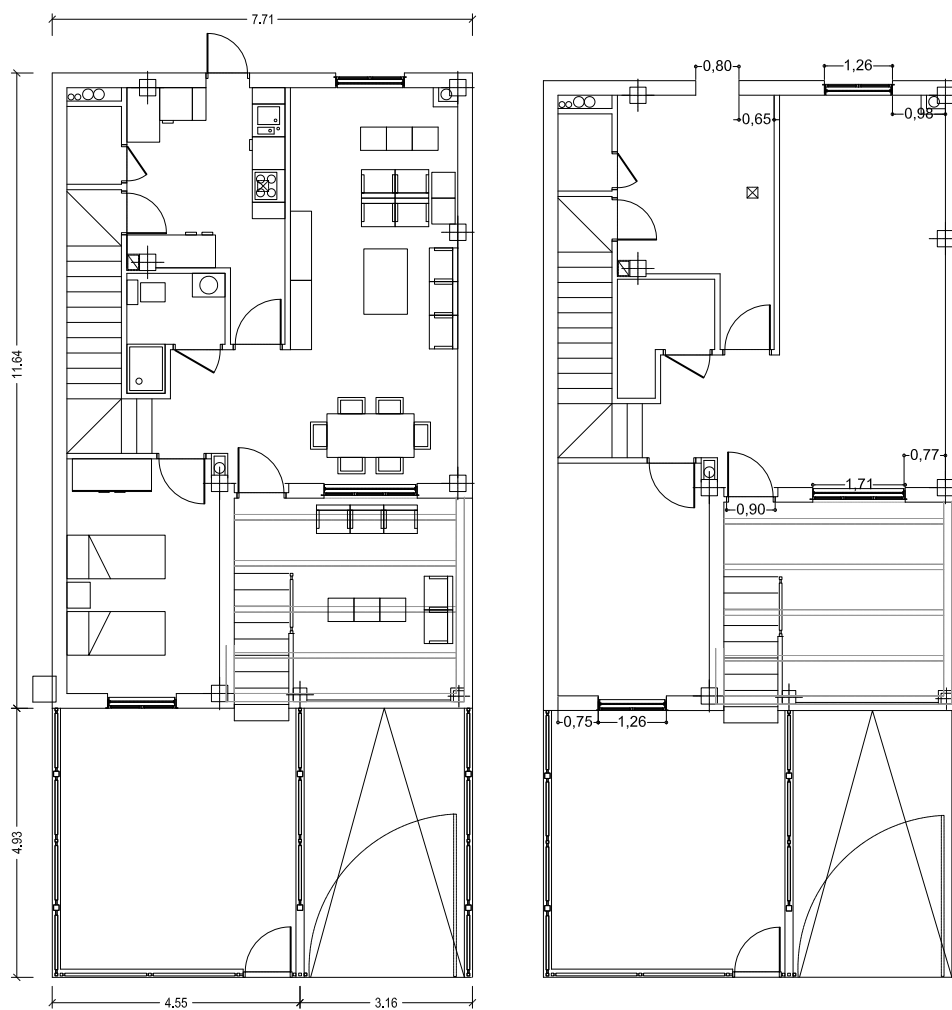


Figur 3: Husets orientering

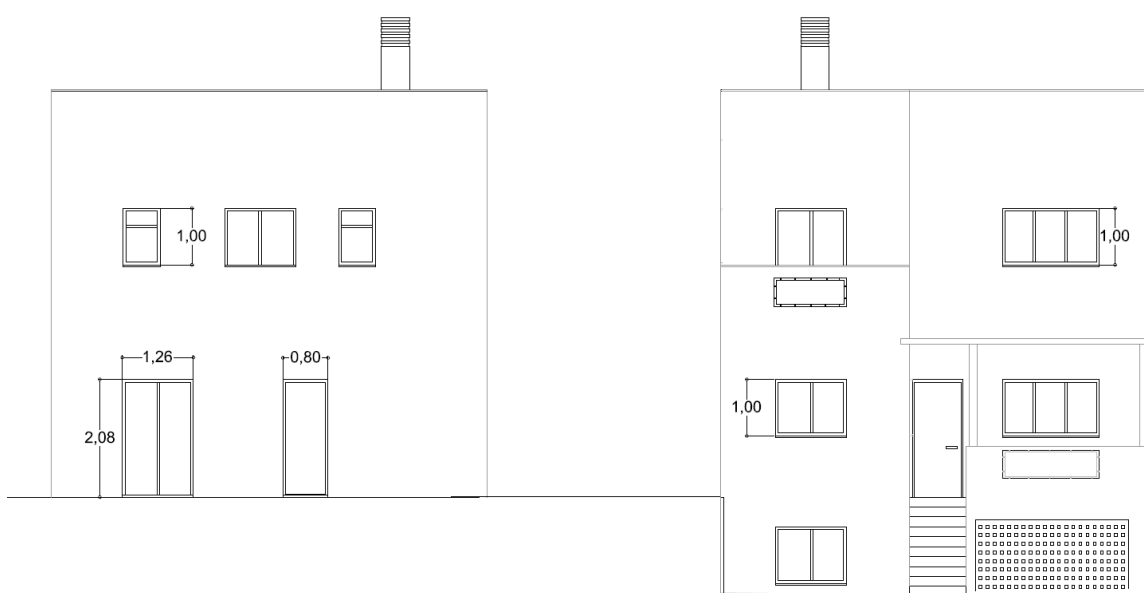
2.2. Husplaner



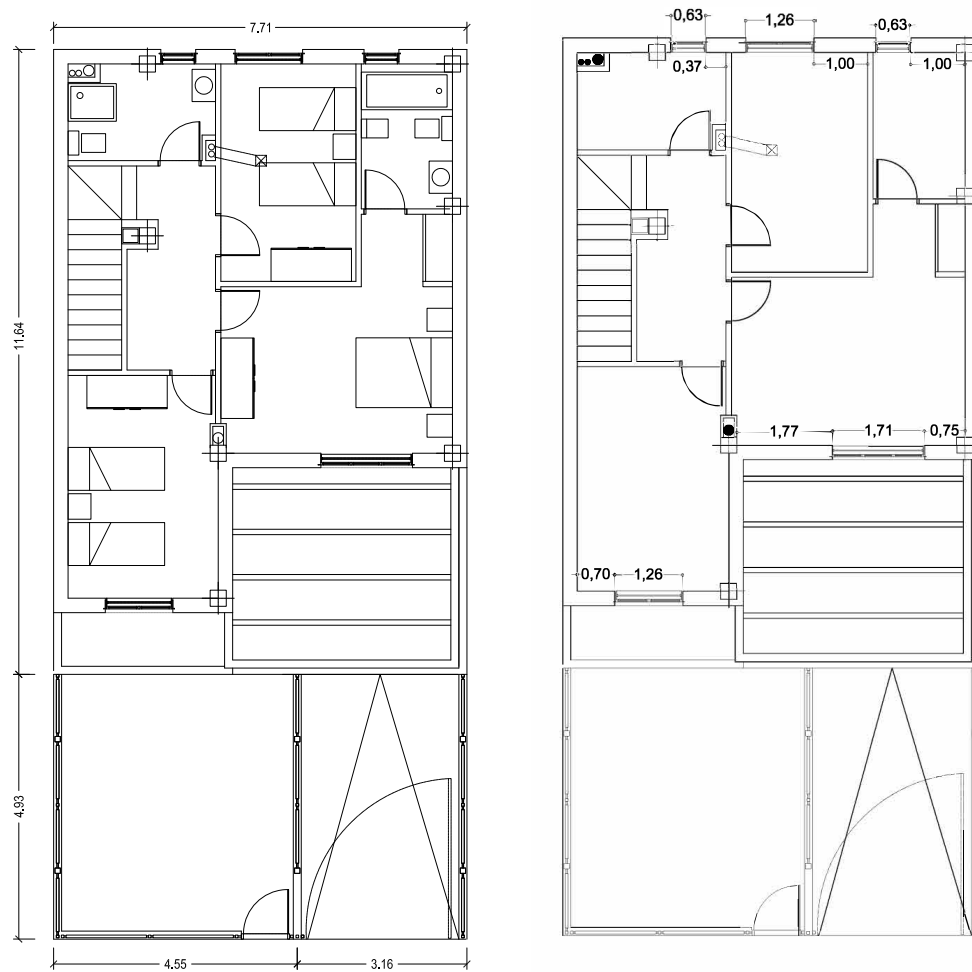
Figur 4: Kjelderplan



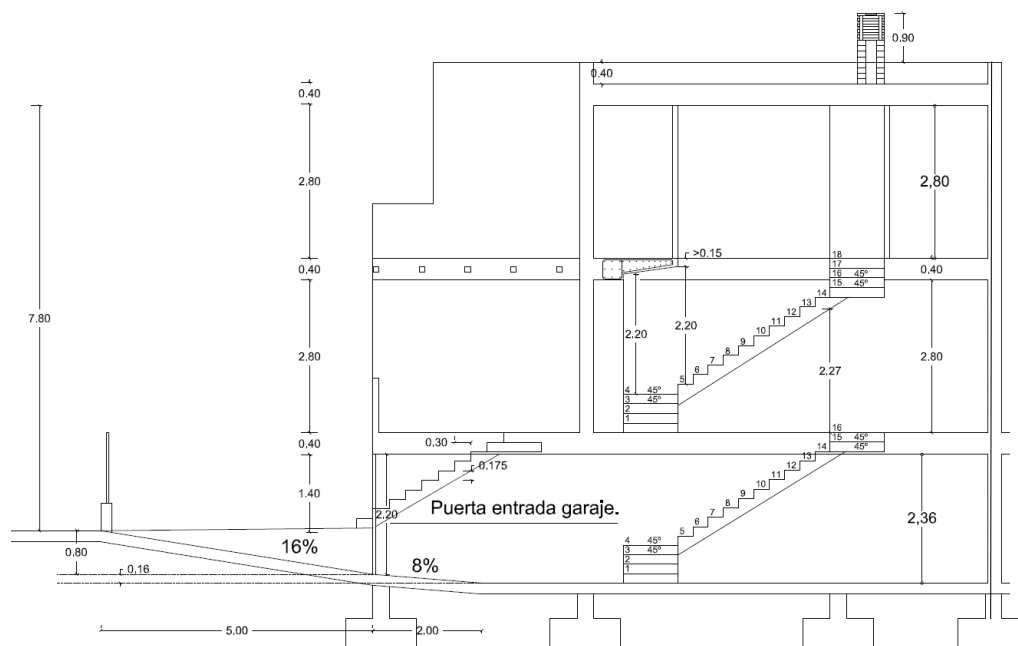
Figur 5: Planløsning for første etasje



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.

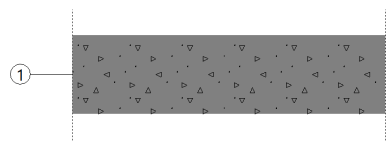
Den primære funksjonen til termisk innkapsling er å regulere strømmen av varme, luft og fuktighet, og dermed minimere varmetap i kalde årstider og varmetilførsel i varme årstider. Det reduserer også luftinnstrømning og luftutstrømning, noe som bidrar betydelig til beboernes termiske komfort og bygningens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

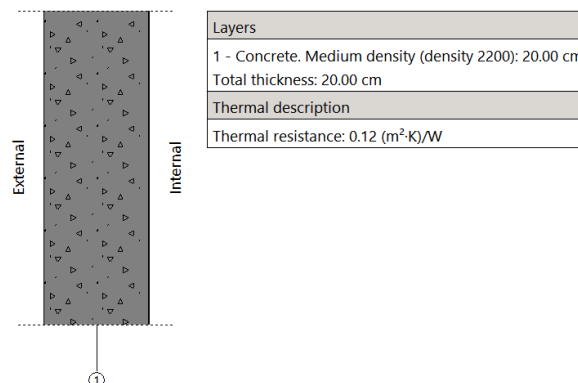
Egenskapene til elementene som inngår i den termiske klimaskjermen til den studerte bygningen, er beskrevet nedenfor.

Gulv i kontakt med bakken (avrettingsmasse)



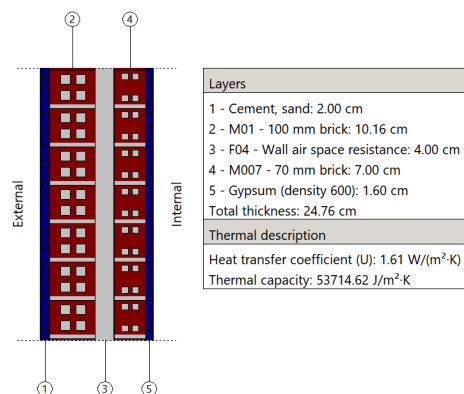
Layers
1 - Concrete. Medium density (density 1800): 15.00 cm
Total thickness: 15.00 cm
Thermal description
Thermal resistance: 0.13 (m ² ·K)/W

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



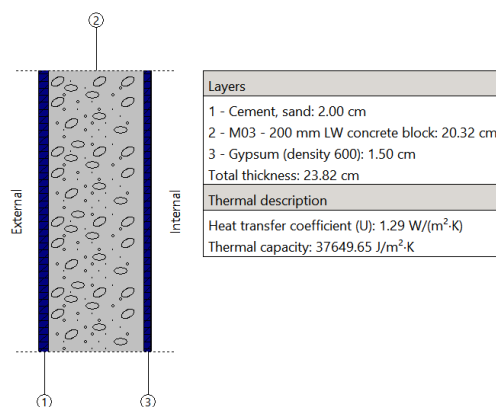
Fasadeåpninger

Vinduer med aluminiumsramme og monolitisk glass

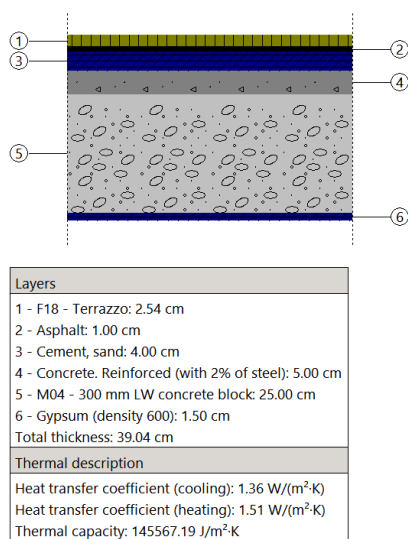
Heat transfer coefficient (U) W/(m²·K)

Solar heat gain coefficient

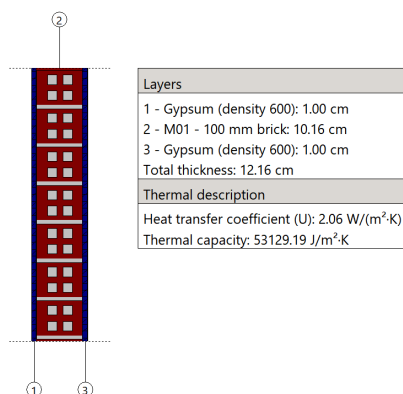
Skillevegger



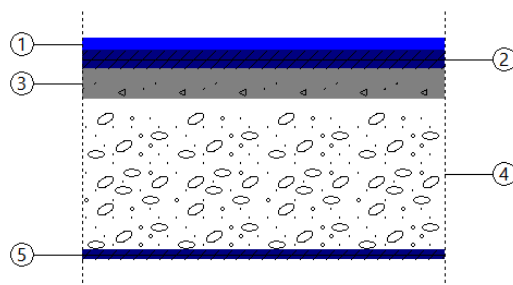
Tak



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/(m²·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.16 W/(m²·K)
Floor slab
Heat transfer coefficient (cooling): 1.16 W/(m²·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.00 W/(m²·K)
Floor slab exposed to open air
Heat transfer coefficient (cooling): 1.25 W/(m²·K)
Heat transfer coefficient (heating): 1.15 W/(m²·K)
Thermal capacity: 141371.08 J/m²·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

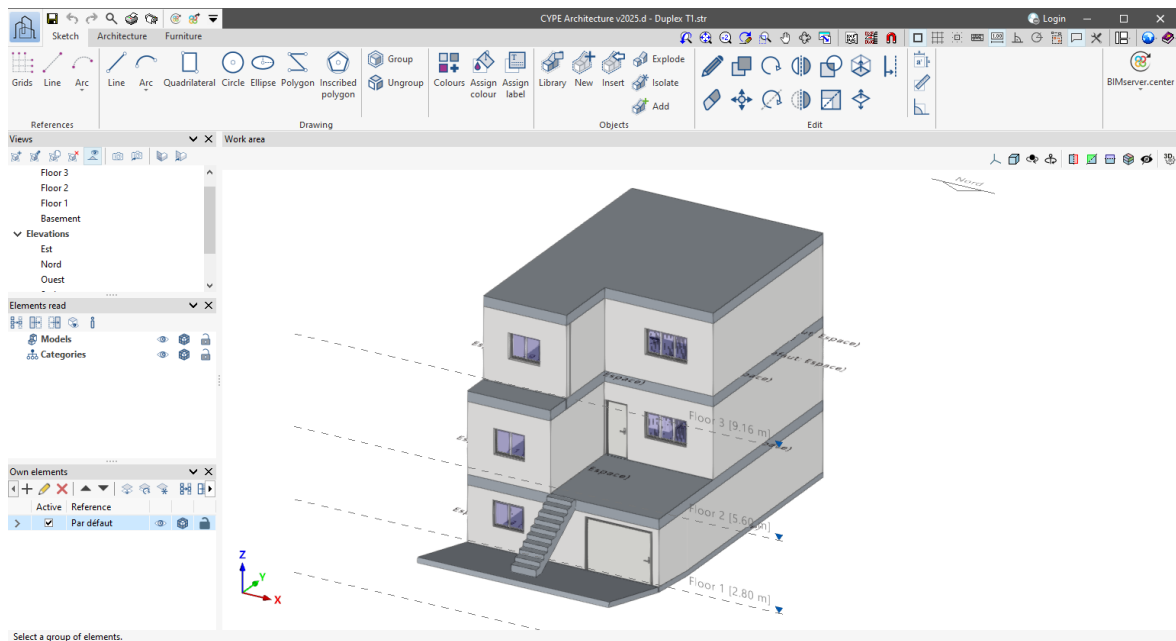
En **byggningsinformasjonsmodell** (BIM) for energianalyse er en digital representasjon av en bygning som integrerer både geometriske og semantiske data, noe som muliggjør detaljerte simuleringer av bygningens energiprestasjoner. I motsetning til en standard 3D-modell inneholder en BIM informasjon om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

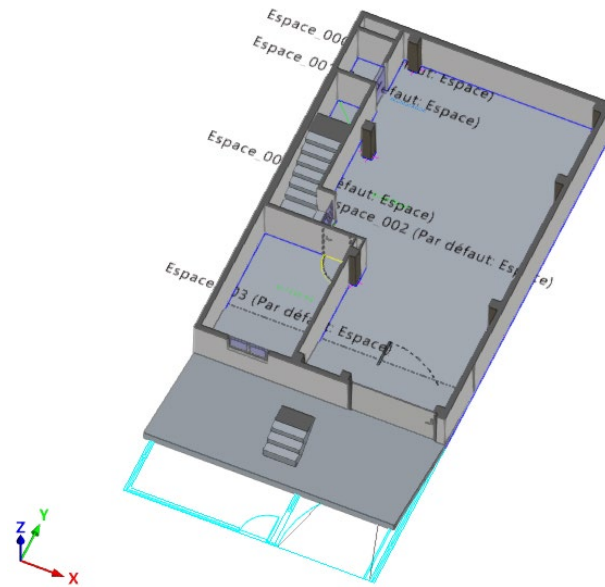
De viktigste fordelene er:

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

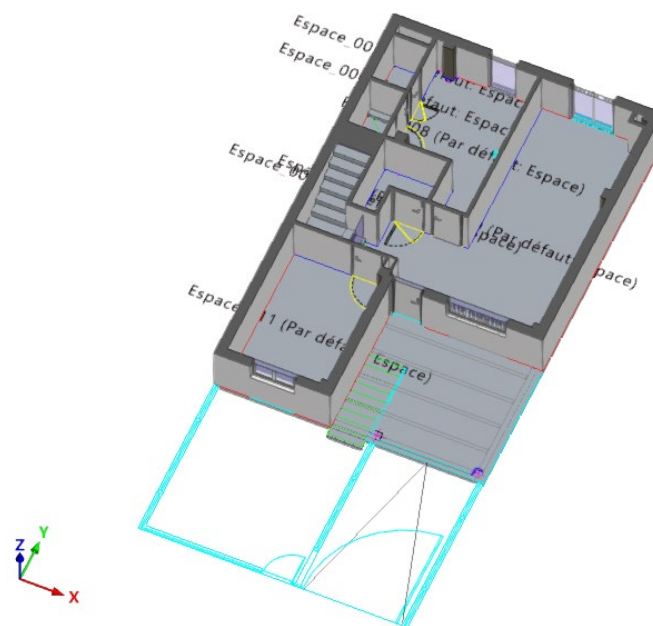
Figurene nedenfor viser flere visninger av bygningens geometriske BIM-modell.



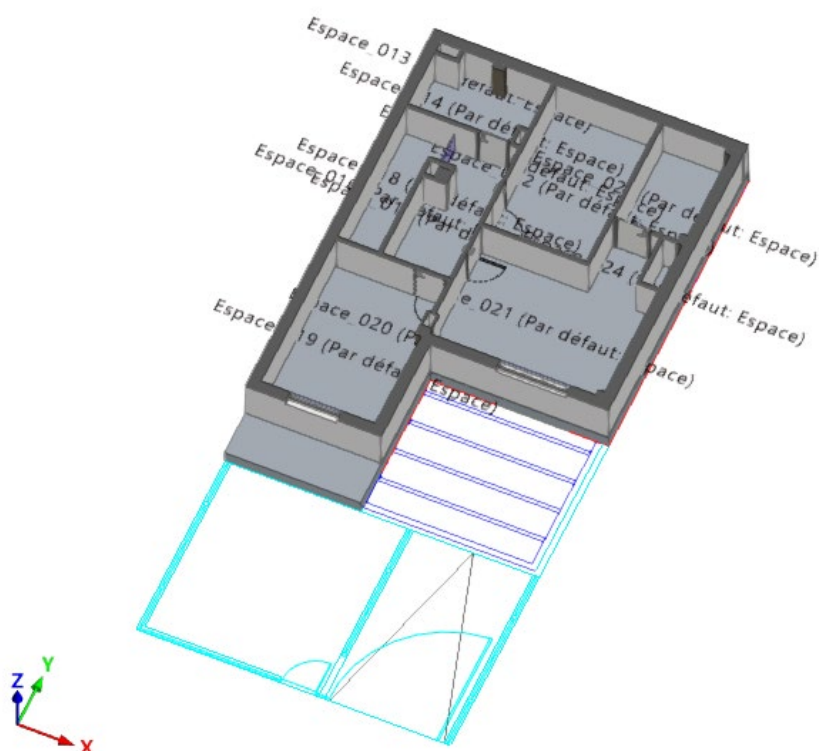
Figur 11 BIM-modell



Figur 12 Kjelleretasje i BIM-modell



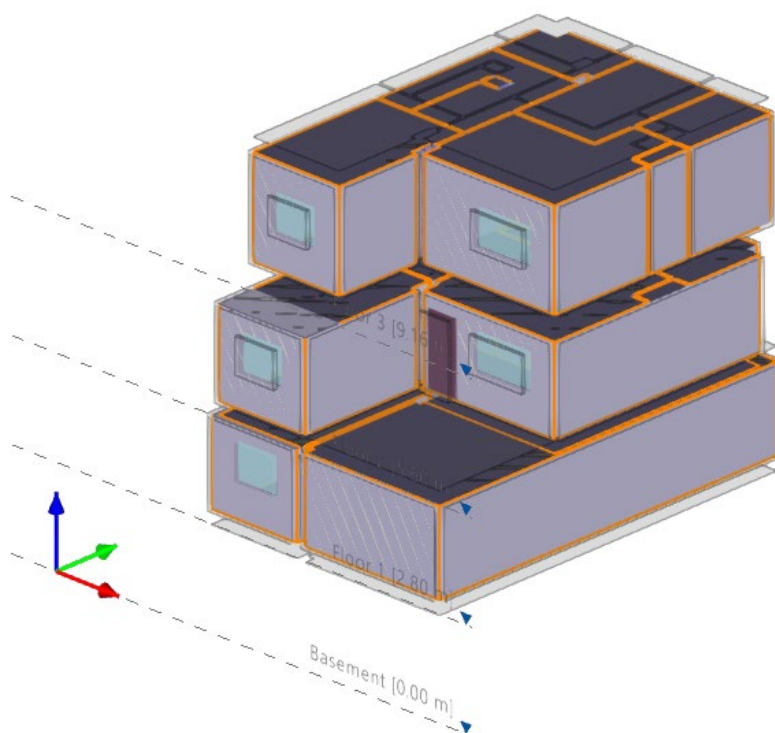
Figur 13 Første etasje i BIM-modell



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.

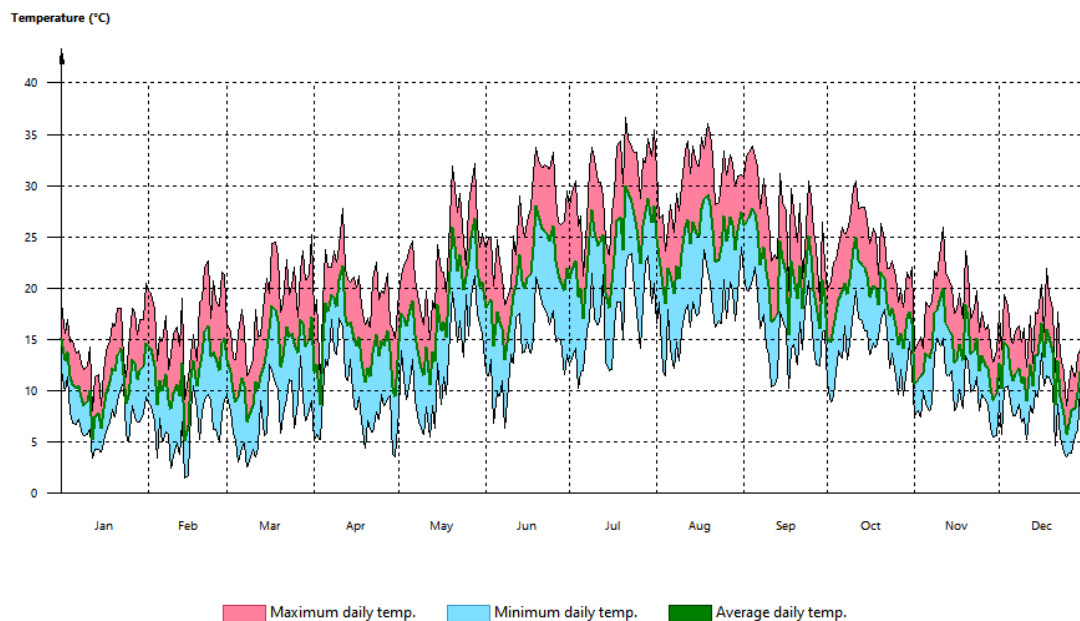
Ventilasjonen i den eksisterende bygningen består av naturlig ventilasjon.

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.

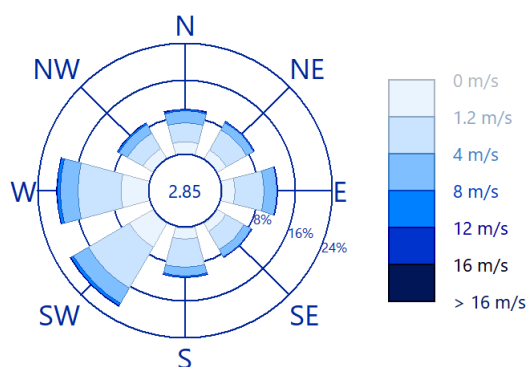
3.3. Klimasoner

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:



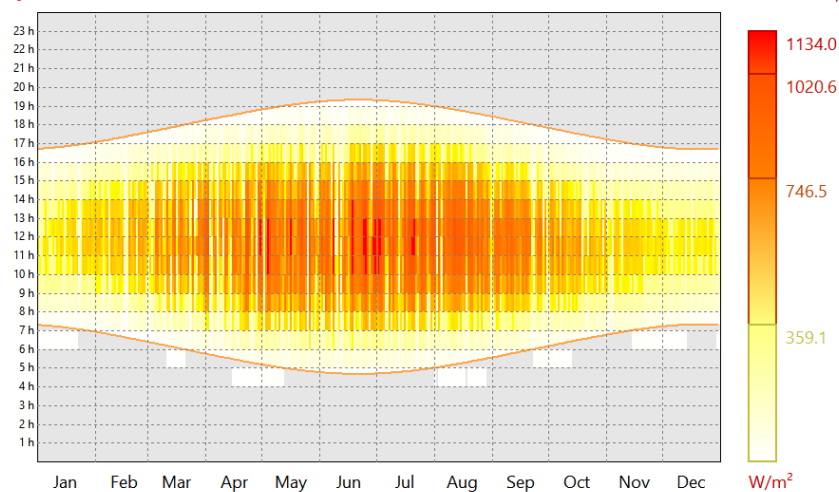
Vindfordeling:



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

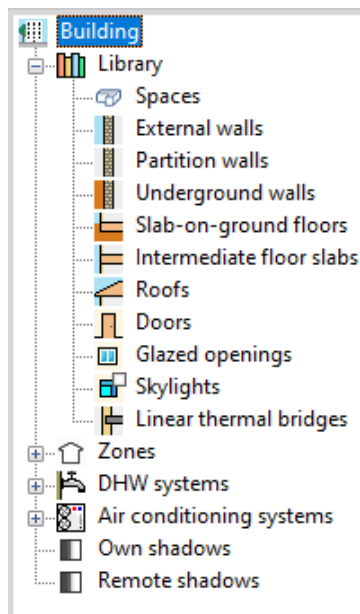
		Tidsplan (typisk uke)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Høy innstilt temperatur (°C)	Januar til mai	--	--	--	--
	Juni til september	25	--	25	27
	Oktober til desember	--	--	--	--
Lav settpunktstemperatur (°C)	Januar til mai	17	20	20	17
	Juni til september	--	--	--	--
	Oktober til desember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



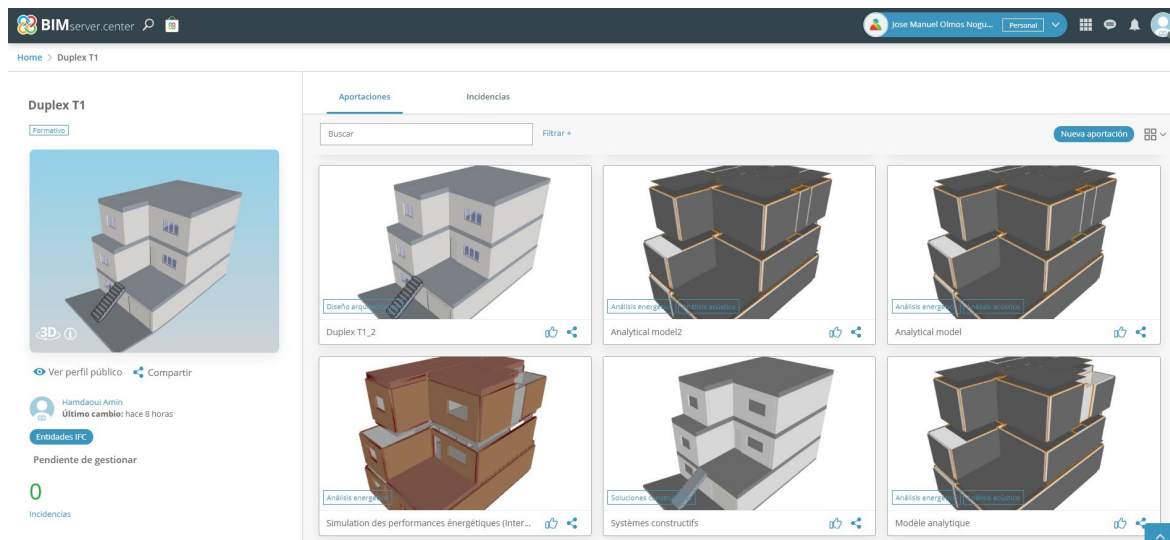
Figur 16: Noen komponenter i bygningsenergimodellen

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:

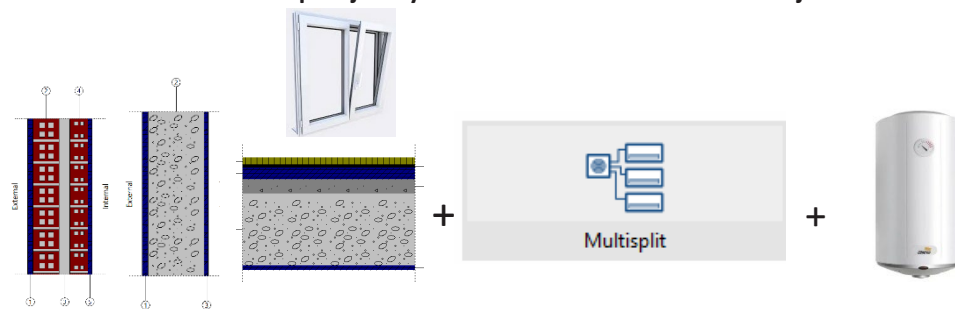
<https://bimserver.center/es/project/604611?tab=0>



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



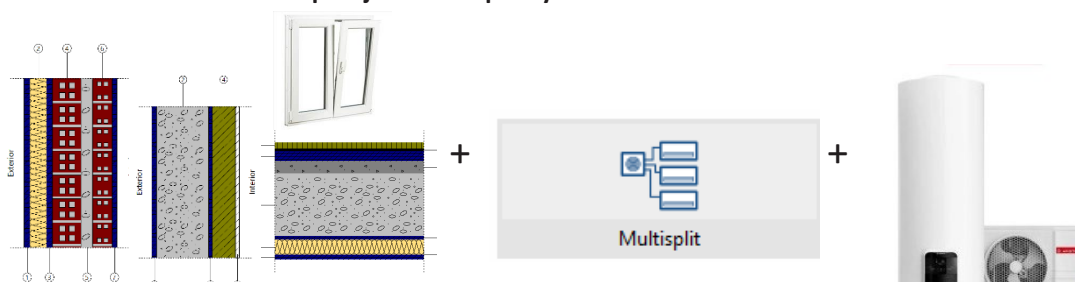
(Fasade skillevegg + tak)

(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:

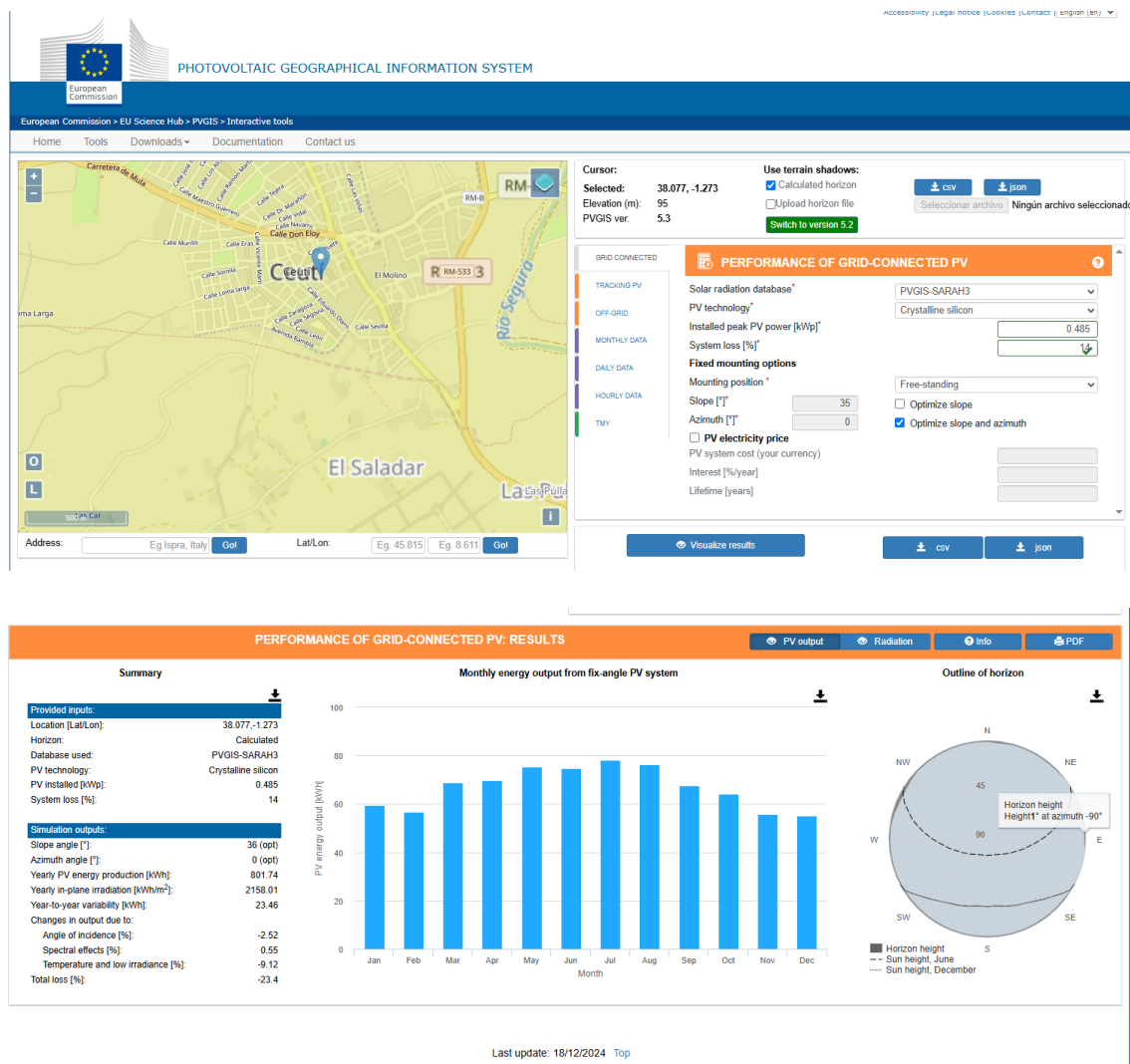
Modulens effekt er 485 W, virkningsgrad – 22,4 %.

Størrelse på panelet (modul): 3 m².

Retning (azimutvinkel): 0°

Hellingvinkel: 35°

Antall paneler brukt: 4

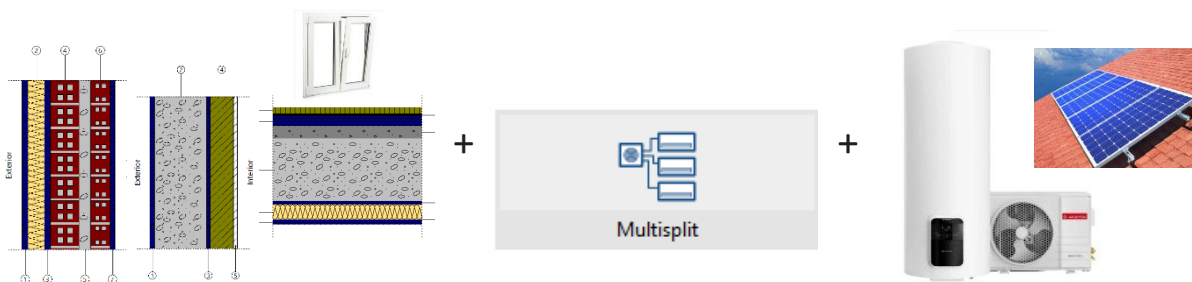


Energi produksjon fra solcelleanlegget per måned i Ceutí (Spania):

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

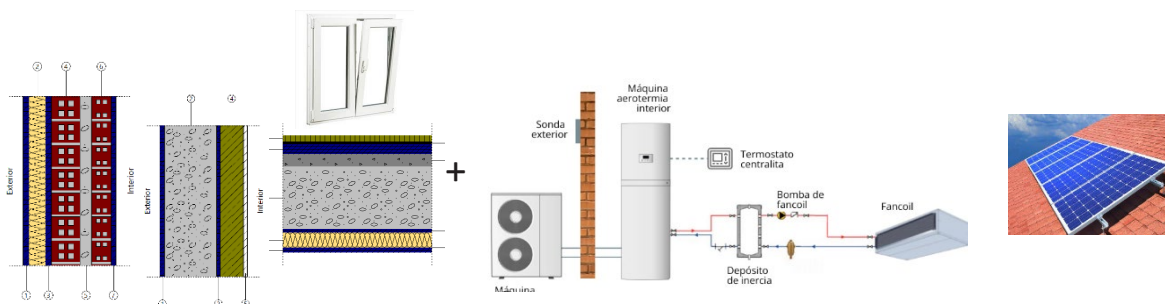
	Energiproduksjon per panel kWh	Antall paneler	Energi produksjon kWh
mars	68,7	4	274,8
April	69,7	4	278,8
mai	75,4	4	301,6
Juni	74,9	4	299,6
Juli	78,1	4	312,4
August	76,3	4	305,2
september	67,5	4	270
Oktober	64	4	256
November	55,8	4	223,2
Desember	55	4	220
Totalt	801,8		3207,2

- 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

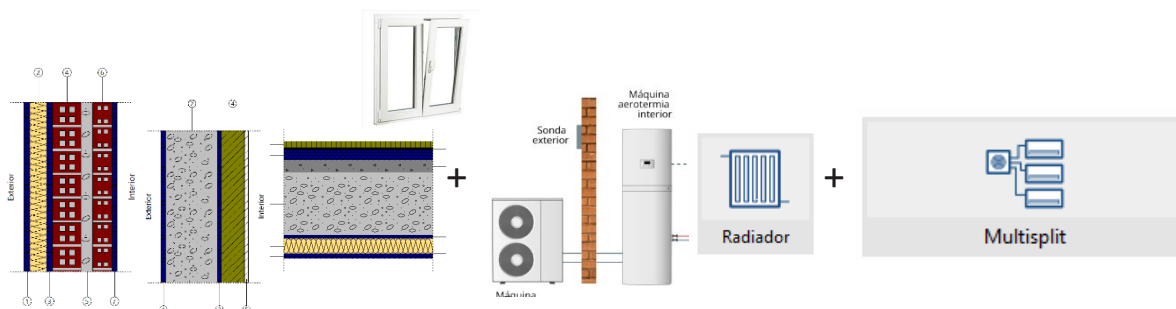
☒ **Cooling**
Design setpoint temperature: 7.0 °C Design delta temperature: 5.0 °C

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.

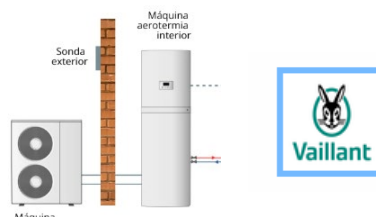
(PVC-vinduer med doble vinduer og argongass. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Kjennetegn ved det aerotermiske systemet for oppvarming og varmtvann:

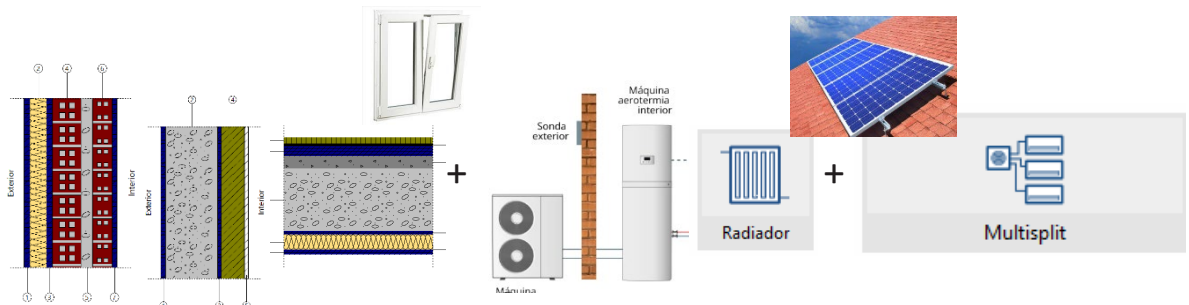
Outdoor unit
Compact: 8 kW (VWL 85/6 A 230V S3)

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:

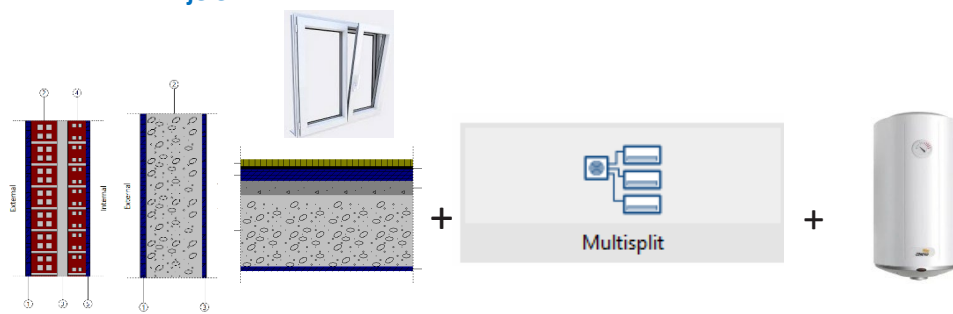
- **Oppvarming**
- **Kjøling**
- **Belysning**
- **Varmt vann**
- **Hvitevarer og utstyr**

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	

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.

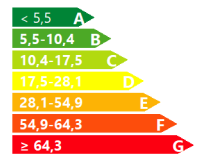
$C_{ef, total}$: Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

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.

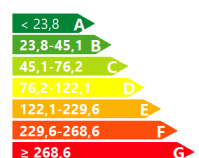
	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	27,4	3197,76
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

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.

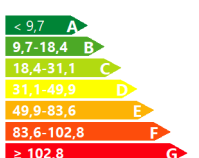
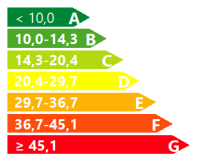
4.

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 delindikatorene 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	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	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
	Oppvarming	7	6,4	4,8	3,1	1,4	--	--	--	--	0,1	4,1	6,9	34,1	0,3
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
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.

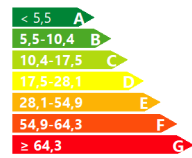
C_{ef,total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

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
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	KJØLING	BELYSNING	
	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.

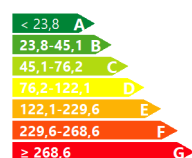
	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	1,73	201,71
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	23	2698

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.

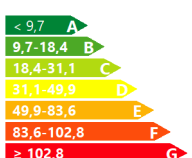
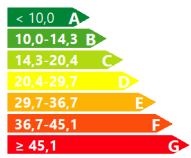
4.

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
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]
	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
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.

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

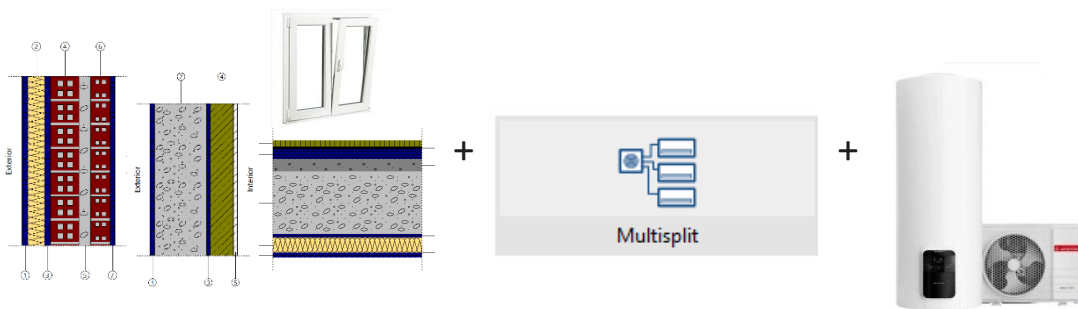
Dette Erasmus+-prosjektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen. Denne publikasjonen gjenspeiler kun forfatterens synspunkter, og Europakommisjonen og Erasmus+ nasjonale byråer kan ikke holdes ansvarlig for bruk av informasjonen i publikasjonen.

Spansk casestudie

Del II: Analyse av forbedringstiltak

3.9. Resultat av casestudie II. Energiforbruk og energiklassifisering av alternativene for å forbedre bygningen.

- Tilfelle 3: **Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskjerm 6 cm isolasjon + PVC-vinduer med argongass + H&Amp;AC direkte ekspansjonssystem med flere deler + varmepumpe for varmtvann.**



(Fasade skillevegg tak)

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

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	1092,34	9,39	1513,58	13,01	601,66	5,17
Kjøling	380,28	3,27	900,52	7,74	743,06	6,38
DHW	2268,50	19,49	3137,72	26,96	1241,61	10,67
	3741,11	32,15	5551,83	47,71	2586,34	22,22

Krav i den spanske standarden
kWh/m²·år
hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk innkapsling, 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/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	33	226	173	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,0	9,2
	Kjøling	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,7	9,9
	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	547,5	414,5	377,4	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,4	478,6	4481,1	38,5
Elektrisitet	Oppvarming	96,1	64,3	49,4	6,2	3,5	0,6	1,6	1,9	0,9	--	6,8	76,7	307,9	2,6
	Kjøling	0	0,5	0,4	0,0	0,0	45,0	119,5	145,8	67,9	--	0	0,6	380,3	3,3
	DHW	58,4	52,8	57,2	54,1	53,5	49,5	48,8	47,6	48,4	52,5	54,3	58,4	635,4	5,5
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		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/m ² ·år)	
Miljø	Oppvarming	249,9	166,6	127,2	15,3	8,9	--	--	--	--	--	17,5	199,0	784,4	6,7
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	150,2	135,6	147,1	139,0	137,5	127,2	125,3	122,3	124,3	134,9	139,4	150,2	1633,1	14,0
	C_{ef,total}	555,3	419,8	381,4	214,6	203,5	222,3	295,1	317,6	241,4	187,4	218,0	484,8	3741,1	32,1

hvor:

 S_u : Boareal inkludert i termisk innkapsling, m².

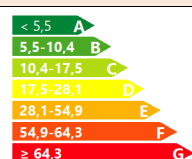
 $C_{ef,total}$: Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 3. Forbedring 1 av tilfelle 1.

Klimasone (tilsl.)	B	Bruk	Privat bolig
--------------------	---	------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 3,77 A	OPPVARMING		Varmtvann
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	0,88		1,81
	KJØLING		BELYSNING
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	1,08		-

2.

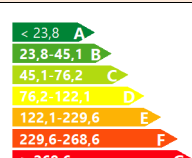
Den samlede vurderingen av bygningen uttrykkes i form av karbondioksidutslipp til atmosfæren som følge av energiforbruket.

	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	3,7	438,13
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I FORBRUK AV IKKE-FORNYBAR PRIMÆRENERGI

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

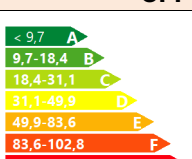
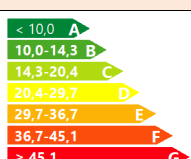
3.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 22,22 A	OPPVARMING		Varmtvann
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Varmtvann Primærenergi [kWh/m ² ·år]
	5,17		10,67
	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]
	6,39		-

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV TIL OPPVARMING OG KJØLING

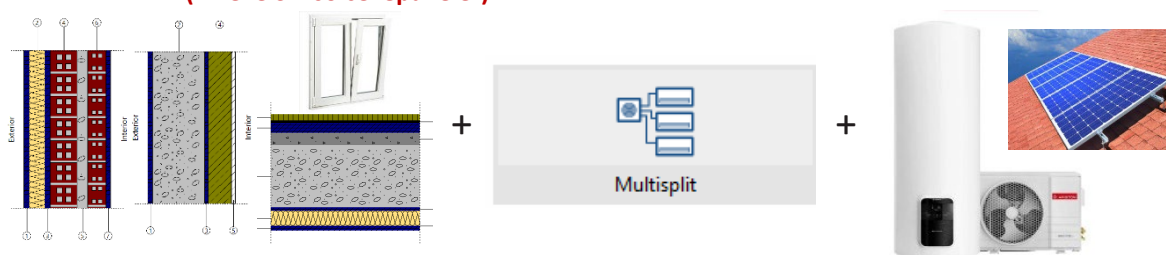
Energieterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens interne komfortforhold.

4.

OPPVARMINGSBEHOV	KJØLEBEHOV
 9,15 A	 9,86 A
< 9,7 A	< 10,0 A
9,7-18,4 B	10,0-14,3 B
18,4-31,1 C	14,3-20,4 C
31,1-49,9 D	20,4-29,7 D
49,9-83,6 E	29,7-36,7 E
83,6-102,8 F	36,7-45,1 F
≥ 102,8 G	≥ 45,1 G
5. Oppvarmingsbehov [kWh/m ² ·år]	Kjølebehov [kWh/m ² ·år]

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

- **Tilfelle 4: Forbedring 2 av utgangssituasjon tilfelle 1.** Forbedret klimaskjerm 6 cm solinnstråling + PVC-vinduer med dobbeltglass og argongass+ H & AC direkte ekspansjon multisplit-system + varmtvannsbereder + **solcellepaneler.**
(Tilfelle 3 + solcellepaneler)



(Fasade skillevegg tak)

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

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	1092,34	9,39	1092,30	9,39	--	--
Kjøling	380,28	3,27	380,32	3,27	--	--
DHW	2268,50	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3741,11	32,15	3741,13	32,15	--	--

Krav i den spanske standarden
 kWh/m²·år
 hvor:

< 80,00 **OK!**

kWh/m²·

<55,00 **OK!**

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

EF: Endelig energiforbruk ved tekniske tjenester på forbruksstedet.

EP_{tot} Totalt primærenergiforbruk.

:

EP_{nren} Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse.

:

Endelig energiforbruk i bygningen. Månedlige resultater.

		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	År	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	33	226	173	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,0	9,2
	Kjøling	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,7	9,9
	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	547,5	414,5	377,4	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,4	478,6	4481,1	38,5
Elektrisitet	Oppvarming	96,1	64,3	49,4	6,2	3,5	0,6	1,6	1,9	0,9	--	6,8	76,7	307,9	2,6
	Kjøling	0	0,5	0,4	0	0	45,0	119,5	145,8	67,9	--	0	0,6	380,3	3,3
	DHW	58,4	52,8	57,2	54,1	53,5	49,5	48,8	47,6	48,4	52,5	54,3	58,4	635,4	5,5
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Oppvarming	249,9	166,6	127,2	15,3	8,9	--	--	--	--	--	17,5	199,0	784,4	6,7
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	150,2	135,6	147,1	139,0	137,5	127,2	125,3	122,3	124,3	134,9	139,4	150,2	1633,1	14,0
Cef,total		555,3	419,8	381,4	214,6	203,5	222,3	295,1	317,6	241,4	187,4	218,0	484,8	3741,1	32,1

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk innkapsling, m².

Cef,total : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 4. Forbedring 2 av tilfelle 1.

Klimasone (eq.)	B3	Bruk	Privat bolig
------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR		DELINDIKATORER		
< 5,5 5,5-10,4 10,4-17,5 17,5-28,1 28,1-54,9 54,9-64,3 ≥ 64,3 A B C D E F G 0,00 A	Oppvarming		Varmtvann	
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	C
	0		0	
	Kjøling		Belysning	
	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	D
	0		-	
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾				
2				

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	0	0
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.

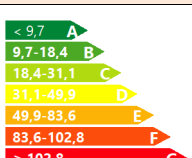
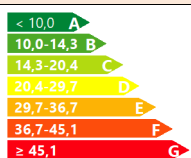
4.

GLOBAL INDIKATOR		DELINDIKATORER		
< 23,8 23,8-45,1 45,1-76,2 76,2-122,1 122,1-229,6 229,6-268,6 ≥ 268,6 A B C D E F G 0,00 A	OPPVARMING		Varmtvann	
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	DHW Primærenergi [kWh/m ² ·år]	
	0		0	
	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]	
	0		-	

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV FOR OPPVARMING OG KJØLING

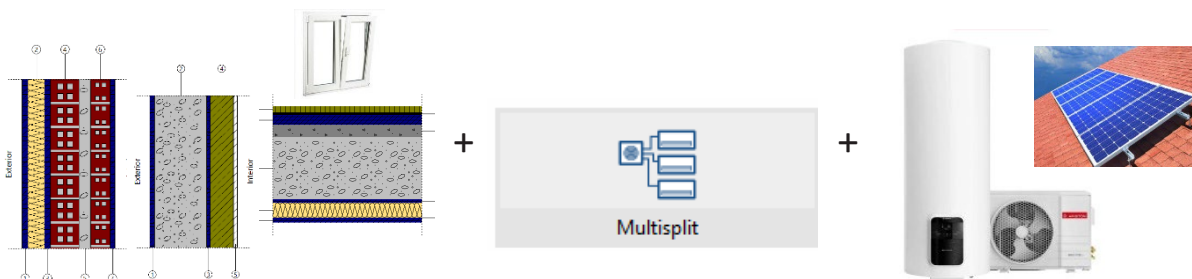
Energietterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens interne komfortforhold.

5.

OPPVARMINGSBehov	KJØLEBEHOV
	
6. Oppvarmingsbehov [kWh/m ² ·år]	Kjølebehov [kWh/m ² ·år]

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

- Tilfelle 5: **Forbedring 3 av utgangssituasjon tilfelle 1. Forbedret klimaskjerm 10 cm isolasjon+ -PVC-vinduer med argongass+ H & AC direkte ekspansjonsmultisplit-system + varmtvannsbereeder + 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) .

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	748,17	6,4	748,18	6,43	--	--
Kjøling	365,77	3,14	365,77	3,14	--	--
DHW	2268,50	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3382,44	29,06	3382,46	29,07	--	--
Krav i den spanske standarden kWh/m ² ·år				< 80,00 OK!		
hvor:				kWh/m ² ·		
				< 55,00 OK!		

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	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	År	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	245	162	123	6	3,5	--	--	--	--	--	4,8	181,4	727,7	6,3
	Kjøling	--	--	--	--	--	130,5	343,7	427,4	202,6	--	--	--	1104,3	9,5
	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	454,0	350,7	328,2	199,5	194,5	307,2	517,9	597,3	375,2	187,4	198,5	390,0	4100,5	35,2
Elektrisitet	Oppvarming	70,1	46,4	35,7	1,9	1,0	0,6	1,5	1,8	0,9	--	1,4	51,9	213,4	1,8
	Kjøling	0	0,3	0,3	0	0	42,7	114,2	140,2	67,1	--	0,0	0,4	365,8	3,1
	DHW	78,4	70,8	76,8	72,6	71,8	66,4	65,5	63,9	64,9	70,5	72,8	78,4	852,8	7,3
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Oppvarming	180,6	119,4	90,8	4,6	2,6	--	--	--	--	--	3,5	133,4	534,8	4,6
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	130,2	117,6	127,5	120,5	119,2	110,3	108,7	106,0	107,7	117,0	120,9	130,2	1415,7	12,2
	C _{ef,total}	459,8	354,6	331,0	199,6	194,6	219,9	289,9	311,9	240,7	187,4	198,6	394,3	3382,4	29,1

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

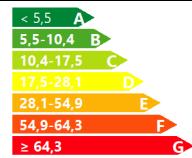
C_{ef,total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 5. Forbedring 3 av tilfelle 1.

Klimasone (eq.)	B3	Bruk	Privat bolig
------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 Globale utslipp [$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$] ⁽¹⁾	OPPVARMING		Varmtvann
	Oppvarmingsutslipp [$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$]	A	Varmtvannsutslipp [$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$]
	0		0
	KJØLING		BELYSNING
	Kjøleutslipp [$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$]	A	Belysningsutslipp [$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$]
	0		-

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

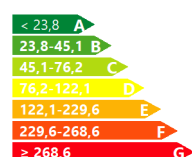
	$\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{år}$	$\text{kgCO}_2 \cdot \text{år}$
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	0	0
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

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.

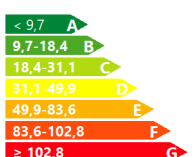
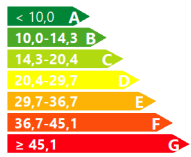
4.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 Globalt forbruk av ikke-fornybar primærenergi [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$] ⁽¹⁾	OPPVARMING		Varmtvann
	Primærenergi til oppvarming [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]	A	Varmtvann Primærenergi [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]
	0		0
	KJØLING		BELYSNING
	Primærenergi til kjøling [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]	A	Primærenergi til belysning [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]
	0		-

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV FOR OPPVARMING OG KJØLING

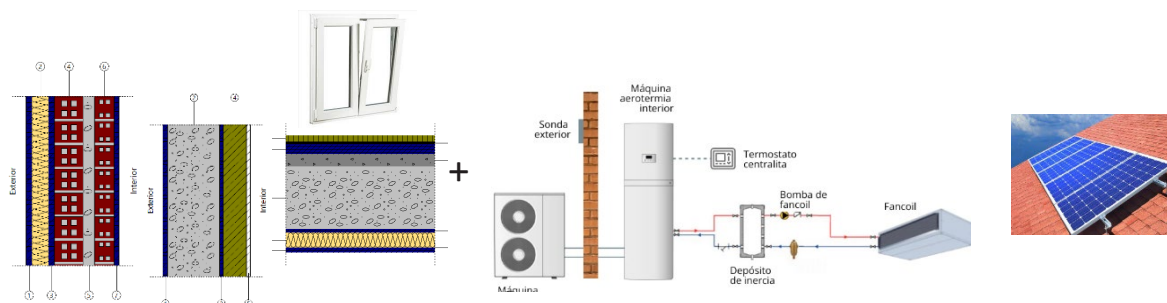
Energietterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens interne komfortforhold.

5.

OPPVARMINGSBEHOV	KJØLEBEHOV
 Oppvarmingsbehov [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]	 Kjølebehov [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{år}$]
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.

- Tilfelle 6: **Forbedring 4 av utgangssituasjon tilfelle 1.** Forbedret klimaskjerm 6 cm Solinnstrålings+ PVC Doble vinduer med argongass+ H & AC og varmtvann Aerotermisk med viftekonvektorer + Solcellepaneler



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

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	1065,16	9,15	1065,19	9,15	--	--
Kjøling	258,28	2,22	258,24	2,22	--	--
DHW	2268,52	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3591,95	30,87	3591,94	30,86	--	--
Krav i den spanske standarden kWh/m ² ·år				< 80,00 OK!	kWh/m ² ·	
hvor:					< 55,00 OK!	

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	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	År	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	33	226	173	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,1	9,2
	Kjøling	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,6	9,9
	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	547,5	414,5	377,5	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,5	478,6	4481,2	38,5
Elektrisitet	Oppvarming	86,2	57,0	43,8	5,4	2,9	0,4	1,1	1,3	0,6	--	6,0	68,1	272,8	2,3
	Kjøling	0,7	0,5	0,4	0,1	0	26,5	83,0	97,4	49,0	--	0,1	0,6	258,3	2,2
	DHW	47,3	42,7	46,3	43,8	43,3	40,1	39,5	38,5	39,1	42,5	43,9	47,3	514,4	4,4
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Oppvarming	251,7	168,4	128,7	15,6	9,2	--	--	--	--	--	17,7	201,1	792,3	6,8
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	161,3	145,7	158,0	149,3	147,7	136,6	134,6	131,4	133,5	144,9	149,8	161,3	1754,1	--
	C_{ef,total}	547,2	414,3	377,2	214,1	203,2	203,6	258,2	268,6	222,2	187,4	217,5	478,4	3592,0	30,9

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

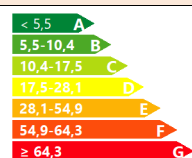
C_{ef,total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 6. Forbedring 4 av tilfelle 1.

Klimasone (eq.)	B3	Bruk	Privat bolig
------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
	OPPVARMING	Varmtvann	
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	0		0
	KJØLING	BELYSNING	
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	0		-

2.

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

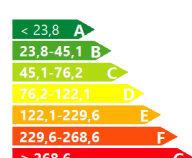
	kgCO ₂ /m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	0	0
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

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.

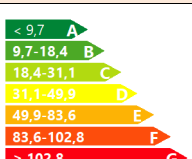
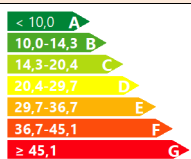
4.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
	OPPVARMING	Varmtvann	
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Varmtvann Primærenergi [kWh/m ² ·år]
	0		0
	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]
	0		-

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV FOR OPPVARMING OG KJØLING

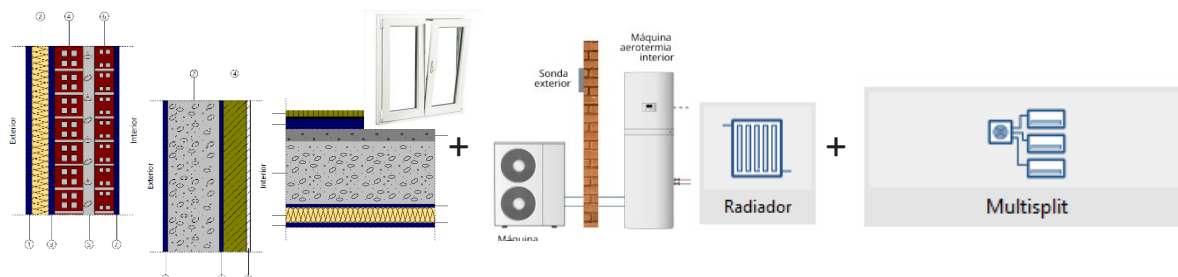
Energieterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens interne komfortforhold.

5.

OPPVARMINGSBehov	KJØLEBEHOV
	
6. Oppvarmingsbehov [kWh/m ² ·år]	Kjølebehov [kWh/m ² ·år]

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

- Tilfelle 7: **Forbedring 1 av utgangssituasjon tilfelle 2.** Forbedret klimaskjerm 6 cm solinnstråling + **aerotermisk** med radiatorer **for oppvarming og** varmtvanns+ kjøling med direkte ekspansjon multisplit-system.



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

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

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	1074,53	9,2	1428,16	12,27	505,19	4,34
Kjøling	308,59	2,65	730,72	6,28	602,94	5,18
DHW	2268,52	19,49	2969,10	25,51	1000,60	8,60
	3651,64	31,38	5127,98	44,06	2108,73	18,12
Krav i den spanske standarden kWh/m ² ·år				< 80,00 OK!	kWh/m ²	<55,00 OK!

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	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	År	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/år)	(kWh/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	33	2	173	21,2	12	--	--	--	--	--	24,0	270,1	1065,8	9
	Kjøling	--	--	--	--	--	136,5	361,7	445,6	205,1	--	--	--	1148,8	9,9
	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	547,6	414,6	377,5	214,3	203,2	313,2	535,8	615,5	377,7	187,4	217,7	478,7	4483,2	38,5
Elektrisitet	Oppvarming	79,9	52,9	40,5	5,0	2,8	1,0	2,7	3,2	1,6	--	5,6	63,2	258,5	2,2
	Kjøling	0	0	0	0,0	--	36,7	97,3	119,0	55,6	--	0	0	308,6	2,7
	DHW	47,1	42,5	46,1	43,6	43,1	39,9	39,3	38,4	39,0	42,3	43,7	47,1	512,1	4,4
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Oppvarming	259,2	173,3	132,6	16,2	9,4	--	--	--	--	--	18,3	206,9	816,0	7
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	161,5	145,9	158,2	149,5	147,9	136,8	134,8	131,6	133,7	145,1	150,0	161,5	1756,4	15,1
C_{ef,total}		547,7	414,7	377,6	214,3	203,2	214,4	274,0	292,1	229,8	187,4	217,7	478,7	3651,6	31,4

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

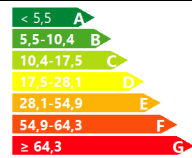
C_{ef,total} : Energiforbruk på forbruksstedet (sluttforbruk), kWh/m²·år.

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 7. Forbedring 1 av tilfelle 2.

Klimasone (tilsl.)	B3	Bruk	Privat bolig
---------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾	OPPVARMING		Varmtvann
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	0,74		1,46
	KJØLING		BELYSNING
2.	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]
	0,88		-

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

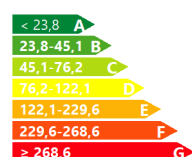
	kgCO ₂ / m ² ·år	kgCO ₂ ·år
CO ₂ -utslipp fra strømforbruk	3,07	357,2
CO ₂ -utslipp fra andre drivstoff	0	0

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.

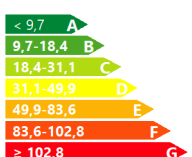
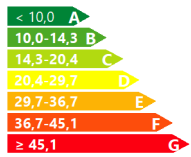
4.

GLOBAL INDIKATOR	DELINDIKATORER		
 Globalt forbruk av ikke-fornybar primærenergi [kWh/m ² ·år] ⁽¹⁾	OPPVARMING		Varmtvann
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Varmtvann Primærenergi [kWh/m ² ·år]
	4,3		8,6
	KJØLING		BELYSNING
5.	Primærenergi til kjøling [kWh/m ² ·år]	A	Primærenergi til belysning [kWh/m ² ·år]
	5,18		-

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV FOR OPPVARMING OG KJØLING

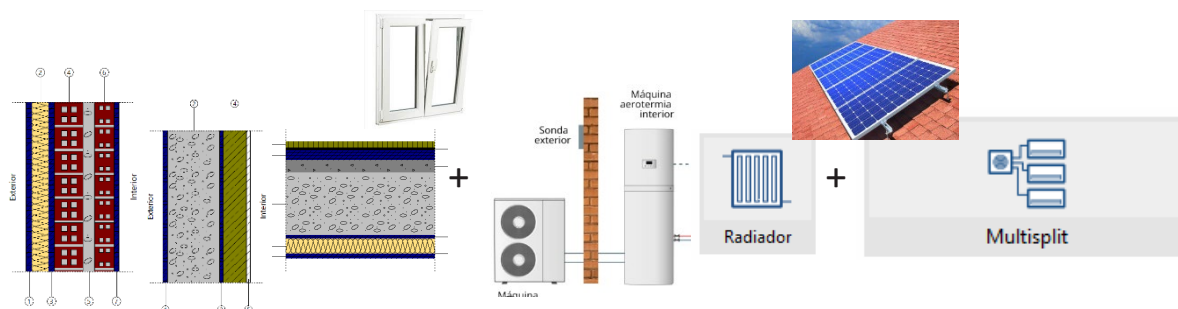
Energietterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens innendørs komfortforhold.

5.

VARME	KJØLEBEHOV
 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.

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



(Fasade fellesvegg tak) + Aerotermisk oppvarmingssystem med radiatorer + Kjøling med multisplit-system med direkte ekspansjon.

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

(Case 7+ solcellepaneler)

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	1074,53	9,23	1074,50	9,23	--	--
Kjøling	308,59	2,65	308,63	2,65	--	--
DHW	2268,52	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3651,64	31,38	3651,64	31,38	--	--
Krav i den spanske standarden kWh/m ² ·år			< 80,00 OK!		<55,00 OK!	

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

EF: Endelig energiforbruk av tekniske tjenester på forbruksstedet.

EP_{tot} Totalt primærenergiforbruk.

:

EP_{nren} Primærenergiforbruk fra ikke-fornybare kilder.

:

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/m ² ·år)
BYGNING ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Energiforbruk	Oppvarming	33	226	173	21,2	12	--	--	--	--	--	24,0	270,1	1065,8	9
	Kjøling	--	--	--	--	--	136,5	361,7	445,6	205,1	--	--	--	1148,8	9,9
	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	547,6	414,6	377,5	214,3	203,2	313,2	535,8	615,5	377,7	187,4	217,7	478,7	4483,2	38,5
Elektrisitet	Oppvarming	79,9	52,9	40,5	5,0	2,8	1,0	2,7	3,2	1,6	--	5,6	63,2	258,5	2,2
	Kjøling	0	0	0	0,0	--	36,7	97,3	119,0	55,6	--	0	0	308,6	2,7
	DHW	47,1	42,5	46,1	43,6	43,1	39,9	39,3	38,4	39,0	42,3	43,7	47,1	512,1	4,4
	Ventilasjon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Fuktighetskontroll	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Belysning	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Miljø	Oppvarming	259,2	173,3	132,6	16,2	9,4	--	--	--	--	--	18,3	206,9	816,0	7
	Kjøling	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	161,5	145,9	158,2	149,5	147,9	136,8	134,8	131,6	133,7	145,1	150,0	161,5	1756,4	15,1
	C_{ef,tot}	547,7	414,7	377,6	214,3	203,2	214,4	274,0	292,1	229,8	187,4	217,7	478,7	3651,6	31,4

hvor:

S_u : Boareal inkludert i termisk klimaskjerm, m².

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

Energiklassifisering av bygningen: Tilfelle 8. Forbedring 2 av tilfelle 2.

Klimasone (eq.)	B3	Bruk	Privat bolig
------------------------	----	-------------	--------------

ENERGIKLASSIFISERING AV BYGNINGEN I UTSLIPP

1.

GLOBAL INDIKATOR		DELINDIKATORER			
< 5,5A 5,5-10,4B 10,4-17,5C 17,5-28,1D 28,1-54,9E 54,9-64,3F ≥ 64,3G 0,00A		OPPVARMING		Varmtvann	
	Oppvarmingsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Varmtvannsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]		C
	0		0		
	KJØLING		BELYSNING		
	Kjøleutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]	A	Belysningsutslipp [kgCO ₂ /m ² ·år]		J
Globale utslipp [kgCO ₂ /m ² ·år] ⁽¹⁾		0		-	

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	0	0
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.

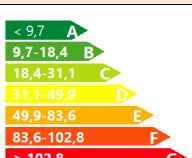
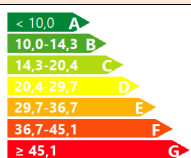
4.

GLOBAL INDIKATOR		DELINDIKATORER		
< 23,8 23,8-45,1 45,1-76,2 76,2-122,1 122,1-229,6 229,6-268,6 ≥ 268,6 A B C D E F G 0,00 A	OPPVARMING		Varmtvann	
	Primærenergi til oppvarming [kWh/m ² ·år]	A	Primærenergi til varmtvann [kWh/m ² ·år]	
	0		0	
	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]	
0			-	

DELVIS VURDERING AV ENERGIBEHOV FOR OPPVARMING OG KJØLING

Energietterspørselen for oppvarming og kjøling er den energien som trengs for å opprettholde bygningens interne komfortforhold.

5.

OPPVARMINGSBehov	KJØLEBEHOV
	
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.

3.10. Analyse av resultater. Utslipp, energiforbruk og energiklassifisering av tilfellene

Sammenligning av resultater

Endelig energiforbruk (kWh/m²·år). Del I

Tekniske tjenester	Tilfelle 1	Tilfelle 3	Tilfelle 4	Tilfelle 5	Tilfelle 6
	Utgangssituasjon 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Oppvarming	55,9	9,39	9,39	6,43	9,15
Kjøling	4,07	3,27	3,27	3,14	2,22
DHW	64,18	19,49	19,49	19,49	19,49
	124,19	32,15	32,15	29,06	30,87

Forklaring

BIS – Bygningens utgangssituasjon

Imp 1 – Forbedring 1: Forbedret termisk isolasjon (6 cm isolasjonslag) + -vinduer med doble glass

Imp 2 – Forbedring 2: Varmepumpe for varmtvann

Imp 3 – Forbedring 3: Solcellepaneler

Imp 4 – Forbedring 4: Aerotermisk oppvarmings- og kjølesystem med fancoils

Imp 5 - Forbedring 5: Aerotermisk oppvarming og varmtvannssystem (for radiatorer)

Imp 6 – Forbedring 6: Forbedret termisk isolasjon med 10 cm isolasjonslag + vinduer med doble glass

Endelig energiforbruk (kWh/m²·år). Del II

Tekniske tjenester	Tilfelle 2	Tilfelle 7	Tilfelle 8
	Utgangssituasjon 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Oppvarming	6	9,2	9,23
Kjøling	4,55	2,65	2,65
Varmtvann	24,37	19,49	19,49
	97,54	31,38	31,38

Totalt primærenergiforbruk (kWh/m²·år) Del I

Tekniske tjenester	Tilfelle 1	Tilfelle 3	Tilfelle 4	Tilfelle 5	Tilfelle 6
	Utgangssituasjon 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Oppvarming	76,1	13,0	9,39	6,43	9,15
Kjøling	9,64	7,74	3,27	3,14	2,22
DHW	151,99	26,96	19,49	19,49	19,49
	237,75	47,71	32,15	29,07	30,86

Forklaring

BIS – Bygningens utgangssituasjon

Imp 1 – Forbedring 1: Forbedret termisk isolasjon (6 cm isolasjonslag) + -vinduer med doble glass

Imp 2 – Forbedring 2: Varmepumpe for varmtvann

Imp 3 – Forbedring 3: Solcellepaneler

Imp 4 – Forbedring 4: Aerotermisk varme- og kjølesystem med fancoils

Imp 5 - Forbedring 5: Aerotermisk oppvarming og varmtvannssystem (for radiatorer)

Imp 6 – Forbedring 6: Forbedret termisk isolasjon med 10 cm isolasjonslag + vinduer med doble glass

Totalt primærenergiforbruk (kWh/m²·år) Del II

Tekniske tjenester	Tilfelle 2	Tilfelle 7	Tilfelle 8
	Utgangssituasjon 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Oppvarming	82,7	12,27	9,2
Kjøling	10,77	6,28	2,65
Varmtvann	29,12	25,51	19,49
	122,65	44,06	31,38

Primærenergiforbruk av ikke-fornybar opprinnelse (kWh/m²·år) Del I

Tekniske tjenester	Tilfelle 1	Tilfelle 3	Tilfelle 4	Tilfelle 5	Tilfelle 6
	Utgangssituasjon 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Oppvarming	2	5,17	0	0	0
Kjøling	7,95	6,38	0,00	0,00	0
DHW	125,42	10,67	0,00	0,00	0,00
	162,21	22,22	0,00	0,00	0,00
Energiklasse	E	A	A	A	A

Leg

BIS - Bygningens utgangspunkt

Imp 1 – Forbedring 1: Forbedret termisk isolasjon (6 cm isolasjonslag) + -vinduer med doble glass

Imp 2 – Forbedring 2: Varmepumpe for varmtvann

Imp 3 – Forbedring 3: Solcellepaneler

Imp 4 – Forbedring 4: Aerotermisk oppvarmings- og kjølesystem med fancoils

Imp 5 - Forbedring 5: Aerotermisk oppvarming og varmtvannssystem (for radiatorer)

Imp 6 - Forbedring 6: Forbedret termisk isolasjon med 10 cm isolasjonslag + vinduer med doble glass

Primærenergiforbruk fra ikke-fornybare kilder (kWh/m²·år) Del II

Tekniske tjenester	Tilfelle 2	Tilfelle 7	Tilfelle 8
	Utgangssituasjon 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Oppvarming	81,84	4,3	0
Kjøling	8,89	5,18	0
Varmtvann	29,00	8,60	0,00
	119,73	18,12	0,00
Energiklasse	D	A	A

Byggutslipp (kgCO₂/m²·år) Del I

Tekniske tjenester	Eksempel 1	Tilfelle 3	Tilfelle 4	Tilfelle 5	Tilfelle 6
	Utgangssituasjon 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
CO ₂ fra elektrisitet	27,4	3,7	0	0	0
CO ₂ fra andre drivstoff	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	27,48	3,76	0,00	0,00	0,00
Energiklasse	D	A	A	A	A

Leg

BIS - Bygningens utgangspunkt

Imp 1 – Forbedring 1: Forbedret termisk isolasjon (6 cm isolasjonslag) + -vinduer med doble glass

Imp 2 – Forbedring 2: Varmepumpe for varmtvann

Imp 3 – Forbedring 3: Solcellepaneler

Imp 4 – Forbedring 4: Aerotermisk oppvarmings- og kjølesystem med fancoils

Imp 5 - Forbedring 5: Aerotermisk oppvarming og varmtvannssystem (for radiatorer)

Imp 6 – Forbedring 6: Forbedret termisk isolasjon med 10 cm isolasjonslag + vinduer med doble glass

Byggutslipp (kgCO₂/m²·år) Del II

Tekniske tjenester	Tilfelle 2	Tilfelle 7	Tilfelle 8
	Utgangssituasjon 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
CO ₂ fra elektrisitet	1,7	3,0	0
CO ₂ fra andre drivstoff	23,19	0	0,00
	24,92	3,07	0,00
Energiklasse	D	A	A

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

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

Spansk casestudie

Del III: Kostnads-nytte-analyse av energieffektiviseringstiltak

3.11. Budsjet for forbedringsalternativene

Forbedring 1: Forbedret termisk kappe (6 cm mineralull) + -vinduer med doble glass

- Beskrivelse av prisen på 6 cm isolasjonssystem for bygningens fasader på utsiden:

Posten	Kostnad (€ / m ²)
Steinullisolasjon (6 cm)	20
Lim, forankring, netting, profiler	€18
Gipsfinish (flere lag)	€12
Arbeidskraft (montering)	€25
Stillas og sikkerhet (enebolig)	€9
Avfallshåndtering og sluttrensjøring	€2
Totale estimerte kostnader (installert) 86€ / m²	

- Budsjett – Innvendig isolering på skillevegger, tak eller golvplate med gipsplater

Nr	Vare	Beskrivelse	En	Maks. pris €/m ²
1	Overflatebehandling	Rengjøring og klargjøring av eksisterende vegg- eller takflate	m	4
2	Steinullisolasjon (6 cm)	Levering og montering av 60 mm steinullpaneler mellom metallstendere	m	10
3	Metallstenderkonstruksjon	Installasjon av galvaniserte stålstendere og skinner	m	8
4	Gipsplater (gipsplater)	Installasjon av 12,5 mm standard gipsplater over rammeverk	m	9
5	Fuging og overflatebehandling	Teiping, fugemasse, sliping	m	5
6	Arbeidskraft (hvis ikke inkludert ovenfor)	Generell fagarbeid for installasjonsoppgaver	m	12
7	Avfallshåndtering og rengjøring av arbeidssted	Fjerning av avfall og sluttrensjøring av arbeidsstedet	m	2,00
Totalt (€/m²)				50,00

- Beskrivelse av de nye vinduene som skal installeres i bygningen.
 - Glass: Dobbeltsidig glass (2 ruter)
 - Belegg: Lavemisjonsbelegg (Low-E) på minst én rute
 - Gassfylling: Argongass mellom rutene (for varmeisolasjon)
 - Karm: uPVC med termisk barriere

- Installasjon: Ettermontering i eksisterende veggåpning (inkludert tetting, listverk, avhending av gammelt vindu)

Budsjett for forbedring 1:

Forbedring 1: Termisk isolering av klimaskjerm (6 cm mineralull) og nye vinduer

Enhet	Beskrivelse	n.	Mål	pris €	beløp €
m	6 cm mineralullisolasjon i fasader med pussfinish installert	1	93,88	86,00	8.073,68
m	6 cm mineralullisolasjon i skillevegg, tak og plater (innvendig gipsvegssystem)	1	161,49	50,00	8.074,50
m	Lavutslippsvinduer med doble vinduer i PVC med argongass ($U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	1	11,32	270,00	3.056,40
ud	Utskifting av en ytterdør i en tomannsbolig i Ceutí (Spania), med en varmetransmisjon (U -verdi) på $1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, inkludert fjerning av den gamle døren og full installasjon.	1	1	1.200,00	1.200,0
				Totalt	20 404,58

Forbedring 2: Erstatning av elektrisk varmtvannsbereder med varmtvannsbereder med varmepumpe (1,5 kW, 200 l)

Nei.	Element	Beskrivelse	Enhet	Pris (€)
1	Levering av varmtvannsbereder med varmepumpe	Luftvarmepumpe for varmt vann til husholdning, 1,5 kW, 200 l tank (COP ~3,0)	enhet	2.050,00
	Fjerning av eksisterende elektrisk varmeapparat	Sikker frakobling og avhending av gammel elektrisk varmtvannsbereder	enhet	80,00
3	Installasjon av varmepumpe	Rørleggerarbeid, montering, elektrisk tilkobling og integrering	enhet	50
	Tilbehør og installasjonsmateriell	Rør, beslag, ventiler, isolasjon, braketter, festemidler	enhet	15
5	Tilpasning av elektrisk krets	Oppgradering av strømbryter og sikkerhetstilpasning (om nødvendig)	enhet	10
6	Oppstart og testing av systemet	Igangsetting, funksjonstesting, brukerinstruksjoner	enhet	70,00
Totalt				2.950,00

Forbedring 3: 4-panel PV-installasjon (1,94 kWp, flatt tak, Ceutí)

Tekniske spesifikasjoner for solcellepanelsystemet:

Plassering: Ceutí (Spania)

Bygning: Enkeltstående hus

Systemspesifikasjoner:

- Antall glass-silisiumpaneler: 4 (3 m² per panel)
- Panelkapasitet: 480 W hver

- Total kapasitet: 1,94 kWp

Nr	Element	Beskrivelse	Enhet	Enhetspris (€)	Antall	Subtotal (€)
1	Solcellepaneler (485 Wp)	Høyeffektive monokrystallinske paneler med glass-silisium innkapsling	panel	280	4	1.120,00
2	Monteringsstruktur (flatt tak)	Støttestruktur i aluminium (ballastet eller fast)	panel	7	4	300,00
3	Omformer (2–3 kW)	Nettilkoblet omformer dimensjonert for 2 kWp-system, med grunnleggende overvåking	enhet			700
4	Elektrisk installasjon	Kabling (DC/AC), beskyttelse, kombinasjonsboks, produksjonsmåler	system	5	1	500,00
5	Arbeid og igangkjøring	Montering, kabling, oppsett av omformer, oppstartstesting	system	6	1	600,00
6	Legalisering og administrasjon (valgfritt)	Dokumentasjon, nettilkobling, CIE, BOE osv.	tjeneste	300	1	300,00
Totalt						3.520,00

Forbedring 4: Vaillant aerotermisk system (oppvarming + kjøling + varmtvann med viftekonvektorer)

Teknisk sammendrag:

- **Systemkapasitet:**
 - Oppvarming: 7,37 kW (COP 4,42)
 - Kjøling: 7,2 kW (EER ~2,7)
 - varmtvann: 200 l tank med integrert spole (uniSTOR)
- **Varmt vann** genereres direkte fra aerotermisk system
- **Besparelse** sammenlignet med tradisjonell elektrisk oppvarming: opptil 65 %
- **Plassbehov:** varmtvannstank + buffer i vaskerom eller vaskerom

Budsjett:

Nei	Element	Beskrivelse	Enhet	Enhet Pris (€)	Antall	Subtotal (€)
1	Vaillant aroTHERM Plus utendørsenhet	Luft-til-vann varmepumpe, 7,37 kW oppvarming / 7,2 kW kjøling (COP 4,42), monoblokk	enhet	3.740,00	1	3.740,00
2	Vaillant uniSTOR varmtvannstank (200 l)	Varmtvannstank med spiral for aerotermiske systemer	enhet	1.375,00	1	1.375,00
3	Viftekonvektorer (Vaillant eller compatible)	Vannbårne viftekonvektorer, ultrastille, termostatstyrt	enhet	638,00	4	2.552,00
4	Hydraulisk krets + integrering av varmtvann	Rør, ventiler, sirkulasjonspumpe, for oppvarming, kjøling og varmt vann	system	935,00	1	935,00
5	Tilpasning av elektrisk panel	Sikkerhetsbrytere, kontrollkabling, varmtvannsberederkompatibel konfigurasjon	enhet	440,00	1	440,00
6	Fjerning av gammel klimaanlegg og varmtvannsbereder	Avinstallasjon av multisplit klimaanlegg + elektrisk varmtvannsbereder, med lovlig avhending	service	220,00	1	220,00
7	Installasjon og igangkjøring	Full systeminstallasjon, hydraulisk oppsett, tester, fylling, konfigurasjon	system	1.320,00	1	1.320,00

8	Termostater / Sonekontroller	Kablede eller trådløse termostater eller digitale grensesnitt	enhet	110,00	440,00
Totalt					11 022,00

- Forbedring 5: Aerotermisk oppvarming og varmtvannssystem (for radiatorer)

Tekniske egenskaper:

- Anvendelse: Kun oppvarming + varmtvann
- Radiatorer og distribusjonsrør er ikke inkludert
- Ideell for boliger som oppgraderes fra gass- eller elektriske systemer
- Utendørsenhet: Monoblokk (ingen håndtering av kjølemiddel på stedet)
- Høy effektivitet COP > 4 – opptil 70 % energibesparelse sammenlignet med gass

Nei	Element	Beskrivelse	Enhet	Enhetspris (€)	Ant	Delsum (€)
1	Vaillant aroTHERM Plus	Ute monoblokk, 7,37 kW oppvarming (COP 4,42)	enhet	3.400,00	1	3.400,00
2	Vaillant uniTOWER 200 L	Innendørs hydraulisk tårn (hydraulisk modul + 200 L varmtvannstank + 3-veis ventil, pumpe, sensorer)	enhet	2.750,00	1	2.750,00
3	Elektrisk panel og beskyttelse	Tilpasning av elektrisk tavle og kontrollkabling	enhet	400,00	1	400,00
4	Fjerning av gasskjele	Sikker frakobling og avhending	enhet	180,00	1	180,00
5	Fjerning av elektrisk varmtvannsbereder	Sikker frakobling og avhending	enhet	120,00	1	120,00
6	Installasjon og igangkjøring	Hydrauliske og elektriske tilkoblinger, oppstart av systemet, testing	enhet	950,00	1	950,00
Totalt						7.800,00

Forbedring 6: Forbedret termisk isolasjon med 10 cm isolasjonslag + doble vinduer

Forbedring 6: Termisk isolasjon (10 cm mineralull) og nye vinduer

Enhet	Beskrivelse	n.	Mål	pris €	beløp €
m	10 cm mineralullisolasjon i fasader med pusset overflate installert	1	93,8	114,00	10.702,32
m	10 cm mineralullisolasjon i skillevegg, tak og plater (innvendig gipsveggsystem)	1	161,49	66 400	10 722,94
m	Lavutslippsvinduer med doble vinduer i PVC med argongass (U= 1,7 W/m ² ·K)	1	11,32	270,00	3.056,40
ud	Utskifting av en ytterdør i en tomannsbolig i Ceutí (Spania), med en varmetransmisjon (U-verdi) på 1,7 W/m ² ·K, inkludert fjerning av den gamle døren og full installasjon.	1	1	1.200,00	1.200,0
				Totalt	25 681,66

3.12. Kostnads-nytte-analyse av energieffektiviseringstiltak

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Hvor:

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

Hvis $NPV > 0 \rightarrow$ Investeringen er lønnsom

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

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

Energikostnader som er tatt i betraktning:

Energy cost		
Energy vector		
Electrical grid energy	0.30	EUR/kWh
Natural gas	0.11	EUR/kWh
Diesel	0.10	EUR/kWh
LPG	0.15	EUR/kWh
Carbon	0.05	EUR/kWh
Solid biomass	0.11	EUR/kWh
Biomass	0.11	EUR/kWh
Thermal solar energy	0.00	EUR/kWh
Electrical energy produced by photovoltaic panels, small wind turbines and small hydro turbines	0.00	EUR/kWh

Parametere for netto nåverdi-metoden:

Net Present Value	
☒ NCV calculation method	
The program uses the static analysis method to calculate the investment recovery period. By activating this option, the dynamic analysis will be included in the calculation process.	
Annual energy cost increase	3.00 %
☒ Discount fee	4.50 %
Foreseen inflation	1.20 %
Nominal interest type	0.00 %
Analysis period	45 Years

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

	Netto kostnad for investering (EUR)	Årlig energikostnad (EUR)	Årlig nettobesparelse (EUR)	Tilbakebetaling (år)	NCV (år)	Årlig forbruk av ikke-fornybar primærenergi (kWh/m ²)	Utslipp (kg CO ₂ /m ²)
Utgangspunkt 1 (tilfelle 1)	0	1642	0	0	0	162,20	27,48
Tilfelle 3: 6 cm isolasjon og varmepumpe for varmtvann	23354,58	225,15	1417,17	16	18,0	22,23	3,77
Tilfelle 4: 6 cm isolasjon + varmtvannsvarmepumper + solcellepaneler	26874,58	0	1642,32	16,3	17,9	0,00	0
Tilfelle 5: 10 cm isolasjon + varmtvannsbereder + solcellepaneler	3215	0	1642	19,58	21,62	0,00	0
Tilfelle 6: 6 cm isolasjon + H & AC og DHW Aerotermisk med viftekonvektor + PV-paneler	34946,58	0	1642,32	21	23,5	0,00	0

	Netto kostnad for investeringen (EUR)	Årlig energikostnad (EUR)	Årlig nettobesparelse (EUR)	Tilbakebetaling (år)	NCV (år)	Årlig forbruk av ikke- fornybar primærenergi (kWh/m ²)	Utslipp (kg CO ₂ /m ²)
Utgangspunkt 2 (tilfelle 2)	0	1067,51	0	0	0	119,73	24,93
Tilfelle 7: 6 cm isolasjon + aerotermisk med radiatorer for HS og DHW	28204,58	183,4	884,10	31,9	4	18,12	3,08
Tilfelle 8: 6 cm solinnstråling Aerotermisk for HS og DHW og PV- paneler	31724,58	0	1067,51	29,7	38,47	0,00	0

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

	Netto investeringskostnad				Årlig nettobesparelse				Investerings gjenvinnings periode (år)
	Kostnad (EUR)	Tilskudd (EUR)	Resulterende netto kostnad (EUR)	Forskjell (EUR)	Energikostnad (EUR/år)	Energibesparelser (EUR/år)	Vedlikehold (EUR/år)	Netto besparelser (EUR/år)	
Utgangspunkt 1 (Tilfelle 1)	0	0	0	0	1642,32	0,00	0,00	0,00	0
Tilfelle 3: 6 cm isolasjon og varmepumpe for varmtvann	2335 4,58	0	23354,58	23354,58	225,15	1417,17	0	1417,17	16,48
Tilfelle 4: 6 cm isolasjon + varmtvannsvarmepumpe + solcellepaneler	2687 4,58	0	26874	26874,58	0	1642,32	0,00	1642,32	16,36
Tilfelle 5: 10 cm isolasjon + varmtvannsvarmepumpe + solcellepaneler	3215 1,66	0	32151	32151,66	0	1642,32	0,00	1642,32	19,58
Tilfelle 6: 6 cm isolasjon + H & AC og DHW Aerotermisk med viftekonvektor + PV-paneler	3494 6,58	0	34946,58	34946,58	0	1642,32	0,00	1642,32	21,28

	Netto investeringskostnad				Årlig netto besparelse				Investeringsamortiseringstid (år)
	Kostnad (EUR)	Tilskudd (EUR)	Resulterende netto kostnad (EUR)	Forskjell (EUR)	Energikostnad (EUR/år)	Energibesparelser (EUR/år)	Vedlikehold (EUR/år)	Netto besparelser (EUR/år)	
Utgangssituasjon 2. (Tilfelle 2)	0	0	0	0	1067,51	0,00	0,00	0,00	0
Tilfelle 7: 6 cm isolasjon + aerotermisk med radiatorer for HS og DHW	28204,5	0	28204,58	28204,58	183,4	884,10	0,00	884,10	31,90
Tilfelle 8: 6 cm solinnstråling Aerotermisk for HS og DHW og PV-paneler	31724,58	0,00	31724,58	31724,58	0,00	1067,51	0,00	1067,51	29,72

4. Konklusjoner

Følgende konklusjoner kan trekkes fra denne studien:

- **Omfattende bygningsvurdering fullført.** Casestudien evaluerte grundig den nåværende energiprestasjonen til en enebolig i Ceutí (Spania) ved hjelp av BIM-teknologier, og identifiserte store ineffektiviteter i isolasjonen av bygningskroppen, vindusprestasjon, varmtvannssystemer og varmesystem. Bygningen var preget av høyt energiforbruk og dårlig termisk komfort, spesielt i fyringssesongen.
- **Energieffektiviseringstiltak identifisert og modellert.** Det ble foreslått og simulert en rekke energirenoveringstiltak, blant annet
 - Utvendig veggisolering og takisolering.
 - Utskifting av vinduer.
 - Modernisering av varmtvannssystemet (ved hjelp av varmepumpesystem)
 - Modernisering av varme- og kjølesystem (ved hjelp av aerotermiske systemer)
 - Integrering av solcellepaneler på taket
- **Betydelig potensial for energi- og CO₂-besparelser.** Analysen viste at en kombinasjon av passive og aktive tiltak kunne redusere forbruket av ikke-fornybar primærenergi med 100 % og CO₂-utslippene også med 100 %.
- **Kostnads-nytte-resultatene varierer etter tiltak.** Den økonomiske vurderingen viste at:
 - Omfattende renoveringsstrategier (isolasjon, utskifting av vinduer) krever høyere investeringer, men gir langsiktig avkastning.
 - Modernisering av varme-, kjøle- og varmtvannssystemer reduserer energiforbruket og gassutslippene betydelig.
 - Solcellepaneler bidrar betydelig til målene for karbonreduksjon.
 - Hvis alle tiltakene som er vurdert i studien gjennomføres, reduseres tilbakebetalingsperioden betydelig (18 år) siden det oppnås energibesparelser.
- **Kombinasjon av tiltak gir best resultat.** Det mest balanserte og bærekraftige resultatet oppnås ved å kombinere passive forbedringer (isolasjon, lufttetthet) med aktive systemer (moderne varmtvannspumpesystem og solcellepaneler). Denne synergien maksimerer energibesparelsene, opprettholder inneklimate og øker bygningens samlede verdi.
- **Teknisk og økonomisk gjennomførbarhet bekreftet.** Til tross for innledende investeringsbarrierer bekrefter studien at energirenovering er teknisk gjennomførbart og økonomisk fordelaktig for eneboligen. Ved bruk av måleparametere som NPV og SPP viser alle tiltak akseptabel økonomisk ytelse, spesielt hvis de gjennomføres samtidig.
- **Støtter nasjonale og EUs renoveringsmål.** Prosjektet er i tråd med EUs Green Deal og Renovation Wave-strategi, og bidrar til målene om karbonnøytralitet, energieffektivitet og sunnere inneklima i offentlige og private bygninger.