

LVS³

Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

Design Guide



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning och syfte	6
2	Datakod och miljö	6
3	Generell beskrivning av AMECO3.....	7
3.1	Förord	7
3.2	Inställningar	8
3.3	Språk	9
3.4	Enhetshantering	9
4	Teknisk beskrivning	10
4.1	Definition av projektet.....	10
4.1.1	Definition av byggnadens konstruktion och allmän data.....	10
4.1.1.1	Allmänna parametrar.....	10
4.1.1.2	Golvplattor	12
4.1.1.3	Bärande konstruktion.....	13
4.1.1.4	Transportantaganden.....	13
4.1.1.5	Livsslut.....	14
4.1.2	Definition av en bro	15
4.1.2.1	Bärande konstruktion.....	15
4.1.2.2	Transportantaganden.....	15
4.1.2.3	Livsslut.....	16
4.1.3	Byggnadsskal	16
4.1.3.1	Fasadgeometri.....	16
4.1.3.2	Fasadegenskaper.....	17
4.1.3.3	Bottenbjälklag	17
4.1.3.4	Ytterligare parametrar	18
4.1.3.5	Tak	19
4.1.4	Byggnadens nyttjande	19
4.1.5	Byggnadssystem	19
4.1.5.1	Värmesystem.....	20
4.1.5.2	Kylsystem	20
4.1.5.3	Ventilationssystem.....	20
4.1.5.4	Tappvarmvattensystem (DHW).....	20
4.2	Konstanter och specifika parametrar:	21
4.3	Beräkning av en konstruktions miljöpåverkan	22
4.3.1	Principer	22
4.3.1.1	Parametrar som beskriver miljöpåverkan.....	23
4.3.1.2	Parametrar som beskriver resursanvändning, sekundära material och bränsle, samt vattenanvändning.....	25
4.3.1.3	Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier	26
4.3.1.4	Övrig miljöinformation som beskriver utflöden.....	26
4.3.2	Miljöpåverkan av en byggnad	27
4.3.2.1	Modul A.....	27
4.3.2.2	Modul B: Bruksskede.....	28
4.3.2.3	Modul C	40

4.3.2.4	Modul D.....	41
5	Programmets resultat	43
5.1	Detaljerade resultat från bruksskedet.....	43
5.1.1	Energibehov för uppvärmning.....	43
5.1.2	Energibehov för kylning.....	44
5.1.3	Energibehov för tappvarmvattenproduktion	44
5.1.1	Totalt energibehov	45
5.1.1	Solvärmevinster	46
5.2	Allmänna resultat för bruksskedet	46
6	Vägledning för användning av AMECO3	49
6.1	Projekt	49
6.2	Byggnad	50
6.2.1	Allmänna parametrar	50
6.2.2	Läge.....	53
6.2.3	Byggnadsskal	55
6.2.4	Bottenbjälklag.....	59
6.2.5	Tak	60
6.2.6	Invånare.....	61
6.2.7	Byggnadssystem	62
6.2.8	Konstruktion	63
6.2.9	Golv.....	63
6.2.10	Transport	64
6.2.11	Resultat.....	66
6.2.11.1	Stapeldiagram	66
6.2.11.2	Tabell.....	69
6.2.11.3	Radardiagram	69
6.2.11.4	Kalkylblad	71
7	Fallstudier.....	74
7.1	Kontorshus.....	74
7.1.1	Inledning.....	74
7.1.2	Beskrivning av byggnaderna.....	74
7.1.3	Miljöbedömning med dataprogrammet AMECO3	78
7.1.3.1	Indata i dataprogrammet AMECO3.....	78
7.1.3.2	Resultat från beräkningen med AMECO3	82
7.2	Bostadshus - CasaBuna i Rumänien.....	86
7.2.1	Beskrivning av byggnaden	86
7.2.2	Indata i dataprogrammet AMECO3.....	89
7.2.2.1	Allmän indata för bostadshuset i AMECO3.....	89
7.2.2.2	Definition av byggnadens geometri (Modul A-C-D).....	89
7.2.2.3	Definition av byggnadens komponenter (Modul A-B-C-D)	90
7.2.2.4	Definition av byggnadens bruksskede (Modul B)	91
7.2.2.5	Allmänna uppgifter om byggnadens konstruktion (Modul A-C-D)	92
7.2.2.6	Definition av materialtransport (Modul A)	93
7.2.3	Resultat från beräkningen med AMECO3.....	94
7.3	Industrihall.....	99
7.3.1	Studiens omfattning	99
7.3.2	Beskrivning av byggnaden	99
7.3.3	Konstruktionssystem	99
7.3.4	Skalkomponenter	101

7.3.5	Byggnadssystem	102
7.3.6	Viktigt antagande	102
7.3.7	Indata i dataprogrammet AMECO3	103
7.3.7.1	Allmänna indata för industribyggnaden i AMECO3	103
7.3.7.2	Definition av byggnadens geometri (Modul A-C-D)	103
7.3.7.3	Definition av byggnadens komponenter (Modul A-B-C-D)	104
7.3.7.4	Definition av byggnadens bruksskede (Modul B)	105
7.3.7.5	Allmänna uppgifter för byggnadens konstruktion (Modul A-C-D)	105
7.3.7.6	Definition av materialtransport (Modul A)	107
7.3.8	Resultat från beräkningen med AMECO3.....	108
7.3.8.1	Stålkonstruktion med S235	108
7.3.8.2	Stålkonstruktion med S460	113
7.3.8.3	Betongkonstruktion	114
7.3.8.4	Jämförelse av uppvärmningspotential mellan konstruktionssystem med S235 och S460	119
7.3.8.5	Jämförelse av uppvärmningspotential mellan konstruktionssystem med S460 och betong	120
7.3.9	Analys av de miljömässiga fördelarna med en ökning av tjockleken på isoleringen	121
	Referenser	125

1 Inledning och syfte

Syftet med detta dokument är att tillhandahålla information om de olika steg som används i dataprogrammet Ameco för utvärderingen av miljöpåverkningar hos byggnader med bärande stål- eller samverkanskonstruktioner.

Detta dokument skapades inom ramen för spridningsprojektet: **LVS³: Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures** (RFS2-CT-2013-00016).

Designguiden fokuserar på:

- En beskrivning av beräkningssprocessen: de tekniska specifikationerna specificerar de successiva stegen som används för utvärderingen av miljöpåverkningar för byggnader som används i AMECO,
- En vägledning för användning av verktyget AMECO,
- Tillämpning av AMECO genom fallstudier.

Metoderna som används i dataprogrammet har utvecklats och validerats inom ramen för RFCS projektet SB-Steel: *Sustainability of Steel Buildings* (SB_Steel, 2014).

Dessa komplementära metoder är:

- Makrokomponentmetoden som fokuserar på en byggnads livscykel och/eller byggnadskomponenter men exkluderar kvantifiering av energibehovet under en byggnadens bruksskede;
- En metod som fokuserar på en byggnads användning och möjliggör kvantifiering av energin som byggnader använder under drift.

Dokumentet "Bakgrund dokument", som också förmedlats via projektet RFCS LVS3, ger en detaljerad beskrivning av de metoder som används: för bedömningen av miljöpåverkan och för utvärderingen av en byggnads energibehov under dess livtid.

2 Datakod och miljö

AMECO är ett verktyg som beräknar miljöpåverkan av bärande stål- och samverkanskonstruktioner. Ameco 3 är en vidareutveckling av Ameco (2:a versionen), som även beaktar byggnadens bruksskede.

Ameco 3 använder dataspråket VB2008. Detta språk baseras på Microsoft.NET-teknologi. Det antas att Microsoft.NET Framework är installerat på användarens dator. .NET FRAMEWORK ingår automatiskt i de nya operativsystemen (OS) Microsoft Windows Vista och Windows 7 men inte i äldre system. För att kunna använda Ameco 3 måste dessa användare installera Microsoft.NET Framework.

Utvecklingen baseras på .NET FRAMEWORK version 2.0 som kan installeras på följande OS: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98 Second Edition; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP Service Pack 2. Det bör också noteras att Ameco 3 inte är kompatibelt med någon annan konfiguration som inte tidigare omnämnts.

3 Generell beskrivning av AMECO3

3.1 Förord

Ameco 3 behandlar antingen byggnader eller broar av stål och betong. Det beaktar 24 olika sorters mått och delar upp dem enligt följande:

- Mått som beskriver miljöpåverkan (WP, ODP, AP, EP, POPCP, ADP-element, ADP-fossila bränslen).
- Mått som beskriver resursanvändning, sekundära material och bränsle samt vattenanvändning (förnybar primär energi exklusive förnybara primära energiresurser som används som råmaterial, förnybar primär energi inklusive primära energiresurser som används som råmaterial, icke förnybar energi exklusive icke förnybara energiresurser som används som råmaterial, icke förnybara energiresurser som används som råmaterial, förnybar primär energi inklusive primära energiresurser som används som råmaterial, sekundära material, förnybara sekundära bränslen, icke förnybara sekundära bränslen, netto färskvatten).
- Annan miljöinformation som beskriver avfallskategorier (deponerat farligt avfall, deponerat ofarligt avfall, deponerat radioaktivt avfall).
- Annan miljöinformation som beskriver utflöden (komponenter till återanvändning, material till återvinning, material till energiutvinning, exporterad energi).

Vidare delas varje mått in i 4 moduler (Tillverknings- och byggskede, Bruksskede, Livsslut, Fördelar och belastningar utanför systemgränserna).

Index	Tillgänglig data	Förkortning	Beteckning	Enhet
Miljöpåverkningar				
1	Ja	GWP	Global uppvärmningspotential	t _{CO2ekv}
2	Ja	ODP	Ozonnedbrytande potential	t _{CFCekv}
3	Ja	AP	Försurningspotential	t _{SO2ekv}
4	Ja	EP	Övergödningspotential	t _{PO4ekv}
5	Ja	POCP	Potential för fotokemiskt bilning av marknära ozon	t _{Etheneekv}
6	Ja	ADP-e	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för ämnen	t _{Sbekv}
7	Ja	ADP-ff	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för fossila bränslen	GJ NCV

Resursanvändning, sekundära material och bränslen				
8	Nej	RPE	Användning av förnybar primär energi exklusive primära energiresurser som används som råmaterial	GJ NCV
9	Nej	RER	Användning av förnybara energiresurser som används som råmaterial	GJ NCV
10	Ja	RPE-total	Total användning av förnybar primär energi (primär energi och primära energiresurser som används som råmaterial)	GJ NCV
11	Nej	Non-RPE	Användning av icke förnybar primär energi exklusive icke förnybara primära energiresurser som används som råmaterial	GJ NCV
12	Nej	Non-RER	Användning av icke förnybara energiresurser som används som råmaterial	GJ NCV
13	Ja	Non-RPE-total	Total användning av icke förnybar primär energi (primär energi och primära energiresurser som används som råmaterial)	GJ NCV
14	Nej	SM	Användning av sekundära material	t
15	Nej	RSF	Användning av förnybara sekundära bränslen	GJ NCV
16	Nej	Non-RSF	Användning av icke förnybara sekundära bränslen	GJ NCV
17	Ja	NFW	Användning av netto färskvatten	10 ³ m ³
Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier				
18	Ja	HWD	Deponerat farligt avfall	t
19	Ja	Non-HWD	Deponerat ofarligt avfall	t
20	Ja	RWD	Deponerat radioaktivt avfall	t
Övrig miljöinformation som beskriver resultatflöden				
21	Nej	CR	Komponenter för återanvändning	t
22	Nej	MR	Material till återvinning	t
23	Nej	MER	Material till energiutvinning	t
24	Nej	EE	Exporterad energi	t

Tabell 1: Miljöpåverkningar

Det huvudsakliga tillägget till Ameco 3 är introduktionen av bruksskedet i miljöpåverkansbedömningen. Det möjliggör en uppskattning av energibehoven för ett antal olika byggnadssystem (uppvärmning, kylning...). Beräkningarna baseras på flera olika internationella standarder såsom ISO-13370, ISO-13789 och ISO-13790, samt även en europeisk standard (EN 15316).

Ameco kan användas för både byggnader och broar. Bruksskedet är dock endast tillgängligt för byggnader.

3.2 Inställningar

Ameco levereras med ett installationsprogram, skapat med den fria applikationen "Install Creator", som inkluderar:

- .exe-filen
- eventuella nödvändiga dynamiska eller komponentbibliotek (.dll filer)
- databaserna
- hjälpfilerna

- språkfilerna
- ikonerna och eventuella nödvändiga bilder

3.3 Språk

Ameco är ett flerspråkigt program. All text som visas i användargränssnittet hämtas i separata språkfiler, var och en länkad till ett språk. Texten i språkfilerna är samlad i grupper och identifieras av nyckelord.

3.4 Enhetshantering

De olika enheterna som bör definieras och som är nödvändiga för användargränssnittet är:

Vikt:	ton
Dimensioner:	m
Golvtjocklek:	mm
Avstånd:	km
Densiteter:	kg/m ³
Golvyta:	m ²
Energibehov:	kWh

De enheter som används för miljöpåverkan finns i Tabell 10 (se § 5.2 Generell utdata för bruksskedet).

4 Teknisk beskrivning

4.1 Definition av projektet

För en miljöpåverkanbedömning behövs flera olika mått som beskriver konstruktionen, hur byggelementen transporteras till platsen, och slutligen hur dessa element kommer att användas efter att byggnaden rivits.

Beräkningen av bruksskedet kräver flera olika mått som definierar byggnaden. Dessa beskrivs här efter innan ekvationerna preciseras. I fortsättningen används bokstaven **m** för månad, siffran **m** sträcker sig från 1 till 12, och förkortningen **dir** syftar till väderriktningen mellan N, V, Ö och S.

4.1.1 Definition av byggnadens konstruktion och allmän data

4.1.1.1 Allmänna parametrar

Byggnadens allmänna beskrivning anges med hjälp av parametrar som användaren anger:

Längd	ℓ_b
Bredd	w_b
Antal våningar	$n_{b,fl}$
Våningarnas anpassade yta	$a_{b,fl,custom}$

Våningarnas standardyta beräknas med ekvationen:

$$a_{b,fl,default} = n_{b,fl} \ell_b w_b \quad (\text{Ekv 1})$$

Beroende på optioner som användaren valt för beräkningen blir våningarnas golvyta:

$$\begin{aligned} a_{b,fl} &= a_{b,fl,custom} && \text{om ytan anges av användaren} && (\text{Ekv 2}) \\ a_{b,fl} &= a_{b,fl,default} && \text{i övriga fall} \end{aligned}$$

Byggnadens läge väljs bland städer i en databas. Följande parametrar finns i databasen för varje stad:

Land	
$\theta_{ext}(m)$	utcmhustemperatur under månad m [°C]
$I_{sol,k}(m, dir)$	solinstrålning i riktning dir under månad m [V/m ²]
$I_{sol,k,roof}(m)$	solinstrålning på tak under månad m [V/m ²]
$f_{H,shut}(m)$	dagens andel då det är nattetid (då extra isolering från solavskärmningar kan antas) under månad m för värmesystemet [-]
$f_{sh,with}(m, dir)$	den del av tiden då solavskärmning används [-]
Latitude	stadens latitud
Climate	kan vara sub-polär, mellanliggande eller tropisk,
Geiger Climate	kan vara Csa, Csb, Cfb, Dfb, Dfc

Utifrån *Climate* parameter fås följande parameter:

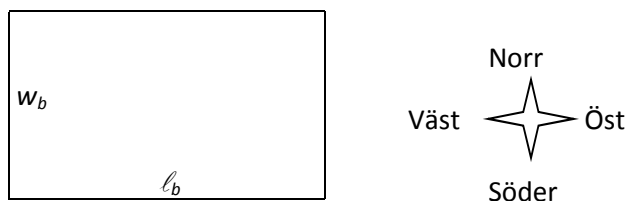
$$\Delta \theta_{er} \quad \text{genomsnittlig skillnad mellan yttre lufttemperatur och himmelstemperatur beroende på klimat (se tabell 14) [°C]}$$

I bilaga 3 finns tabeller där dessa värden anges för Coimbra, Tampere och Timisoara.

Flera bruksområden är tillgängliga för byggnaden (Bostadshus (RB), Kontorsbyggnad (OB), Kommersiell fastighet (CB) och Industribyggnad (IB)). Detta val påverkar flera standardvärden som listas i följande avsnitt.

Byggnadens form är rektangulär. Tillhörande uppgifter är:

ℓ_b	fasadlängd mot norr och söder [m]
w_b	fasadlängd mot väster eller öster [m]
$n_{b,fl}$	antal mellanliggande våningar [-]
h_{floor}	våningshöjd (densamma för alla våningar) [m]
$h_{floor,ceiling}$	våningshöjd under innertak (densamma för alla våningar) [m]
med begränsning att $h_{floor,ceiling} < h_{floor}$	
$a_{b,fl,custom}$	anpassningsbar yta för alla våningar [m ²]



Figur 1 : byggnadens form

Byggnadens totala yta beräknas med:

$$a_{b,fl,default} = (n_{b,fl} + 1) \cdot (\ell_b \cdot w_b - \ell_{b0} \cdot w_{b0})$$

Våningsytan som används i beräkningarna för modul A, C och D är ytan av mellanliggande våningar. Denna yta beräknas automatiskt enligt:

$$a_{b,fl,intern,default} = n_{b,fl} \cdot (\ell_b \cdot w_b - \ell_{b0} \cdot w_{b0})$$

Tre andra ytor används:

$A_{conditionedarea}$	total yta för luftkonditionerade utrymmen [m ²]
A_{area1}	yta för primära luftkonditionerade utrymmen (större interna värmevinster) [m ²]
A_{area2}	yta för andra luftkonditionerade utrymmen (mindre interna värmevinster) [m ²]

De uppfyller:

$$A_{conditionedarea} = A_{area1} + A_{area2}$$

$A_{conditionedarea}$ är densamma som byggnadens totala area $a_{b,fl,default}$, medan A_{area1} och A_{area2} beräknas som en procentuell del av $A_{conditionedarea}$ genom att använda Tabell 12 i Bilaga 2 (Yta 1 för primära luftkonditionerade utrymmen, och Yta 2 för övriga luftkonditionerade utrymmen). Dessa tre ytor visas inte.

4.1.1.2 Golvplattor

Stål:

Stålelement som används till byggnadens golvplattor definieras med följande parametrar:

Typen av platta väljs bland:

- Enkel platta (inget stål)
- Samverkansplatta
- Förlorad gjutform
- Prefabricerad
- Torrt golv

Stålplåten väljs ut i samma databas som i Ameco [1].

Den totala stålvikten i byggnadens golv beräknas med:

$$m_{tss} = m_{ssu} a_{b,fl} \quad (\text{Ek 3})$$

där m_{ssu} stålplåtens vikt (per ytenhet) från databasen;
 $a_{b,fl}$ golvytan (se 4.1.1.1)

Betong

Följande parametrar används för betongelement:

Betongsort väljs bland:

- Platsgjuten
- Prefabricerad

Kvalitet väljs bland:

- C20/25
- C30/37

Golvets totala tjocklek

t_{tfl}

Armeringsstål

m_{conrs}

Betongens totala vikt m_{consl} beräknas med:

$$m_{consl} = a_{b,fl} \rho_{consl} (t_{tfl} - t_{minss} + V_{tmin}) / 10^6 \quad (\text{Ek 4})$$

där $a_{b,fl}$ golvyta (se 4.1.1.1)
 $\rho_{consl} = 2360 \text{ kg/m}^3$
 t_{minss} stålplåtens minsta tjocklek, från databasen.
 V_{tminss} betongens volym där plattan är som tunnast, från databasen.

Noteringar:

- för torra golv, $m_{consl} = 0$
- för plattor utan stålplåt är $t_{minss} = 0$ och $V_{tmin} = 0$.

4.1.1.3 Bärande konstruktion

Stål:

Användaren anger parametrarna som beskriver konstruktionens stålelement:

Balkarnas totalvikt	m_{tsb}
Pelarnas totalvikt	m_{tsc}
Reglarnas totalvikt	m_{tst}
Skruvarnas totalvikt	m_{tbo}
Plåtförbandens totalvikt	m_{tpl}
Stålförlust	s_{plos}

Den senare innebär att det krävs att man producerar $m (1 + s_{plos})$ av en profil för att få den slutgiltiga vikten m för denna profil i konstruktionen.

Betong:

Parametrarna som beskriver betongkonstruktionen är, på samma sätt som för golvplattorna:

Betongbalkarnas totalvikt	m_{tcb}
Betongpelarnas totalvikt	m_{tcc}
Armeringsstålets totalvikt	m_{trs}

Betongsort väljs bland:

- Platsgjuten
- Prefabricerad

Kvalitet väljs bland:

- C20/25
- C30/37

Trä:

I Ameco beaktas trärelement med hjälp av flera olika mått. De nya parametrarna som beskriver trärelementen är:

Balkarnas totalvikt	m_{twb}
Pelarnas totalvikt	m_{twc}

4.1.1.4 Transportantaganden

Transport av betong från plats för tillverkning till byggplats:

Följande parametrar definierar transporten av betong:

Avstånd för betong producerad på plats	d_{conmix}
Avstånd för prefabricerad betong	d_{conreg}

Ameco beräknar de andelar av betong som produceras på plats eller prefabriceras enligt:

Andel av betong som produceras på plats	$m_{conmix} = m_1 + m_2$	(Ekv 5)
Andel av betong som prefabriceras	$m_{conreg} = m_3 + m_4$	(Ekv 6)

där $m_1 = m_{consl}$ om betongen i plattorna (se. 4.1.1.2) är platsgjuten; annars $m_1 = 0$
 $m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ om betongen i den bärande konstruktionen (se. 4.1.1.3) är platsgjuten; annars $m_2 = 0$
 $m_3 = m_{consl}$ om betongen i plattorna (se. 4.1.1.2) är prefabricerad; annars $m_3 = 0$

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ om betongen i den bärande konstruktionen (se. 4.1.1.3) är prefabricerad; annars $m_4 = 0$

Transport av stål från plats för tillverkning till byggplats:

Användaren kan använda genomsnittliga värden från den Europeiska databasen för ståltransporter eller ej.

Ameco beräkna den totala vikten av stål som transporteras enligt:

$$m_{tstrtot} = m_{tss} + m_{conrs} + m_{tsb} + m_{tsc} + m_{tsst} + m_{tbo} + m_{tpl} + m_{trs} \quad (\text{Ekv 7})$$

Om genomsnittliga värden inte används måste följande parametrar anges:

Stålvikt som transporteras med tåg	m_{str}
Avstånd för stål som transporteras med tåg	d_{str}
Stålvikt som transporteras med vanlig lastbil	m_{sreg}
Avstånd för stål som transporteras med vanlig lastbil	d_{sreg}

Dessutom måste följande relation uppfyllas:

$$m_{tstrtot} = m_{str} + m_{sreg} \quad (\text{Ekv 8})$$

Transport av trä från plats för tillverkning till byggplats:

Följande parametrar definierar transporten av trä:

Trävikten som transporteras med tåg	m_{wtr}
Avstånd för trä som transporteras med tåg	d_{wtr}
Trävikten som transporteras med vanlig lastbil	m_{wreg}
Avstånd för trä som transporteras med vanlig lastbil	d_{wreg}

Ameco beräknar den totala trävikten som transporteras enligt:

$$m_{twrtot} = m_{twb} + m_{twc} \quad (\text{Ekv 9})$$

Förutom ekvation 9 måste följande relation uppfyllas:

$$m_{twrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \quad (\text{Ekv 10})$$

4.1.1.5 Livsslut

Användaren kan ändra alla parametrar angående elementens livsslut.

Stål:

En del av stålelementen återvinns efter rivning av byggnaden. Andelen återanvänt material betecknas $eoI_{element}$. Dessutom kan vissa balkar och pelare återanvändas och en specifik andel re_{sbc} introduceras. De delar av materialet som inte återvinns eller återanvänds är förlorat material.

Därför anges följande förhållanden av användaren för att definiera stålets livsslut:

Återvinning av armeringsstål	eoI_{srs}
Återvinning av plåttäckning	eoI_{sd}
Återvinning av balkar och pelare	eoI_{sbc}
Återanvändning av balkar och pelare	re_{sbc}
Återvinning av reglar och skruvar	eoI_{sstbo}
Återvinning av plåtförband	eoI_{spl}

Betong:

Betongelement återvinns inte, men kan istället tas tillvara när de används som grus. Andelen av betong som tas tillvara betecknas $val_{element}$.

Följande parametrar anges av användaren för att definiera valoriseringen av betongen:

Valorisering av golv	val_{confl}
Valorisering av bärande konstruktion	val_{const}

Trä:

Efter rivning av en byggnad förbränns en del av träelementen. Under denna process frigörs energi som omvandlas till el i kraftverket.

Denna andel definierar livsslutet för träelementen och anges av användaren:

Förbränning av träelement med värmeåtervinning inc_w

4.1.2 Definition av en bro

4.1.2.1 Bärande konstruktion

Stål:

Parametrarna som används för att beskriva stålelementen i en bro är följande och anges av användaren:

Total vikt av profiler	m_{tspr}
Total vikt av skjuvförbindare	m_{tstbr}
Total vikt av ändplåtar	m_{tepbr}
Total vikt av andra sektioner	m_{totbr}
Total vikt av armeringsjärn	m_{torbr}
Stålförlust	s_{plos}

Den senare innebär att det krävs att man producerar $m (1 + s_{plos})$ av en profil förr att få den slutgiltiga vikten m för denna profil i konstruktionen.

Betong:

De parametrar som beskriver betonginslagen i bron ändras enligt följande:

Total vikt av betong	m_{tcb}
Total vikt av armeringsstål	m_{trsbr}

Betongsort väljs bland:

- Platsgjuten
- Prefabricerad

Kvalitet väljs bland:

- C20/25
- C30/37

4.1.2.2 Transportantaganden

Transport av betong från plats för tillverkning till byggplats:

Följande parametrar definierar transporten av betong:

Avstånd för betong producerad på plats	$d_{conmixbr}$
Avstånd för prefabricerad betong	$d_{conregbr}$

Ameco beräknar de andelar av betong som produceras på plats eller prefabriceras enligt:

Andel av betong som produceras på plats	$m_{conmixbr}$
Andel av betong som prefabriceras	$m_{conregbr}$

där $m_{conmixbr} = m_{tcbr}$ om betongen är platsgjuten; annars 0
 $m_{conregbr} = m_{tcbr}$ om betongen är prefabricerad; annars 0

Transport av stål från plats för tillverkning till byggplats:

Användaren kan använda genomsnittliga värden från den Europeiska databasen för ståltransporter eller ej.

Ameco beräknar den totala vikten av stål som transporteras enligt:

$$m_{tstrtotbr} = m_{tspr} + m_{tstr} + m_{tepr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \quad (\text{Ekv 11})$$

Om genomsnittliga värden inte används måste följande parametrar anges:

Stålvikt som transporteras med tåg	m_{strbr}
Avstånd för stål som transporteras med tåg	d_{strbr}
Stålvikt som transporteras med vanlig lastbil	m_{sregbr}
Avstånd för stål som transporteras med vanlig lastbil	d_{sregbr}

Dessutom måste följande relation uppfyllas:

$$m_{tstrtotbr} = m_{strbr} + m_{sregbr} \quad (\text{Ekv 12})$$

4.1.2.3 Livsslut

På samma sätt som för en byggnad kan användaren ändra alla parametrar angående brons livsslut.

Stål:

De förhållanden som definierar stålets livsslut anges av användaren:

Återvinning av profiler	eoI_{spbr}
Återanvändning av profiler	re_{spbr}
Återvinning av skjuvförbindare	eoI_{stbr}
Återvinning av ändplåtar	eoI_{sepbr}
Återvinning av andra sektioner	eoI_{sotbr}
Återvinning av annan armering	eoI_{sorbr}
Återvinning av armeringsstål	eoI_{srsbr}

Betong:

Med samma definition som för byggnader, anger användaren valoriseringen av betong:

Valorisering av betong	val_{conbr}
------------------------	---------------

4.1.3 Byggnadsskal

4.1.3.1 Fasadgeometri

Väggarna beskrivs med hjälp av följande parametrar:

$A_{lat,tot}(dir)$:	total yta för väggen mot <i>dir</i> beräknas automatiskt som produkten av längd gånger höjd [m ²]
$A_{lat,opening}(dir)$	öppningarnas yta för väggen mot <i>dir</i> som definieras med hjälp av förhållandet till den totala fasadytan [m ²]
$A_{lat}(dir)$:	netto yta för väggen mot <i>dir</i> beräknas automatiskt som skillnaden mellan $A_{lat,tot}(dir)$ och $A_{lat,opening}(dir)$ [m ²]
$F_{glazing,sh}(dir)$	skuggfaktor för öppningar i väggen mot <i>dir</i> , dolt standardvärde 1.
$F_{walls,sh}(dir)$	skuggfaktor för väggen mot <i>dir</i> , dolt standardvärde 1.

4.1.3.2 Fasadegenskaper

Användaren väljer typ av vägg och öppningar (*WallType* och *OpeningType*) bland alternativen i motsvarande lista av makrokomponenter (se tabell 16 och tabell 15 i Bilaga 2). De tillhörande parametrarna uppdateras:

U_{walls}	väggarnas U-värde [W/(m ² .K)], ej modifierbar
$k_{m,walls}$	termisk tröghet per kvadratmeter [J/(m ² .K)], dolt och ej modifierbar
$U_{mean,opening}$	Öppningarnas U-värde [W/(m ² .K)], ej modifierbar
g_n	transmittans för solinstrålning vinkelrät mot fönstren, dolt (se tabell 15 i Bilaga 2) [-]

Valet av solavskärmningar (*ShadingType* och *ShadingColor*, se tabell 21 i Bilaga 2) styr variabeln:

f_f	transmittans för solinstrålning hos ett fönster med solavskärmning [-]
-------	--

“Ingen solavskärmning” och “mellan” är standardval för *ShadingType* respektive *ShadingColor*. *ShadingColor* visas inte.

Valet av fönsterluckor (*ShutterType*, se tabell 13 i Bilaga 2) påverkar följande fyra variabler:

R_{sh}	ytterligare värmeövergångsmotstånd vid specifik luftgenomtränglighet i fönsterluckorna [m ² .K/W]
ΔR_{high}	hög eller mycket hög genomtränglighet [m ² .K/W]
ΔR_{avg}	normal genomtränglighet [m ² .K/W]
ΔR_{low}	låg genomtränglighet [m ² .K/W]

Dessa fyra variabler är dolda. Även följande variabler är dolda:

<i>NightHeatingActivation</i>	för kontroll av fönsterluckor, om de är stängda under natten för att minska värmeförluster genom fönstren på vintern gäller standardvärden enligt tabell 23 i Bilaga 2.
<i>DayCoolingActivation</i>	för kontroll av solavskärmningar, om de är aktiverade under dagen för att minska solvärmeverster genom fönstren på sommaren gäller standardvärden enligt tabell 23 i Bilaga 2.
<i>FrameAreaFraction</i>	standardvärde 0,3 [-]

4.1.3.3 Bottenbjälklag

Följande parametrar används för att definiera bottenbjälklaget:

U_f	bottenbjälklagets U-värde [W/(m ² .K)]
<i>GroundFloorType</i>	typ av grund som väljs av användaren som “platta på mark”, “krypgrund” eller “källare”
$D_{concretebasefloor}$	betongens tjocklek i bottenbjälklaget, standardvärde 0,2 [m]
$M_{steelbasefloor}$	vikt av armeringstål, standardvärde 0 [t]

Jordtypen *SoilType* (dolt standardvärde) styr två parametrar:

(ρc)	markens värmekapacitet (se tabell 22 i Bilaga 2), dolt [J/(m ³ .K)]
λ	markens värmeledningsförmåga (se tabell 22), dolt [W/(m.K)]

En annan dold parameter används:

w_{ground} källarväggarnas tjocklek, standardvärde 0,2, [m]

Bottenvåningens omkrets och yta visas inte men beräknas automatiskt enligt:

$$P_{eri} = 2(w_b + l_b)$$

$$A_{ground} = w_b \cdot l_b$$

Beroende på grundtyp (*GroundFloorType*) sätts följande dolda parametrar:

- Platta på mark
Flera alternativ finns att välja för isoleringen (*Edgeinsulation*): "ingen", "horisontell", "vertikal" eller "båda".

Ytterliga parametrar är:

$d_{n,hor}$ tjocklek på isoleringens horisontella kant [mm]
 λ_{hor} värmeledningsförmåga hos isoleringens horisontella kant [W/(m.K)]
 w_{hor} bredd på isoleringens horisontella kant [m]
 $d_{n,vert}$ tjocklek på isoleringens vertikala kant [mm]
 λ_{vert} värmeledningsförmåga hos isoleringens vertikala kant [W/(m.K)]
 w_{vert} djup på isoleringens vertikala kant [m]

- Krypgrund

De parametrar som definierar en krypgrund är:

h vägghöjd över marknivå som för en källare [m]
 h_z vägghöjd under marknivå [m]
 A_{irflow} luftflöde, standardvärde 0,1 [ac/h]
 A_{wind} ventilationsöppningarnas yta per omkretslängd, satt till 1, dold [m²/m]
 $w_{avgspeed}$ genomsnittlig vindhastighet vid 10 meters höjd, dold [m/s]

De 3 sista parametrarna är sammankopplade genom:

$$w_{avgspeed} = \frac{A_{irflow} \cdot A_{ground} \cdot (h + h_z)}{3600 \cdot P_{eri} \cdot A_{wind}}$$

4.1.3.4 Ytterligare parametrar

Några ytterligare parametrar är relaterade till byggnadsskalet. Dessa parametrar är dolda.

R_{se} extern värmegenomgångsmotstånd, standardvärde 0,04 [m².K/W]
 $\alpha_{s,c}$ absorptionskoefficient för solinstrålning, standardvärde 0,5 [-]
 h_r koefficient för extern värmeöverföring genom strålning, standardvärde 4,5 [W/(m².K)]
 C_m intern värmekapacitet [J/K], beräknad med:

$$C_m = k_{m,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat}(dir) + k_{m,roof} \cdot A_{roof} + k_{m,ext,floor} \cdot A_{ext,floor} + k_{m,ground} \cdot A_{ground} \\ + k_{m,interm,floor} \cdot a_{b,fl,interm} + k_{m,intern,walls} \cdot \left(Ratio_{intern,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat,tot}(dir) \right)$$

Där:

$k_{m,walls}$ väggarnas interna värmekapacitet [J/K/m²], värdet beror på makrokomponenten som valts för väggarna
 $k_{m,roof}$ takets interna värmekapacitet [J/K/m²], värdet beror på makrokomponenten som valts för taket
 $k_{m,ext,floor}$ intern värmekapacitet för externa våningar [J/K/m²], standardvärde 50000 J/K/m²

$k_{m,ground}$	intern värmekapacitet för bottenbjälklagen [J/K/m ²], standardvärde 50000 J/K/m ²
$k_{m,interm,floor}$	intern värmekapacitet för mellanliggande våningar [J/K/m ²], standardvärde 50000 J/K/m ²
$k_{m,intern,walls}$	intern värmekapacitet för innerväggar [J/K/m ²], standardvärdet är det dubbla värdet av $k_{m,walls}$ J/K/m ²
$Ratio_{intern,walls}$	förhålland mellan innerväggarnas yta och fasadens yta, standardvärde 40%

4.1.3.5 Tak

Användaren väljer makrokomponenten till taket enligt tabell 25 i Bilaga 2.

Följande parametrar definierar taket:

U_{roof}	U-värde för platt tak, standardvärdet är beroende av vilken makrokomponent som valts ut, inte modifierbar [W/(m ² .K)]
$A_{ext,floor}$	yttergolvyta, standardvärde 0, dold [m ²]
A_{roof}	yta för takets platta del, standardvärde beräknas utifrån byggnadens dimensioner, dold [m ²]
$A_{slopedroof}$	yta för takets lutande del, standardvärde 0, dold [m ²]
$A_{roof,opening}$	yta för öppningar i tak, standardvärde 0, dold [m ²]
$F_{glazing,sh,roof}$	skuggfaktor för öppningar i tak, standardvärde 1, dold
$U_{slopedroof}$	U-värde för lutande tak, standardvärde 0, dold [W/(m ² .K)]
$U_{ext,floor}$	U-värde för yttergolv, standardvärde 0, dold [W/(m ² .K)]
$U_{floorunconditionedspace}$	U-värde för golv med okonditionerat utrymme, standardvärde 0, dold [W/(m ² .K)]

4.1.4 Byggnadens nyttjande

Byggnadens nyttjande är indelat i tre perioder per dag; därtill beaktas arbetsdagar och helgdagar olika. Slutligen beaktas två saker med hänsyn till byggnadens nyttjande: å ena sidan invånarnas närvaro och, å andra sidan, behovet av ljus. Dessa val kan vara olika för de primära luftkonditionerade utrymmena (yta 1) och andra luftkonditionerade utrymmen (area 2).

Alla de 24 valen beskrivs med tre parametrar:

$h_{function,beg,place,Date,i}$	starttid [h]
$h_{function,end,place,Date,i}$	sluttid [h]
$Gain_{function,place,Date,i}$	intern värmevinst [h]

Där $function \in \{\text{occupancy; light}\}$, $place \in \{\text{area 1; area 2}\}$, $Date \in \{\text{Monday to Friday; Saturday to Sunday}\}$, $i \in \{1; 2; 3\}$.

Standardvärden visas i tabell 27 till tabell 30 (i Bilaga 2) beroende på byggnadstyp. Dessa 24 parametrar är dolda.

Förhållanden inomhus beror på invånarnas komfort och definieras av 4 parametrar. Standardvärden är enligt tabell 31 i Bilaga 2 och kan inte ändras:

$\theta_{int,set,H}$	uppvärmningstemperatur [°C]
$\theta_{int,set,C}$	kyltemperatur [°C]
n_H	luftflödes hastighet i uppvärmningsläge (per m ²) [ac/h]
n_C	luftflödes hastighet i kylningsvärme (per m ²) [ac/h]

4.1.5 Byggnadssystem

4 byggnadssystem betraktas:

4.1.5.1 Värmesystem

Användaren måste ange typen av värmesystem ($\eta_{HeatingType_System}$, se tabell 17 i Bilaga 2).

Detta val påverkar värmesystemets verkningsgrad som antas i beräkningar:

$\eta_{HeatingEfficiencySystem}$ värmesystemets verkningsgrad, dolt i normalt läge [-]

Typen av energi som används, med standardvärden enligt tabell 33 i Bilaga 2, styr en omvandlingsfaktor från energianvändning till primärenergi:

$k_{energytype,heating}$ typ av energi (se tabell 20 i Bilaga 2) [kgoe/kWh]

Dessa två fält är dolda.

Följande två parametrar används men visas inte. Deras värden är enligt tabell 32 i Bilaga 2.

$h_{begd,heating}$ starttid för driftschema [h]

$h_{end,heating}$ sluttid för driftschema [h]

$NbDay_{working,heating}$ antal drift dagar per vecka [-]

4.1.5.2 Kylsystem

Användaren måste ange typen av kylsystem ($\eta_{CoolingType_System}$, se tabell 18 i Bilaga 2).

Detta val påverkar kylsystemets verkningsgrad:

$\eta_{CoolingEfficiencySystem}$ kylsystemets verkningsgrad, dolt [-]

Typen av energi som används, med standardvärden enligt tabell 33 i Bilaga 2, styr en omvandlingsfaktor från energianvändning till primärenergi:

$k_{energytype,cooling}$ typ av energi (se tabell 20) [kgoe/kWh]

Dessa två fält är dolda.

Som för värmesystemet Slutligen, definieras en parameter enligt värden i tabell 34:

$NbDay_{working,cooling}$ antal drift dagar per vecka [-]

4.1.5.3 Ventilationssystem

Definitionen av ventilationssystemet baseras på användningen av en värmeväxlare ($HeatRecovery$). I detta fall karaktäriseras systemet av:

$HeatRecovery\%$ luftflödets andel (i volym) som passerar genom värmeväxlaren, standardvärde 0,8, dolt [-]

η_{hru} värmeväxlarens verkningsgrad, standardvärde 0,6, dolt [-]

4.1.5.4 Tappvarmvattensystem (DHW)

Typen av tappvarmvattensystem ($\eta_{TypeDHW}$, se tabell 19 i Bilaga 2) styr tappvarmvattensystemets verkningsgrad:

η_{DHW} tappvarmvattensystemets verkningsgrad, dold i normalt läge [-]

Typen av energi som används ($EnergyType_{DHW}$), med standardvärden enligt tabell 35, styr en omvandlingsfaktor från energianvändning till primärenergi:

$k_{energytype,DHW}$ typ av energi (se tabell 20) [kgoe/kWh]

Tappvarmvattensystemet beror på flera parametrar:

$\theta_{w,t}$ önskad vattentemperatur vid uttagspunkt, standardvärde 60, dold [°C]
 $\theta_{w,outside}$ vattnets inloppstemperatur, standardvärde 15, dold [°C]
 $DHW_{energyreduction}$ andel energi till tappvarmvattensystemet som kommer från förnybara källor, standardvärde 0, dold [-]

4.2 Konstanter och specifika parametrar:

Allmänna konstanter:

$MonthLength(m)$ antal sekunder i månaden m i megasekunder
 $MonthDay(m)$ antal dagar i månaden m [-]
 $NbDayWorking(m)$ antal arbetsdagar i månaden m [-]

Följande specifika parametrar behandlas på ett specifikt sätt. Till en början var de indata, men eftersom deras mening inte är tydlig för användaren så behandlas de som konstanter i AMECO 3.

F_w korrektionsfaktor för splitterfritt glas [-]
 f_w vindskyddsfaktor [-]
 $b_{tr,U}$ justeringsfaktor för okonditionerat utrymme [-]
 $F_{r,v}$ formfaktor för vertikalt tak [-]
 $F_{r,h}$ formfaktor för horisontella väggar [-]

Specifika parametrar för värmesystemet:

$k_{D,cor,H}$ korrektionsfaktor för värmeöverföring genom ledning [-]
 $k_{cor,ve,H}$ korrektionsfaktor för värmeöverföring genom konvektion [-]
 $k_{cor,int,H}$ korrektionsfaktor för interna värmvinster [-]
 $k_{cor,H}$ korrektionsfaktor för solvärmvinster [-]
 a_{H0} dimensionslös referens för numerisk parameter [-]
 τ_{H0} Referens tidskonstant [h]
 $b_{H,red}$ Empirisk korrelationsfaktor (satt till 3) [-]

Vissa av dessa parametrar beror på Geiger klimat och användning av solavskärmning (se tabell 26).

Specifika parametrar för kylsystemet:

$k_{D,cor,C}$ korrektionsfaktor för värmeöverföring genom ledning [-]
 $k_{cor,ve,C}$ korrektionsfaktor för värmeöverföring genom konvektion [-]
 $k_{cor,int,C}$ korrektionsfaktor för interna värmvinster [-]
 $k_{cor,C}$ korrektionsfaktor för solvärmvinster [-]
 a_{C0} dimensionslös referens numerisk parameter [-]
 τ_{C0} Referenstid konstant [h]
 $b_{C,red}$ Empirisk korrelationsfaktor (satt till 3) [-]

Vissa av dessa parametrar beror på Geiger klimat och användning av solavskärmning (se tabell 26).

Konstanter för tappvarmvattensproduktionen:

Följande tre konstanter definieras (bostadshus). Deras värden är enligt EN15316-3-1:

$$X = 62 \text{ [l/(dag.m}^2\text{)]}$$

$$Y = 160 \text{ [l/(dag.m}^2\text{)]}$$

$$Z = 2 \text{ [l/(dag.m}^2\text{)]}$$

4.3 Beräkning av en konstruktions miljöpåverkan

4.3.1 Principer

Metoden som används i Ameco 3 inkluderar 24 indikatorer för miljöpåverkan. Var och en delas in i fyra moduler:

- Modul A: Tillverknings- och byggskede
- Modul B: Brukskede
- Modul C: Livsslut
- Modul D: Fördelar och belastningar utanför systemgränserna

De 24 indikatorerna följer samma ekvationer. Den enda skillnaden mellan dem är koefficienternas värde. Alla dessa koefficienter anges i tabell 2 och 3.

Koefficienternas beteckningar anges i tabell 2 och värden ges i följande avsnitt. Ameco kan redovisa värdena för alla parametrar som beskrivs i detta kapitel. Alla parametrar i detta kapitel har samma värde för byggnader och broar. De kan inte ändras.

I Ameco, Karaktäriseringsfaktorer för 10 indikatorer. De övriga 14 indikatorer kommer att vara lika med noll.

Karaktäriseringsfaktor	Beteckning
RER: Stålblåt (Worldsteel)	$k_{RERStPI}$
RER: Stålpålar (Worldsteel)	$k_{RERStSec}$
GLO: Armering (Worldsteel)	k_{GLOSt}
RER: varmförzinkat stål (Worldsteel)	$k_{RERStHDG}$
DE: Betong C20/25 (PE)	$k_{DEConC20}$
DE: Betong C30/37 (PE)	$k_{DEConC30}$
DE: Limträ (PE) [för 1kg]	k_{DEW}
GLO: Skrotvärde (Worldsteel)	k_{GLO}
Rivning av byggnader i stål – för behandling av 1kg	$k_{StBldgDem}$
CH: deponering, byggnad, betong, oarmerad, till slutlig deponering	k_{CHCon}
CH: deponering, building, armering, till slutlig deponering	k_{CHSt}
CH: deponering, byggnad, betong, oarmerad, till sortering [inkl. 40% till deponi]	$k_{CHConPlt}$
CH: deponering, byggnad, armeringsjärn, till sorteringsanläggning	$k_{CHStPlt}$
CH: deponering, betong, 5% vatten, till deponi för inert material	$k_{CHConLdf}$
CH: grus, odefinierat, vid bergtäckt	k_{CHGr}
RER: Deponi för inert material (Stål) (PE)	$k_{RERStLdf}$
EU-27: Förbränning av trä (OSB, spånskivor) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg trä]	k_{EUWWa}
Kredit för avfallsförbränning (agg minus p-agg)	k_{Wa}
EU-27: Deponering av trä (OSB, spånskivor) PE <p-agg>	k_{EUWLdf}
CH: deponering, inert material, 0% vatten, till deponi	k_{CHLdf}
RER: transport med lastbil PE [för 1tkm]	k_{RERALT}

Transport med tåg [för 1tkm]	k_{Tr}
Transport med betongbil [för 100kgkm]	k_{Cont}
Genomsnittlig transport av stål i Europa [för 1t och genomsnittligt avstånd i Europa]	k_{StAvg}
EU-27: Elmix (PE) [1kWh]	k_{EUElec}
Elutvinning	k_{EOR}
RER: Stålplåt (Worldsteel) (inflöde av skrot)	$k_{RERStPIO}$
RER: Stålprofiler (Worldsteel) (inflöde av skrot)	$k_{RERStSecO}$
RER: Varmförzinkat stål (Worldsteel) (inflöde av skrot)	$k_{RERStHDGO}$
GLO: Armering (Worldsteel) (inflöde av skrot)	k_{GLOStO}

Tabell 2 : Karaktäriseringsfaktorerens benämning

Akronymerna som används i tabell 2 står för:

- GLO : Global (genomsnittlig)
- DE : Tysk (genomsnittlig)
- CH : Schweizisk (genomsnittlig)

De 5 sista Karaktäriseringsfaktorerna (dimensionslösa) har samma värde för alla indikatorer:

k_{EOR}	8,865E-01
$k_{RERStPIO}$	1.125E-01
$k_{RERStSecO}$	8,492E-01
$k_{RERStHDGO}$	9,162E-02
k_{GLOStO}	6,983E-01

Tabell 3 : faktorer för inflöde av skrot

4.3.1.1 Parametrar som beskriver miljöpåverkan

Tabell 4 innehåller faktorernas värden för indikatorerna GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP-ämne och ADP-fossila bränslen.

	GWP	ODP	AP	EP	POCP	APD-ämne	ADP-fossila br.
	t CO2 ekv / t	t CFC ekv / t	t SO2 ekv / t	t Eten ekv / t	t PO4 ekv / t	t Sb ekv / t	GJ NCV / t
$k_{RERStPI}$	2,458E+00	9,112E-09	6,229E-03	4,424E-04	1.170E-03	5,396E-07	2,538E+01
$k_{RERStSec}$	1.143E+00	4,948E-08	3,158E-03	2,706E-04	5,051E-04	-7,001E-06	1.239E+01
k_{GLOSt}	1.244E+00	1.110E-08	3,533E-03	2,802E-04	5,494E-04	-2,103E-06	1.349E+01
$K_{RERStHDG}$	2,556E+00	3,726E-08	6,980E-03	4,486E-04	1.243E-03	2,318E-05	2,621E+01
$k_{DEConC20}$	9,883E-02	5,635E-11	1.485E-04	2,610E-05	1.740E-05	1.553E-07	4,626E-01
$k_{DEConC30}$	1.114E-01	6,562E-11	1.524E-04	2,553E-05	1.778E-05	1.867E-07	4,545E-01
k_{DEW}	-1.185E+00	1.347E-09	1.179E-03	1.418E-04	1.243E-04	1.317E-07	7,670E+00
k_{GLO}	1.512E+00	-4,834E-08	3,610E-03	9,974E-05	8,072E-04	7,272E-06	1.598E+01
$k_{StBldgDem}$	8,810E-04	3,251E-12	9,345E-06	1.193E-06	8,336E-07	3,461E-10	1.212E-01
k_{CHCon}	1.401E-02	3,098E-09	8,901E-05	2,551E-05	1.590E-05	1.448E-08	2,771E-01
k_{CHSt}	6,732E-02	9,741E-09	4,988E-04	1.387E-04	7,727E-05	2,544E-08	1.017E+00
$k_{CHConPlt}$	1.398E-02	2,527E-09	3,581E-04	2,831E-05	1.456E-05	1.956E-08	2,398E-01
$k_{CHStPlt}$	6,139E-02	7,782E-09	4,629E-04	1.295E-04	6,945E-05	2,279E-08	8,537E-01
$k_{CHConLdf}$	7,102E-03	2,128E-09	4,226E-05	1.223E-05	8,602E-06	7,345E-09	1.785E-01
k_{CHGr}	2,824E-03	3,257E-10	1.760E-05	6,317E-06	2,284E-06	9,374E-09	3,626E-02
$k_{RERStLdf}$	1.396E-02	1.368E-11	8,491E-05	1.163E-05	8,972E-06	4,949E-09	1.865E-01
k_{EUWWa}	1.671E+00	2,920E-09	6,252E-04	1.428E-04	4,099E-05	-4,267E-08	5,289E-01
k_{Wa}	-7,514E-01	-7,786E-08	-4,946E-03	-2,013E-04	-2,622E-04	-3,164E-08	-8,651E+00
k_{EUWLdf}	1.455E+00	2,606E-10	4,386E-04	1.878E-03	3,408E-04	1.370E-08	1.082E+00
k_{CHLdf}	1.228E-02	3,091E-09	7,480E-04	2,565E-05	1.382E-05	1.490E-08	2,781E-01
k_{RERALT}	4,714E-02	1.749E-11	3,085E-04	7,432E-05	-1.260E-04	1.861E-09	6,515E-01
k_{Tr}	1.711E-02	8,846E-10	8,593E-05	9,950E-06	7,298E-06	1.250E-09	2,036E-01
k_{Cont}	1.201E-02	4,452E-12	7,527E-05	1.806E-05	-3,035E-05	4,739E-10	1.659E-01
k_{StAvg}	2,422E+01	1.328E-07	1.548E-01	3,578E-02	-5,727E-02	1.037E-06	3,301E+02
k_{EUElec}	4,887E-01	3,192E-08	2,083E-03	1.118E-04	1.267E-04	4,007E-08	5,569E+00

Tabell 4: Karaktäriseringsfaktorer

4.3.1.2 Parametrar som beskriver resursanvändning, sekundära material och bränsle, samt vattenanvändning

Tabell 5 innehåller Karaktäriseringsfaktorer för tre indikatorer:

- Den totala användningen av förnybar primärenergi (primärenergi och primärenergi som används som råmaterial) [RPE-Total].
- Den totala användningen av icke förnybar primärenergi (primärenergi och primärenergi som används som råmaterial) [Non RPE-Total].
- Nettoanvändningen av färskvatten [NFW].

	RPE-Total	Non RPE total	NFW
	GJ NCV / t	GJ NCV / t	10 ³ m ³ / t
$k_{RERStPI}$	2,987E-01	2,577E+01	1.352E-02
$k_{RERStSec}$	6,107E-01	1.419E+01	1.332E-03
k_{GLOSt}	2,362E+00	1.406E+01	1.387E-02
$k_{RERStHDG}$	5,477E-01	2,768E+01	1.586E-02
$k_{DEConC20}$	3,458E-02	5,084E-01	3,208E-04
$k_{DEConC30}$	3,692E-02	5,077E-01	3,225E-04
k_{DEW}	1.855E+01	8,766E+00	6,636E-01
k_{GLO}	-8,226E-01	1.423E+01	1.307E-02
$k_{StBldgDem}$	4,747E-03	1.216E-01	1.228E-04
k_{CHCon}	2,259E-03	2,879E-01	1.264E-02
k_{CHSt}	5,325E-03	1.043E+00	3,083E-02
$k_{CHConPlt}$	8,531E-03	2,821E-01	4,905E-02
$k_{CHStPlt}$	9,525E-03	9,019E-01	5,568E-02
$k_{CHConLdf}$	1.464E-03	1.855E-01	7,997E-03
k_{CHGr}	6,248E-03	6,613E-02	3,753E-02
$k_{RERStLdf}$	1.450E-02	1.960E-01	2,788E-04
k_{EUWWa}	1.618E-02	6,576E-01	4,269E-03
k_{Wa}	-1.063E+00	-1.172E+01	-1.042E-03
k_{EUWLdf}	4,911E-02	1.134E+00	3,901E-02
k_{CHLdf}	4,758E-03	3,005E-01	3,552E-04
k_{RERALT}	2,553E-02	6,539E-01	6,604E-04
k_{Tr}	3,643E-02	2,858E-01	1.561E-04
k_{Cont}	6,499E-03	1.665E-01	1.681E-04
k_{StAvg}	1.694E+01	3,428E+02	3,275E-01
k_{EUElec}	1.246E+00	8,534E+00	3,829E-03

Tabell 5 : Karaktäriseringsfaktorer för resursanvändning, sekundära material och bränslen, samt vattenanvändning

På grund av brist på data är faktorerna för följande indikatorer lika med noll (detta leder till miljöpåverkan lika med noll):

- Användning av förnybar energi exklusiv förnybar primärenergi som används som råmaterial [RPE].
- Användning av förnybar energi som används som råmaterial [RER].
- Användning av icke förnybar energi inklusive icke förnybar primärenergi som används som råmaterial [Non-RPE].
- Användning av icke förnybar energi som används som råmaterial [Non-RER].

- Användning av sekundärmaterial [SM].
- Användning av sekundära bränslen [RSF].
- Användning av icke förnybara sekundära bränslen [Non-RSF].

4.3.1.3 Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier

Tabell 6 innehåller Karaktäriseringsfaktorer för följande indikatorer:

- Deponering av farligt avfall.
- Deponering av ofarligt avfall.
- Deponering av radioaktivt avfall.

	Deponering av farligt avfall	Deponering av ofarligt avfall	Deponering av radioaktivt avfall
	t / t	t / t	t / t
$k_{RERStPI}$	-6,239E-04	-1.306E-03	-1.663E-04
$k_{RERStSec}$	-5,212E-04	-8,676E-04	-3,832E-04
k_{GLOSt}	-2,460E-04	-1.186E-04	-1.428E-04
$k_{RERStHDG}$	-4,771E-04	-6,745E-04	-4,717E-04
$k_{DEConC20}$	0,000E+00	0,000E+00	-1.859E-05
$k_{DEConC30}$	0,000E+00	0,000E+00	-2,164E-05
k_{DEW}	0,000E+00	1.483E+00	4,461E-04
k_{GLO}	-1.536E-05	-3,524E-06	5,177E-04
$k_{StBldgDem}$	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
k_{CHCon}	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
k_{CHSt}	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
$k_{CHConPlt}$	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
$k_{CHStPlt}$	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
$k_{CHConLdf}$	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
k_{CHGr}	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
$k_{RERStLdf}$	0,000E+00	1.000E+00	-3,459E-06
k_{EUWWa}	0,000E+00	-6,430E-02	-3,659E-05
k_{Wa}	0,000E+00	1.940E+00	9,767E-04
k_{EUWLdf}	0,000E+00	4,813E-01	-1.972E-05
k_{CHLdf}	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
k_{RERALT}	0,000E+00	0,000E+00	-9,099E-07
k_{Tr}	0,000E+00	0,000E+00	-3,383E-05
k_{Cont}	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
k_{StAvg}	0,000E+00	0,000E+00	-5,190E-03
k_{EUElec}	0,000E+00	-1.827E+00	-1.220E-03

Tabell 6 : Karaktäriseringsfaktorer för övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier

4.3.1.4 Övrig miljöinformation som beskriver utflöden

Karaktäriseringsfaktorerna är okända och sätts till noll i Ameco 3 för följande fyra indikatorer:

- Komponenter som återanvänds.
- Material för återvinning.
- Material för energiutvinning.
- Exporterad energi.

4.3.2 Miljöpåverkan av en byggnad

4.3.2.1 Modul A

Ekvationerna som används för bestämning av miljöpåverkan för modul A är:

Modul A			
Tillverkningsskede	A1 Råmaterial anskaffning	Betong i golv	$m_{consl} k_{DECon}$
		Stålblåt	$m_{tss} k_{RERStHDG}$
		Betong i konstruktionen	$(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$
		Stålarmering	$(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$
		Stålbalkar	$m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Stålpelare	$m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Träbalkar	$m_{twb} k_{DEW}$
		Träpelare	$m_{twc} k_{DEW}$
	A3 Tillverkning	Tillverkningsförluster	$(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$
		Ståltrekar och skruvar	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$
		Plåtförband	$m_{tpl} k_{RERStPI}$
	A1-A3	Makrokomponent	
Byggskede	A4 Transport	Betong - betongbil	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		Betong – vanlig lastbil	$m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$
		Stål – vanlig lastbil	$m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$
		Stål - tåg	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		Stål – genomsnittlig transport	$m_{tstrtot} k_{StAvg}$
		Trä - tåg	$m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$
		Trä - vanlig lastbil	$m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$
		Makrokomponent	
Total Modul A			Summan av alla kvantiteter i modul A

Tabell 7 : miljöpåverkan för modul A

De markerade ekvationerna i tabellen ovan visar relationer som ändrats eller lagts till inom ramen för LVS3-projektet.

Med hänsyn till de nya parametrarna för grunden modifieras följande ekvationer:

Total betongvikt $m_{consl,LVS3}$:

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Vikt av stålarmering:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) k_{GLOSt}$$

Ytterligare en del beaktas i tillverkningskedet:

Macro – component_{A1–A3}

$$= \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A1-A3,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{A1-A3,opening} + A_{roof} \cdot k_{A1-A3,roof}$$

Den totala vikten av stål som transporteras $m_{tstrtot,LVS3}$ är nu:

$$m_{tstrtot,LVS3} = m_{tstrtot} + M_{steelbasefloor}$$

Ytterligare en del beaktas i tillverkningskedet:

$$Macro - component_{A4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{A4,opening} + A_{roof} \cdot k_{A4,roof}$$

Värdena för $k_{A1-A3,wall}$, $k_{A4,wall}$, $k_{A1-A3,opening}$ och $k_{A4,opening}$ anges i Bilaga 3 - .

4.3.2.2 Modul B: Bruksskede

Beräkningarna för bruksskedet involverar flera olika steg. Det första steget avser beräkningen av grundens egenskaper. Sedan utvärderas energibehovet för uppvärmning och tillhörande solvärmevinster. En liknande metod används för kylning och tillhörande solvärmevinster. Därefter behandlas tappvarmvattensystemet. Till sist summeras resultaten från alla föregående beräkningar.

4.3.2.2.1 Beräkning av grundens egenskaper (ISO 13370)

Denna del syftar till att få fram $H_g, H_{pi}, H_{pe}, \alpha$ och β .

Oberoende av *GroundFloorType*, uppskattas följande mellanliggande parametrar:

$$\begin{aligned} B' &= \frac{A_{ground}}{0,5P_{eri}} \\ d_{ground} &= w_{ground} + \frac{\lambda}{U_f} \\ \delta &= \sqrt{\frac{3,15 \cdot 10^7 \lambda}{\pi(\rho c)}} \\ U_g &= \frac{2 \cdot \lambda}{\pi B' + d_{ground}} \cdot \ln \left(1 + \frac{\pi B'}{d_{ground}} \right) \end{aligned}$$

Eftersom den inre temperaturen antas vara konstant fås:

$$H_{pi} = 0$$

Dessutom anses värdet på α vara unikt för grundens givna typ:

$$\alpha = 0$$

De övriga parametrarna är beroende av **typen av grund**:

- **Platta på mark**

$$\beta = 1$$

Beräkning av H_g

$$U = \begin{cases} U_g & \text{om } d_{ground} < B' \\ \frac{\lambda}{0,457B' + d_{ground}} & \text{annars} \end{cases}$$

som leder till:

$$H_g = U \cdot A_{ground}$$

Beräkning av H_{pe}

$$d'_{n,hor} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_{hor}} - 1 \right) \cdot d_{n,hor} \cdot 10^{-3}$$

$$d'_{n,vert} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_{vert}} - 1 \right) \cdot d_{n,vert} \cdot 10^{-3}$$

$$H_{pe,hor} = 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[\left(1 - \exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,hor}}\right) + \exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe,vert} = 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[\left(1 - \exp\left(-\frac{2 \cdot w_{vert}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,vert}}\right) + \exp\left(-\frac{2 \cdot w_{vert}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) & \text{om edgeinsulation} \doteq \text{none none} \\ H_{pe,hor} & \text{om edgeinsulation} = \text{horizontal} \\ H_{pe,vert} & \text{om edgeinsulation} = \text{vertical} \\ \min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & \text{annars} \end{cases}$$

Beräkning av H_{pe}

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[\exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2 \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right) \right] & \text{om BasementType} = \text{heated} \\ \frac{0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_H \cdot V}{A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_H \cdot V + A_{ground} \cdot U_f} & \text{om BasementType} = \text{unheated, för uppvärmningsläget} \\ \frac{0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_C \cdot V}{A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_C \cdot V + A_{ground} \cdot U_f} & \text{om BasementType} = \text{unheated, för kylningsläget} \end{cases}$$

• Krypgrund

$$\beta = 0$$

Beräkning av H_g

$$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_{walls}}{B'} + \frac{1450 \cdot A_{wind} \cdot w_{avgspeed} \cdot f_w}{B'}$$

$$U_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g}}$$

$$H_g = U_{eq} \cdot A_{ground}$$

Beräkning av H_{pe}

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0,37 P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln \left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}} \right) + U_x \cdot A_{ground}}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}$$

4.3.2.2.2 Energibehov för uppvärmning och solvärmevinster

Beräkningen av energibehov och solvärmevinster är ganska lik för både uppvärmning och kylning. Endast ett fåtal ekvationer skiljer sig åt och vissa variabler har specifika värden beroende på det läge som beaktas. Därför baseras beräkningen på samma modul i Ameco 3 och specificiteter för varje läge beaktas.

- **Grundparametrar**

Innan beräkningen av energibehovet för uppvärmning börjar tilldelas ett antal parametrar specifika värden för uppvärmningsläget. De är:

$$H_g = H_{g,H}$$

$$H_{pi} = H_{pi,H}$$

$$H_{pe} = H_{pe,H}$$

$$\bar{\theta}_t = \theta_{int,set,H}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,H}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,H}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,H}$$

$$k_{cor} = k_{cor,H}$$

$$f_{shut}(m) = f_{H,shut}(m)$$

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

$$\tau_0 = \tau_{H0}$$

$$b_{red} = b_{Hed}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{HeatingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,heating}$$

- **Värmeöverföring genom ledning**

Följande ekvationer fokuserar på värmeöverföring till marken.

Den genomsnittliga årliga yttretemperaturen är:

$$\bar{\theta}_{ext} = \sum_{m} \frac{\theta_{ext}(m)}{12}$$

Amplituderna för variationerna i den månatliga genomsnittstemperaturen är:

$$\hat{\theta}_t = 0$$

$$\widehat{\theta}_e = \frac{\max(\theta_{ext}(m)) - \min(\theta_{ext}(m))}{2}$$

Och den månatliga genomsnittstemperaturen för månaden m är:

$$\theta_i(m) = \overline{\theta}_i - \widehat{\theta}_i \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

$$\theta_e(m) = \overline{\theta}_e - \widehat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

Där τ_m är månadsindex när ytttemperaturen är som minst.

Den månatliga värmeflödet är:

$$\phi(m) = H_g \cdot (\overline{\theta}_i - \overline{\theta}_e) - H_{pi} \widehat{\theta}_i \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m + \alpha}{12}\right) + H_{pe} \widehat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m - \beta}{12}\right)$$

Det leder till en värmeöverföringskoefficient för månatlig värmeförlust genom ledning till marken:

$$H_g(m) = \frac{\phi(m)}{\theta_i(m) - \theta_e(m)}$$

Slutligen är den totala värmeöverföringen till marken:

$$Q_{tr,g}(m) = \frac{24}{1000} \cdot \phi(m) \cdot MonthDay(m) \text{ [kWh]}$$

Värmeöverföringen genom ledning utvärderas för flera delar av byggnadsskalet nämligen väggar, fönster, tak, golv mot mark (platta på mark) och bottenbjälklag.

Väggar

$$A_{lat} = \sum_{dir} A_{lat}(dir)$$

Genom att använda väggarnas totala yta i sidled blir väggarnas värmeöverföringskoefficient för värmeöverföring genom ledning:

$$H_{D,walls} = U_{walls} \cdot A_{lat} \cdot k_{D,cor}$$

Och väggarnas totala värmeöverföring genom ledning:

$$Q_{tr,walls}(m) = \frac{H_{D,walls}}{3,6} (\overline{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Fönster

$$A_{lat,opening} = \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir)$$

$$U_{W+shut,0} = \frac{1}{\frac{1}{U_{mean,opening}} + R_{sh} + \Delta R_{avg}}$$

$$U_{W+shut}(m) = U_{W+shut,0} \cdot f_{shut}(m) + U_{mean,opening} \cdot (1 - f_{shut}(m))$$

Fönstrens värmeöverföringskoefficient för värmeöverföring genom ledning till den yttre miljön är:

$$H_{D,glazing}(m) = \begin{cases} U_{W+shut}(m) \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{om NightHeatdingActivation} = YES \\ U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{annars} \end{cases}$$

Och fönstrens totala värmeöverföring genom ledning:

$$Q_{tr,glazing}(m) = \frac{H_{D,glazing}(m)}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Golv mot mark och bottenbjälklag

Golvets värmeöverföringskoefficient för värmeöverföring genom ledning är:

$$H_{D,ext,floor} = U_{ext,floor} \cdot A_{ext,floor} \cdot k_{D,cor}$$

Därför är golvets totala värmeöverföring genom ledning:

$$Q_{tr,ext,floor}(m) = \frac{H_{D,ext,floor}}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Och den totala värmeöverföringen genom ledning till marken är:

$$Q_{tr,ground}(m) = Q_{tr,g}(m) \cdot k_{D,cor} \text{ [kWh]}$$

Tak

Takets värmeöverföringskoefficient för värmeöverföring genom ledning definieras på samma vis som övriga överföringskoefficienter:

$$H_{D,roof} = U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot k_{D,cor}$$

$$H_{D,pitchedroof} = U_{slopedroof} \cdot A_{slopedroof} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Takets totala värmeöverföring genom ledning är:

$$Q_{tr,roof}(m) = \frac{H_{D,roof}}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

$$Q_{tr,pitchedroof}(m) = \frac{H_{D,pitchedroof}}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Den totala värmeöverföringen genom ledning beräknas med:

$$Q_{tr}(m) = Q_{tr,walls}(m) + Q_{tr,glazing}(m) + Q_{tr,ext,floor}(m) + Q_{tr,roof}(m) + Q_{tr,ground}(m) + Q_{tr,pitchedroof}(m) \text{ [kWh]}$$

Värmeöverföringskoefficienterna för värmeöverföring genom ledning till marken och till okonditionerade utrymmen uppskattas med:

$$H_{g,cor}(m) = H_g(m) \cdot k_{D,cor}$$

$$H_u = A_{slopedroof} \cdot U_{unconditionedarea} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Den totala värmeöverföringskoefficienten för värmeöverföring genom ledning beräknas med:

$$H_D(m) = H_{D,walls} + H_{D,glazing}(m) + H_{D,ext,floor} + H_{D,roof}$$

$$H_{tr,adj}(m) = H_D(m) + H_{g,cor}(m) + H_u$$

- **Värmeöverföring genom konvektion**

Värmeöverföringen genom konvektion baseras på följande uttryck:

Luftflöde (m³/s):

$$q_{ve,k} = \frac{AFR_{floor} \cdot h_{floor,ceiling} \cdot A_{conditionedarea}}{3600}$$

Justeringsfaktor för luftflödestemperatur:

$$b_{ve,k} = \begin{cases} 1 & \text{om } HeatRecovery = NO \\ 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100} \cdot \eta_{hru} & \text{annars} \end{cases}$$

Genomsnittlig luftflöde (m³/s):

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,k} \cdot f_{ve,t,k}$$

Där andelen av luftflödet som går genom värmeväxlaren är:

$$f_{ve,t,k} = 1$$

Denna koefficient varierar från 0,99 till 1.0 eftersom η_{hru} är mellan 0 och 1.

Så att värmeöverföringskoefficienten för värmeöverföring genom konvektion är:

$$H_{ve,adj} = 1200 \cdot b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}$$

Och den tillhörande totala värmeöverföringen genom konvektion är:

$$Q_{ve}(m) = \frac{H_{ve,adj}}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \cdot k_{cor,ve} \text{ [kWh]}$$

- **Interna värmevinster**

Interna värmevinster beräknas med samma metod för vinster från invånare, apparater och belysning i byggnaden.

Några hjälpvariabler introduceras:

$$PartA = A_{area1} \cdot \left[|h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \right. \\ \left. + |h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \right. \\ \left. + |24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} + h_{occ,end,kitch,MtoF,3}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} \right]$$

$$PartB = A_{area2} \cdot \left[|h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1}| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,1} \right. \\ \left. + |h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2}| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,2} \right. \\ \left. + |24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} + h_{occ,end,other,MtoF,3}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} \right]$$

$$\begin{aligned}
 PartC = A_{area1} \cdot & \left[\left| h_{occ,beg,kitch,StoS,1} - h_{occ,end,kitch,StoS,1} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,1} \right. \\
 & + \left| h_{occ,beg,kitch,StoS,2} - h_{occ,end,kitch,StoS,2} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,2} \\
 & \left. + \left| 24 - h_{occ,beg,kitch,StoS,3} + h_{occ,end,kitch,StoS,3} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PartD = A_{area2} \cdot & \left[\left| h_{occ,beg,other,StoS,1} - h_{occ,end,other,StoS,1} \right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,1} \right. \\
 & + \left| h_{occ,beg,other,StoS,2} - h_{occ,end,other,StoS,2} \right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,2} \\
 & \left. + \left| 24 - h_{occ,beg,other,StoS,3} + h_{occ,end,other,StoS,3} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \right]
 \end{aligned}$$

Sedan kan värmevinster från invånare och apparater härledas:

$$\begin{aligned}
 \phi_{int,mn}(m) = & \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA + PartB\}}{1000} \\
 & + \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC + PartD\}}{1000}
 \end{aligned}$$

PartA2, *PartB2*, *PartC2*, *PartD2* beräknas på samma sätt som *PartA*, *PartB*, *PartC*, *PartD* men använder värden för "belysning" istället för dem för "invånare".

Och värmevinster från belysning blir:

$$\begin{aligned}
 \phi_{int,l,mn}(m) = & \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA2 + PartB2\}}{1000} \\
 & + \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC2 + PartD2\}}{1000}
 \end{aligned}$$

De totala värmevinsterna från interna källor uppskattas med:

$$Q_{int}(m) = (\phi_{int,mn}(m) + \phi_{int,l,mn}(m)) \cdot k_{cor,int} \text{ [kWh]}$$

• Solvärmevinster

Beräkningen av solvärmevinster kan delas in i två steg. Det första behandlar fönster medan det andra behandlar väggar.

Fönster

Solinstrålningen genom fönster uppskattas med:

$$\begin{aligned}
 F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) \\
 = k_{cor} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)
 \end{aligned}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = A_{roof,opening} \cdot F_{glazing,sh,roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)$$

Och strålning till himlen med:

$$\begin{aligned}
 \phi_{r,glazing}(dir) &= U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v} \\
 \phi_{r,glazing,hor} &= U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{roof,opening} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}
 \end{aligned}$$

Sedan beräknas solvärmevinster genom fönster:

$$\phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,glazing}(dir)$$

$$\phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,glazing,hor}$$

Till sist beräknas de totala solvärmevinster genom fönster:

$$Q_{sol,glazing}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3,6} \cdot \left[\sum_{dir} \phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

Väggar

Solinstrålningen för väggar uppskattas med:

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{walls} \cdot A_{lat}(dir) \cdot F_{walls,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot k_{cor}$$

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m)$$

Och strålning till himlen med:

$$\phi_{r,walls}(dir) = U_{walls} \cdot R_{se} \cdot A_{lat}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} \cdot R_{se} \cdot A_{roof} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

Värmeflödet från solvärmevinster genom väggar (exklusive reduktionsfaktorn för väggskuggning) är:

$$\phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,walls}(dir)$$

$$\phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,walls,hor}$$

Slutligen beräknas den totala solvärmevinster genom väggar:

$$Q_{sol,walls}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3,6} \cdot \left[\sum_{dir} \phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

• Total värmeöverföring och värmevinst

Den totala värmeöverföringen Q_{ht} och värmevinster Q_{gn} beräknas enligt:

$$Q_{ht}(m) = Q_{tr}(m) + Q_{ve}(m)$$

$$Q_{gn}(m) = Q_{sol,glazing}(m) + Q_{sol,walls}(m) + Q_{int}(m)$$

• Energibehov för uppvärmning

Den sista delen avser beräkningen av energibehovet för uppvärmning. Den baseras på två steg: uppskattningen av dynamiska parametrar och uppvärmningsmånadens längd.

Dynamiska parametrar

En första utnyttjandegrad för värmevinster introduceras:

$$\gamma_H(m) = \frac{Q_{gn}(m)}{Q_{ht}(m)}$$

Byggnadens tidskonstant definieras som:

$$\tau = \frac{C_m}{3600} \frac{1}{H_{tr,adj}(1) + H_{ve,adj}}$$

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

Även en andra utnyttjandegrad för värmevinster används:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & \text{om } \gamma_H(m) = 1 \\ \frac{1}{\gamma_H(m)} & \text{om } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^a}{1 - \gamma_H(m)^{1+a}} & \text{annars} \end{cases}$$

Uppvärmningsmånadens längd

$$\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$\gamma_H(m+0,5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m-0,5) = \frac{\gamma_H(m-1) + \gamma_H(m)}{2}$$

$$\gamma_1(m) = \min(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5))$$

$$\gamma_2(m) = \max(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5))$$

$$\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & \text{om } \gamma_1(m) > \gamma_{lim} \text{ eller } \gamma_1(m) < 0 \\ \text{"LESS"} & \text{annars} \end{cases}$$

$$\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} \text{"MORE"} & \text{om } \gamma_2(m) > \gamma_{lim} \\ 0 & \text{om } \gamma_2(m) < 0 \\ 1 & \text{annars} \end{cases}$$

Två hjälpvariabler definieras:

$$val(m) = \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_1(m)}{\gamma_H(m) - \gamma_1(m)}$$

$$interm(m) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_H(m)}{\gamma_2(m) - \gamma_H(m)}$$

Och även ett tillstånd som beror på uppvärmningsmånadens parametrar:

$$cond(m) = \begin{cases} 0 & \text{om } \gamma_{1bool}(m) \neq \text{"LESS"} \\ 1 & \text{om } \gamma_{2bool}(m) \neq \text{"MORE"} \\ val(m) & \text{om } \gamma_H(m) > \gamma_{lim} \\ interm(m) & \text{annars} \end{cases}$$

Så att den slutliga variabeln $\gamma_{cor}(m)$ kan uppskattas:

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} cond(m) & \text{om } \gamma_1(m) > 0 \text{ eller } \gamma_2(m) > 0 \\ 0 & \text{annars} \end{cases}$$

Energibehov för uppvärmning

$$f_{hr} = \frac{h_{end,heating} - h_{beg,heating}}{24} \cdot \frac{NbDay_{working,heating}}{7}$$

$$a_{red}(m) = \begin{cases} f_{hr} & \text{om } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} < f_{hr} \\ 1 & \text{om } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} > 1 \\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} & \text{annars} \end{cases}$$

Det månatliga energibehovet (uppfattad energi) blir:

$$Q_{H,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max\left(0; Q_{ht}(m) - \max\left(0; \eta_{gn}(m)\right) \cdot Q_{gn}(m)\right) \cdot \gamma_{cor}(m) \text{ [kWh]}$$

Det innerbär att det årliga energibehovet (uppfattad energi) är:

$$Q_{nd} = \sum_n Q_{month}(m) \text{ [kWh/year]}$$

Den årliga leverade (slutliga eller sekundära) energin ges av:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{om inget uppvärmningssystem angetts} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] & \text{annars} \end{cases}$$

Och det tillhörande årliga behovet av primär energi för uppvärmning är:

$$Q_{prim} = Q_{delivered} \cdot k_{energytype} \text{ [kgoe/year]}$$

- **Grundparametrar**

Det första steget är tilldelningen av specifika värden för kylningsläget:

$$H_g = H_{g,C}$$

$$H_{pi} = H_{pi,C}$$

$$H_{pe} = H_{pe,C}$$

$$\bar{\theta}_l = \theta_{int,set,C}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,C}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,C}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,C}$$

$$k_{cor} = k_{cor,C}$$

$$f_{shut}(m) = 0$$

$$AFR_{floor} = n_C$$

$$a_0 = a_{C0}$$

$$\tau_0 = \tau_{C0}$$

$$b_{red} = b_{C,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{CoolingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,cooling}$$

- **Värmeöverföring till marken**

Här är ekvationerna oförändrade jämfört med uppvärmningsläget.

- **Värmeöverföring genom ledning**

Fönstrens värmeöverföring genom ledning till den yttre miljön blir:

$$H_{D,glazing}(m) = U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor}$$

- **Värmeöverföring genom konvektion**

Följande uttryck är förenklade för kylningsläget:

$$f_{ve,t,k} = 1$$

$$b_{ve,k} = 1$$

- **Interna värmevinster**

Här är ekvationerna oförändrade jämfört med uppvärmningsläget.

- **Solvärmevinster**

Ekvationerna för solinstrålning genom fönster blir:

$$F_{C,sh,gl}(m, dir) = 1 - f_{sh,with}(m, dir) + f_{sh,with}(m, dir) \cdot \frac{I_f}{g_n \cdot F_w}$$

$$A_{sol,c}(m, dir) = \begin{cases} F_{C,sh,gl}(m, dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & \text{om DayCoolingActivation} = YES \\ g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & \text{annars} \end{cases}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot A_{sol,c}(m, dir) \cdot k_{cor}$$

- **Total värmeöverföring och värmevinst**

Här är ekvationerna oförändrade jämfört med uppvärmningsläget.

- **Dynamiska parametrar**

Den andra utnyttjandegraden för värmevinster är nu:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & \text{om } \gamma_H(m) = 1 \\ 1 & \text{om } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^{-a}}{1 - \gamma_H(m)^{-(1+a)}} & \text{annars} \end{cases}$$

- **Kylningsmånadens längd**

Uppvärmningsmånadens längd ersätts av kylningsmånadens längd. Även om tillvägagångssättet är totalt sett detsamma, så är de nya ekvationerna:

$$\begin{aligned}
inv\gamma_{lim} &= \frac{1+a}{a} \\
inv\gamma_H(m) &= \frac{1}{\gamma_H(m)} \\
inv\gamma_H(m+0,5) &= \frac{inv\gamma_H(m) + inv\gamma_H(m+1)}{2} \\
inv\gamma_H(m-0,5) &= \frac{inv\gamma_H(m-1) + inv\gamma_H(m)}{2} \\
inv\gamma_1(m) &= \min(inv\gamma_H(m-0,5); inv\gamma_H(m+0,5)) \\
inv\gamma_2(m) &= \max(inv\gamma_H(m-0,5); inv\gamma_H(m+0,5)) \\
inv\gamma_{1bool}(m) &= \begin{cases} 0 & \text{om } inv\gamma_1(m) > inv\gamma_{lim} \\ "LESS" & \text{annars} \end{cases} \\
inv\gamma_{2bool}(m) &= \begin{cases} "MORE" & \text{om } inv\gamma_2(m) > inv\gamma_{lim} \\ 1 & \text{annars} \end{cases} \\
invval(m) &= \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} - inv\gamma_1(m)}{inv\gamma_H(m) - inv\gamma_1(m)} \\
invinterm(m) &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} - inv\gamma_H(m)}{inv\gamma_2(m) - inv\gamma_H(m)} \\
invcond(m) &= \begin{cases} 0 & \text{if } inv\gamma_{1bool}(m) \neq LESS \\ 1 & \text{if } inv\gamma_{2bool}(m) \neq MORE \\ invval(m) & \text{if } inv\gamma_H(m) > inv\gamma_{lim} \\ invinterm(m) & \text{else} \end{cases} \\
\gamma_{cor}(m) &= \begin{cases} invcond(m) & \text{if } inv\gamma_1(m) > 0 \text{ or } inv\gamma_2(m) > 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases}
\end{aligned}$$

• Energibehov för kylning

Som för kylningsmånadens längd, så härleds energibehovet för kylning utifrån energibehovet för uppvärmning.

Endast två ekvationer är ändrade:

$$f_{hr} = \frac{NbDay_{working,cooling}}{7}$$

Och det månatliga energibehovet (uppfattad energi) för kylning:

$$Q_{C,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max(0; Q_{gn}(m) - \max(0; \eta_{gn}) \cdot Q_{ht}(m)) \cdot \gamma_{cor}(m)$$

Det årliga primära energibehovet för kylning är:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{om inget kylningssystem angetts} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{kWh}{year} \right] & \text{annars} \end{cases}$$

4.3.2.2.3 Energibehov för tappvarmvatten

Det första steget är att beräkna några hjälpvariabler:

$$a = \begin{cases} \frac{X \cdot \ln(A_{conditionedarea}) - Y}{Z} & \text{om } A_{conditionedarea} > 30 \\ & \text{annars} \end{cases}$$

$$V_w = a \cdot A_{conditionedarea}$$

$$\Delta T_{req} = \theta_{w,t} - \theta_{w,outside}$$

$$Q_w(m) = \frac{4,182}{3,6} \frac{V_w}{1000} \Delta T_{req} \cdot MonthDay(m) \text{ [kWh]}$$

Det årliga energibehovet (uppfattad energi) för tappvarmvatten är:

$$Q_{DHW,nd} = \sum_{m'} Q_w(m) \text{ [kWh/year]}$$

Den årliga levererade (slutliga eller sekundära) energin för tappvarmvatten är:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & \text{om inget varmvattensystem antas} \\ Q_{DHW,nd} \cdot \frac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \text{ [kWh/year]} & \text{annars} \end{cases}$$

Därmed är det årliga primära energibehovet för tappvarmvatten:

$$Q_{DHW,prim} = Q_{DHW,delivered} \cdot k_{energytype,DHW} \text{ [kgoe/year]}$$

4.3.2.3 Modul C

Ekvationerna som används för bestämning av miljöpåverkan för modul C är:

Modul C			
End of life	C1 Rivning	Stålblåt	$m_{tss} k_{StBldgDem}$
		Stålbalkar	$m_{tsb} k_{StBldgDem}$
		Stålpelare	$m_{tsc} k_{StBldgDem}$
		Ståltrekar och skruvar	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{StBldgDem}$
		Plåtförband	$m_{tpl} k_{StBldgDem}$
	C2 Transport	Stålblåt	$m_{tss} k_{RERALT} / 10$
		Stålbalkar	$m_{tsb} k_{RERALT} / 10$
		Stålpelare	$m_{tsc} k_{RERALT} / 10$
		Ståltrekar och skruvar	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{RERALT} / 10$
		Plåtförband	$m_{tpl} k_{RERALT} / 10$
		Träbalkar	$m_{twb} k_{RERALT} / 10$
		Träpelare	$m_{twc} k_{RERALT} / 10$
		Makrokomponent	
	C3 Avfallshantering	Betong från golv till sorteringsanläggning	$m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$
		Betong från konstruktionen till sorteringsanläggning	$(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$
		Armering till sorteringsanläggning	$(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{srs} k_{CHStPit}$
	C4 Deponering	Stålblåt	$m_{tss} (1 - eol_{sd}) k_{RERStLdf}$
		Stålbalkar	$m_{tsb} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$
		Stålpelare	$m_{tsc} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$
		Ståltrekar och skruvar	$(m_{tst} + m_{tbo}) (1 - eol_{stbo}) k_{RERStLdf}$
		Plåtförband	$m_{tpl} (1 - eol_{spl}) k_{RERStLdf}$

		Deponerad betong från golv	$m_{consl} [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confl}) k_{CHConLdf}]$
		Deponerad betong från konstruktionen	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLdf}]$
		Deponerad armering	$(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$
		Träbalkar	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$
		Träpelare	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$
		Makrokomponent	
	Total Modul C		Summan av alla kvantiteter i modul C

Tabell 8 : miljöpåverkan för modul C

De markerade ekvationerna i tabellen ovan visar relationer som ändrats eller lagts till inom ramen för LVS3-projektet.

Följande ekvationer är modifierade med hänsyn till de ytterligare parametrarna för bottenbjälklaget:

En ytterligare del beaktas vad gäller transport:

$$Makrokomponent_{C2} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C2,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C2,opening} + A_{roof} \cdot k_{C2,roof}$$

Total vikt av betong $m_{consl,LVS3}$:

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Armering till sorteringsanläggning

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) eol_{srs} k_{CHStPlt}$$

Deponerad armering:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$$

En ytterligare del beaktas vad gäller transport:

$$Makrokomponent_{C4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C4,opening} + A_{roof} \cdot k_{C4,roof}$$

Värdena för $k_{C2,wall}$, $k_{C4,wall}$, $k_{C2,opening}$ och $k_{C4,opening}$ anges i Bilaga 4.

4.3.2.4 Modul D

Ekvationerna som används för bestämning av miljöpåverkan för modul D är:

Modul D			
Fördelar och belastningar utanför systemgränserna	D Återbruk / Återvinning	Betong frångolv	$- m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$
		Stålblåt	$- m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$
		Betong från konstruktionen	$- (m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$
		Stålarmering	$- (m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$

	Stålbalkar	$- m_{tsb} [(eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
	Stålpelare	$- m_{tsc} [(eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
	Ståltrekar och skruvar	$- (m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOst0}) k_{GLO}$
	Plåtförband	$- m_{tpl} (eol_{spl} - k_{RERStPIO}) k_{GLO}$
	Träbalkar	$- m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3,6)$
	Träpelare	$- m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3,6)$
	Makrokomponent	
Total Modul D		Summan av alla kvantiteter i modul D

Tabell 9 : miljöpåverkan för modul D

De markerade ekvationerna i tabellen ovan visar relationer som ändrats eller lagts till inom ramen för LVS3-projektet.

Följande ekvationer är modifierade med hänsyn till de ytterligare parametrarna för bottenbjälklaget:

Total vikt av betong $m_{consl,LVS3}$:

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Stålarmeringens påverkan:

$$- (m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) (eol_{srs} - k_{GLOst0})$$

En ytterligare del beaktas vad gäller transport:

$$Makrokomponent_D = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{D,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{D,opening} + A_{roof} \cdot k_{D,roof}$$

Värdena för $k_{D,wall}$, $k_{D,wall}$, $k_{D,opening}$ och $k_{D,opening}$ anges i Bilaga 4.

5 Programmets resultat

Amecos resultat kommer att visas i Resultatfliken på följande sätt, beroende på användarens val:

- som ett beräkningsrapport,
- som ett stapeldiagram eller tabell för den utvalda påverkan. Stapeldiagramet visar resultaten för modul A, C och D samt totalt för A till C och A till D.
- som ett radardiagram som summerar totalen för A till C och A till D för all påverkan.

De detaljerade resultaten för bruksskedet visas i särskilda tabeller i beräkningsrapporten, enligt beskrivningen i 5.1. Resultaten för påverkan redovisas både i beräkningsrapporten och i det grafiska gränssnittet.

5.1 Detaljerade resultat från bruksskedet

Resultattabeller för bruksskedet kommer att visas i beräkningsrapporten: en för energibehovet för uppvärmning, en för energibehovet för kylning, en för energibehovet för tappvarmvatten, en för summan av alla behov och till sist en för solvärmevinsterna. Den grafiska layouten baseras på excel-filen som tillhandahållits av University of Coimbra och som presenteras i följande avsnitt.

5.1.1 Energibehov för uppvärmning

För värmeöverföringen genom ledning, visas summan av positiva behov över en månad. Det inkluderar:

$$\begin{aligned}
 Q_{tr,walls} &= \sum_m \max(Q_{tr,walls}(m), 0) \\
 Q_{tr,glazing} &= \sum_m \max(Q_{tr,glazing}(m), 0) \\
 Q_{tr,extfloor} &= \sum_m \max(Q_{tr,ext,floor}(m), 0) \\
 Q_{tr,roof} &= \sum_m \max(Q_{tr,roof}(m), 0) + \max(Q_{tr,pitchedroof}(m), 0) \\
 Q_{tr,ground} &= \sum_m \max(Q_{tr,ground}(m), 0) \\
 Q_{tr,total} &= \sum_m \max(Q_{tr}(m), 0)
 \end{aligned}$$

För värmeöverföringen genom konvektion och värmevinsterna beräknas summor på följande sätt:

$$\begin{aligned}
 Q_{ve} &= \sum_m \max(Q_{ve}(m), 0) \\
 Q_{sol,glaz} &= \sum_m \max(Q_{sol,glazing}(m), 0) \\
 Q_{sol,opaq} &= \sum_m Q_{sol,walls}(m) \\
 Q_{int} &= \sum_m Q_{int}(m)
 \end{aligned}$$

Endast det månatliga och årliga energibehovet redovisas för tappvarmvattensystemet, se figur 4.

ENERGY NEED FOR DHW PRODUCTION												
$Q_{C,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	217.8	203.3	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1
kWh/m ²	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
BUILDING TOTALS FOR DHW PRODUCTION												
ENERGY NEED				2642.6	kWh/year							
				21.3	kWh/m ² /year							
DELIVERED ENERGY		2936.3	kWh/yea		PRIMARY ENERGY			851.5	kgoe/year			
η :		0.90	23.7	kWh/m ² /		f_{conv} :			0.29	6.9	kgoe/m ² /year	

Figur 4 : Excel-blad för redovisning av energibehov för tappvarmvattenproduktion

5.1.1 Totalt energibehov

En del av resultatfliken avser totala värden, de beräknas enligt:

$$Q_{H+C,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m)$$

$$Q_{T,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m) + Q_{DHW,month}(m)$$

Det årliga sammanlagda energibehovet är summan av de årliga energibehoven för uppvärmning, kylning och tappvarmvattenproduktion. Den sammanlagda levererade energin och den tillhörande primärenergien beräknas på samma sätt.

ENERGY TOTALS (DHW + HEATING + COOLING)												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{H+C,nd}$ (kWh)	211.5	140.5	52.7	0.0	334.1	676.9	853.7	717.0	578.4	78.9	98.7	178.3
$Q_{T,nd}$ (kWh)	429.3	343.8	277.7	217.8	559.2	894.7	1078.8	942.0	796.2	304.0	316.5	403.4
$Q_{DHW,nd}$ (kWh)	217.8	203.3	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1
BUILDING TOTALS PER YEAR												
TOTAL ENERGY NEED		6563.5		kWh/year								
		53.0		kWh/m ² /year								
TOTAL DELIVERED ENERGY		4186.4		kWh/yea								
		33.8		kWh/m ² /								
TOTAL PRIMARY ENERGY		1214.1		kgoe/year								
		9.8		kgoe/m ² /year								

Figur 5 : Excel-blad för redovisning av sammanlagt energibehov

5.1.1 Solvärmevinster

Den månatliga värmevinsten för fönster och väggar visas i två tabeller (se figur 6).

SOLAR HEAT GAINS												
HEATING MODE												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{sol, GLAZED}$ (kWh)	1121.8	1069.1	1554.4	1673.5	1671.9	1712.5	1770.3	1803.8	1589.4	1393.5	918.3	884.1
$Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh)	-10.1	0.9	39.1	64.5	73.7	89.7	94.7	86.5	51.9	21.1	-16.6	-25.3
COOLING MODE												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{sol, GLAZED}$ (kWh)	435.2	559.9	736.4	846.6	1066.5	1037.3	991.2	803.3	738.7	614.1	524.0	483.0
$Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh)	-4.4	6.5	47.4	73.8	83.3	99.9	105.2	96.9	60.6	28.5	-11.9	-20.8

Figur 6 : : Excel-blad för redovisning av solvärmearbete

5.2 Allmänna resultat för bruksskedet

Amecos syfte är att bedöma miljöpåverkan, alltså måste detaljerad information som beräknas för bruksskedet utvärderas i termer av påverkan. För detta används följande metod för var och en av de 24 olika påverkningarna:

$$ModuleB_{impact} = Q_{heating, delivered} \cdot k_{heating} + Q_{cooling, delivered} \cdot k_{cooling} + Q_{DHW, delivered} \cdot k_{DHW}$$

Där $k_{heating}$, $k_{cooling}$, k_{DHW} beror på typ av energi och påverkan enligt

Beteckning	Beskrivning	El	Gas	Flyttande bränsle	Fast-bränsle	Biomassa	Enhet
Miljöpåverkan							
GWP	Global uppvärmningspotential	4,82E-01	4,84E-01	4,33E-01	2,92E-01	0	t _{CO2ekv}
ODP	Ozonnedbrytande potential	4,32E-10	7,97E-11	3,11E-11	3,02E-11	0	t _{CFcekv}
AP	Försurningspotential	2,28E-03	1,61E-03	2,95E-03	1,34E-03	0	t _{SO2ekv}
EP	Övergödningspotential	1,20E-04	7,85E-05	1,46E-04	1,70E-04	0	t _{PO4ekv}
POCP	Potential för fotokemiskt bildning av marknära	1,34E-04	3,49E-04	4,41E-04	1,43E-04	0	t _{Etenekv}
ADP-e	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar - ämne	6,63E-08	1,18E-07	1,04E-07	5,01E-09	0	t _{Sbeqv}
ADP-ff	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar - fossilbränsle	8,48E+00	5,02E+01	5,07E+01	2,79E+01	0	GJ NCV

Resursanvändning, sekundära material och bränslen							
RPE	Användning av förnybar energi, exkl. primära energiresurser som används som råmaterial	1,41E+00	2,41E-01	8,53E-02	5,72E-02	0	GJ NCV
RER	Användning av förnybara energiresurser som används som råmaterial	0	0	0	0	0	GJ NCV
RPE-total	Total användning av förnybar primärenergi (primärenergi och förnybara primärenergiresurser som används som råmaterial)	1,41E+00	2,41E-01	8,53E-02	5,72E-02	0	GJ NCV
Non-RPE	Användning av icke förnybar primärenergi exkl. icke förnybara primärenergiresurser som används som råmaterial	4,90E+00	5,05E+00	8,06E+00	1,28E+00	0	GJ NCV
Non-RER	Användning av icke förnybara energiresurser som används som råmaterial	3,60E+00	4,52E+01	4,26E+01	2,66E+01	0	GJ NCV
Non-RPE-total	Total användning av icke förnybar primärenergi (primärenergi och primärenergiresurser som används som råmaterial)	8,50E+00	5,03E+01	5,07E+01	2,79E+01	0	GJ NCV
SM	Användning av sekundärt material	0	0	0	0	0	t
RSF	Användning av förnybara sekundära bränslen	1,73E-04	3,37E-04	2,97E-04	1,53E-05	0	GJ NCV
Non-RSF	Användning av icke förnybara sekundära bränslen	1,82E-03	3,54E-03	3,13E-03	1,60E-04	0	GJ NCV
NFW	Användning av nettofärskvatten	1,84E+00	3,12E-01	1,36E-01	6,88E-02	0	10 ³ m ³

Övrig miljöinformation som beskriver avfallshantering							
HWD	Deponering av farligt avfall	0	0	0	0	0	t
Non-HWD	Deponering av ofarligt avfall	1,92E+00	3,32E-01	1,10E-01	4,94E+00	0	t
RWD	Deponering av radioaktivt avfall	1,25E-03	2,07E-04	6,31E-05	2,47E-05	0	t

Övrig miljöinformation som beskriver utflöde							
CR	Komponenter för återbruk	0	0	0	0	0	t
MR	Material för återvinning	0	0	0	0	0	t
MER	Material för energiut-	0	0	0	0	0	t

	vinning						
EE	Exporterad energi	0	0	0	0	0	t

Tabell 10 : Karaktäriseringsfaktorer för bruksskedet

6 Vägledning för användning av AMECO3

AMECO3 kan användas för bedömningar av miljöpåverkan för alla sorters byggnader eller broar. För byggnader tillåter AMECO3 också beräkningar av energibehovet under bruksskedet, där uppvärmning, kylning och varmvattenproduktion ingår.

Vägledningen strävar efter att anpassa hjälpmenyerna från tidigare versioner av AMECO till byggnadsprojektet efter de nya förbättringarna som har gjorts inom LVS3-projektet.

Olika moduler är tillgängliga för inmatning och behandling av parametrarna. Modulerna väljs med hjälp av "study toolbar" och visas i arbetsområdet. För en komplett analys av en byggnad, inklusive bruksskedet, används följande moduler:

- Projekt
- Byggnad
- Skal
- Bottenbjälklag
- Tak
- Nyttjande
- Byggnadssystem
- Golv
- Konstruktion
- Transport
- Resultat

Om alternativet "endast konstruktion" väljs är endast följande moduler tillgängliga:

- Projekt
- Byggnad
- Golv
- Konstruktion
- Transport

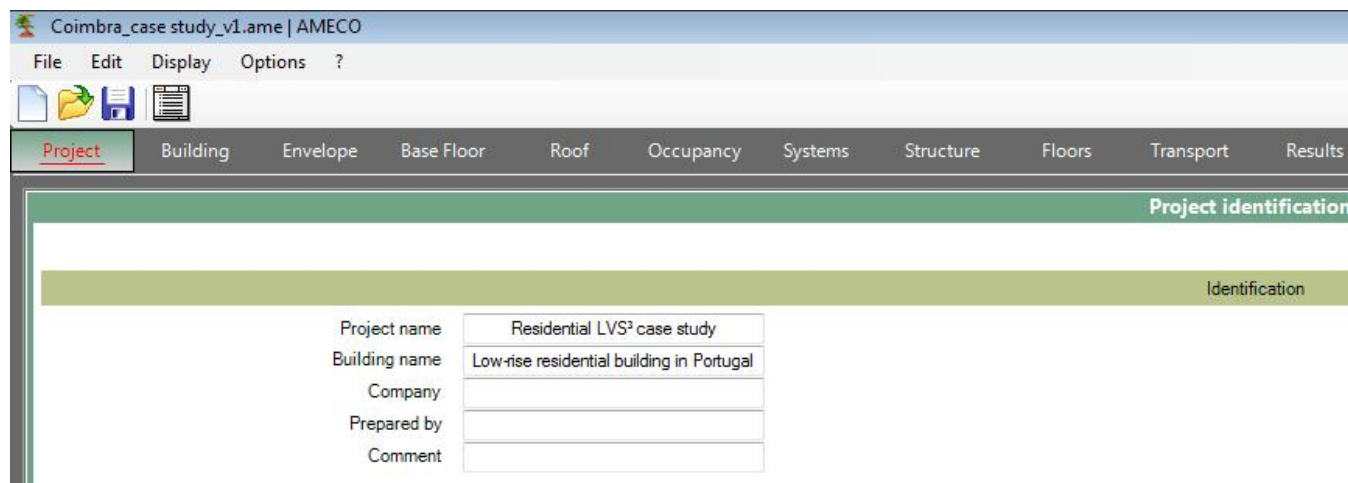
Användaren kan välja analysens syfte i byggnadsmodulen.

6.1 Projekt

I denna modul definieras olika valbara parametrar för att identifiera projektet. Dessa parametrar används för att skapa beräkningsrapporten, men fälten kan utelämnas utan att det påverkar beräkningen. Följande fem parametrar kan läggas in:

- Projektets namn
- Byggnadens namn
- Företaget som är ansvarigt för studien
- Användarens namn
- En kommentar.

Dessa fält är valfria och kan utelämnas utan att det påverkar beräkningen.



Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Project identification

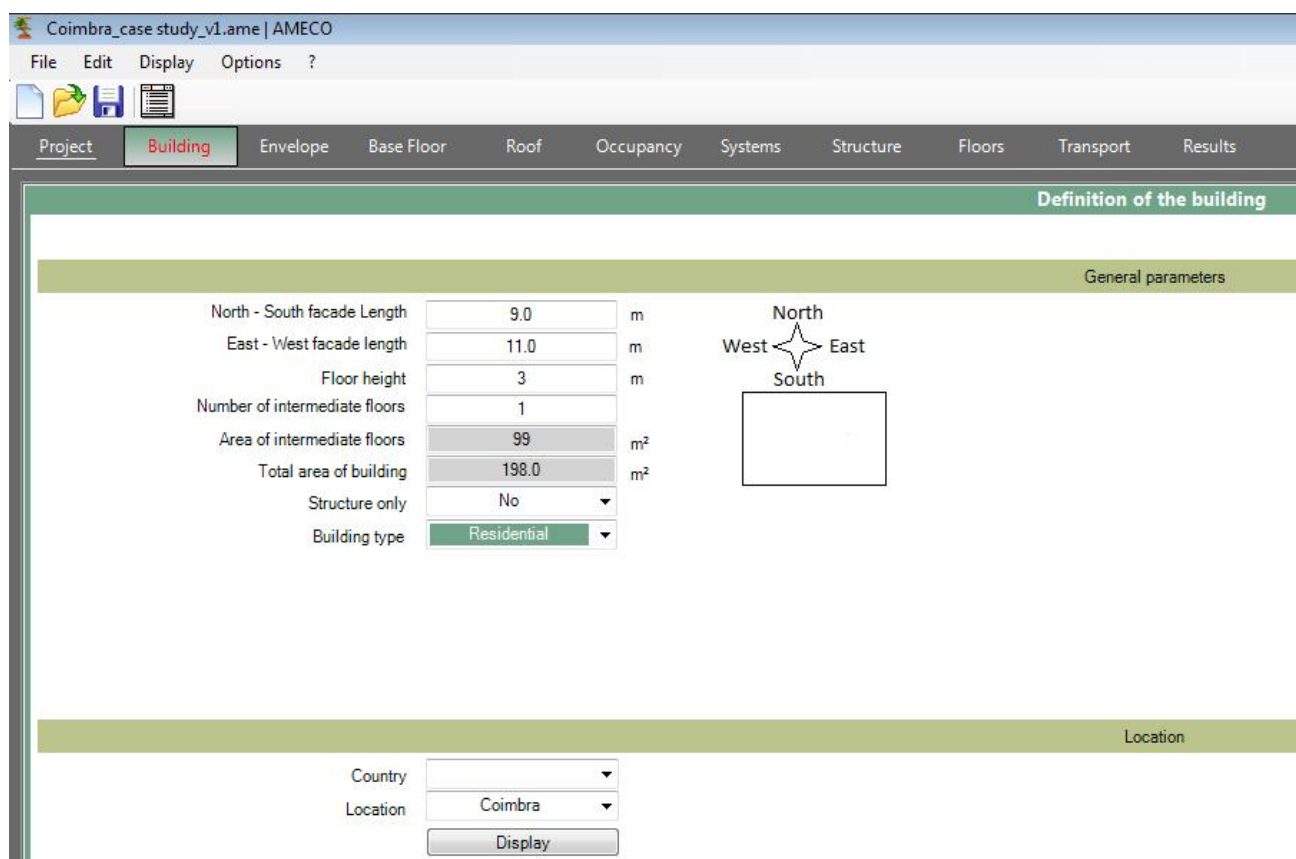
Identification

Project name	Residential LVS ³ case study
Building name	Low-rise residential building in Portugal
Company	
Prepared by	
Comment	

Figur 7 : Projektdefinition

6.2 Byggnad

6.2.1 Allmänna parametrar



Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	9.0	m
East - West facade length	11.0	m
Floor height	3	m
Number of intermediate floors	1	
Area of intermediate floors	99	m ²
Total area of building	198.0	m ²
Structure only	No	
Building type	Residential	

North
West East
South

Location

Country

Location Coimbra

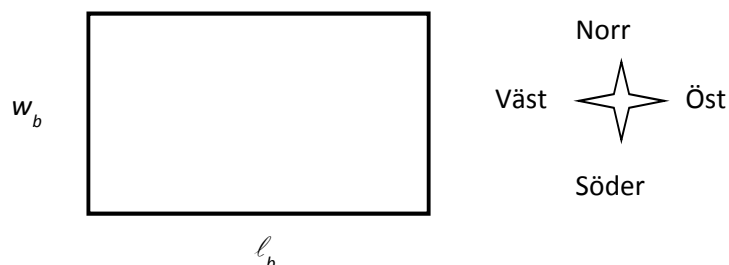
Display

Figur 8 : byggnadens viktiga egenskaper, inklusive beräkning under bruksskedet

I denna modul definierar användaren byggnadens allmänna parametrar:

- Längd i riktning Norr – Syd
- Längd i riktning Öst – Väst

Definitionen av dessa dimensioner möjliggör en orientering av byggnaden. Endast rektangulära byggnader kan definieras i AMECO3.



Figur 9 : byggnadens form

- Våningshöjd;
- Antal våningar n ;
- Total yta av mellanliggande våningar, beräknad med hjälp av parametrarna ovan. Beräkningen baseras på $a_{\text{def,floors}} = n \cdot l_b \cdot w_b$ med antagandet att alla våningar har samma yta. Detta värde exkluderar bottenvåningens yta.
- Byggnadens totala yta, beräknad för $n+1$ våningar;
- Analysens syfte genom fältet "endast konstruktion". Detta alternativ ger användaren möjlighet att hoppa över beräkningen av energibehovet genom att välja "YES". I detta fall beaktas endast miljöpåverkan orsakad av materialet som används i byggnadens bärande konstruktion, såsom primära balkar och pelare samt mellanliggande våningar, samt deras transportpåverkan, i beräkningen

General parameters		
North - South facade Length	9.0	m
East - West facade length	11.0	m
Floor height	3	m
Number of intermediate floors	1	
Area of intermediate floors	99	m ²
Total area of building	198.0	m ²
Structure only	Yes	

North
West East
South

Figur 10 : byggnadens viktiga egenskaper, exklusive beräkningen av bruksskedet

Om användaren väljer "NO", visas kompletterande moduler som relaterar till definitionen av parametrarna som används för räkna ut byggnades energibehov under bruksskedet. Det första fältet som visas, om bruksskedet ingår i beräkningen, är byggnadstypen:

Byggnadstypen kan väljas från rullgardinsmenyn bland följande alternativ:

- ☐ Bostad
- ☐ Kontor
- ☐ Kommersiell
- ☐ Industriell

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	9.0	m
East - West facade length	11.0	m
Floor height	3	m
Number of intermediate floors	2	
Area of intermediate floors	198	m ²
Total area of building	297.0	m ²
Structure only	No	
Building type	Residential	

North
West East
South

Location

Country Portugal

Location Coimbra

Display

Figur 11 : Val av byggnadstyp

Byggnadstypen påverkar endast beräkningen för bruksskedet, genom att byggnadens användare påverkar byggnadens energibehov. Till exempel producerar belysningen i kontorsbyggnader spillvärme, vilken potentiellt kan leda till ett ökat behov av kylning.

Varje byggnadstyp har ett specifikt scenario med hänsyn till nyttjandeschema, belysning och indelning i olika zoner med olika funktioner (uttryckt som en andel av den totala våningsytan). De specifika detaljerna för dessa olika bruksscenarierna för varje byggnadstyp presenteras i designguidens kommande kapitel.

6.2.2 Läge

I modulens nedersta del anger användaren byggnadens läge genom att välja:

- landet;
- en motsvarande stad;

23 länder och 48 städer är tillgängliga i AMECO3:

Land	Stad
Österrike	Wien, Graz
Vitryssland	Minsk
Belgien	Bryssel
Tjeckien	Prag
England	London
Finland	Helsingfors, Tammerfors
Frankrike	Nantes, Paris, Montpellier, Marseille, Nice
Tyskland	Berlin, Münshen, Hamburg
Grekland	Thessaloniki, Athen
Italien	Milano, Rom, Sanremo, Geneve
Holland	Amsterdam
Norge	Oslo
Polen	Warsawa
Portugal	Lissabon, Porto, Coimbra
Rumänien	Bukarest, Timisoara
Ryssland	Moskva, Arhangelsk
Slovakien	Bratislava
Slovenien	Ljubljana
Spanien	Madrid, Barcelona, Sevilla, La Coruna, Salamanca, Vigo, Bilbao
Sverige	Stockholm, Kiruna, Östersund
Schweiz	Zurich
Turkiet	Istanbul, Ankara
Ukraina	Kiev

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	9.0	m
East - West facade length	11.0	m
Floor height	3	m
Floor height under ceiling	2.7	m
Number of intermediate floors	1	
Area of intermediate floors	99	m ²
Total area of building	198.0	m ²
Structure only	No	
Building type	Commercial	

North
West ★ East
South

Location

Country Portugal

Location

- Portugal
- Romania
- Russia
- Slovakia
- Slovenia
- Spain
- Sweden
- Turkey

Figur 12 : Val av land

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	9.0	m
East - West facade length	11.0	m
Floor height	3	m
Floor height under ceiling	2.7	m
Number of intermediate floors	1	
Area of intermediate floors	99	m ²
Total area of building	198.0	m ²
Structure only	No	
Building type	Commercial	

North
West ★ East
South

Location

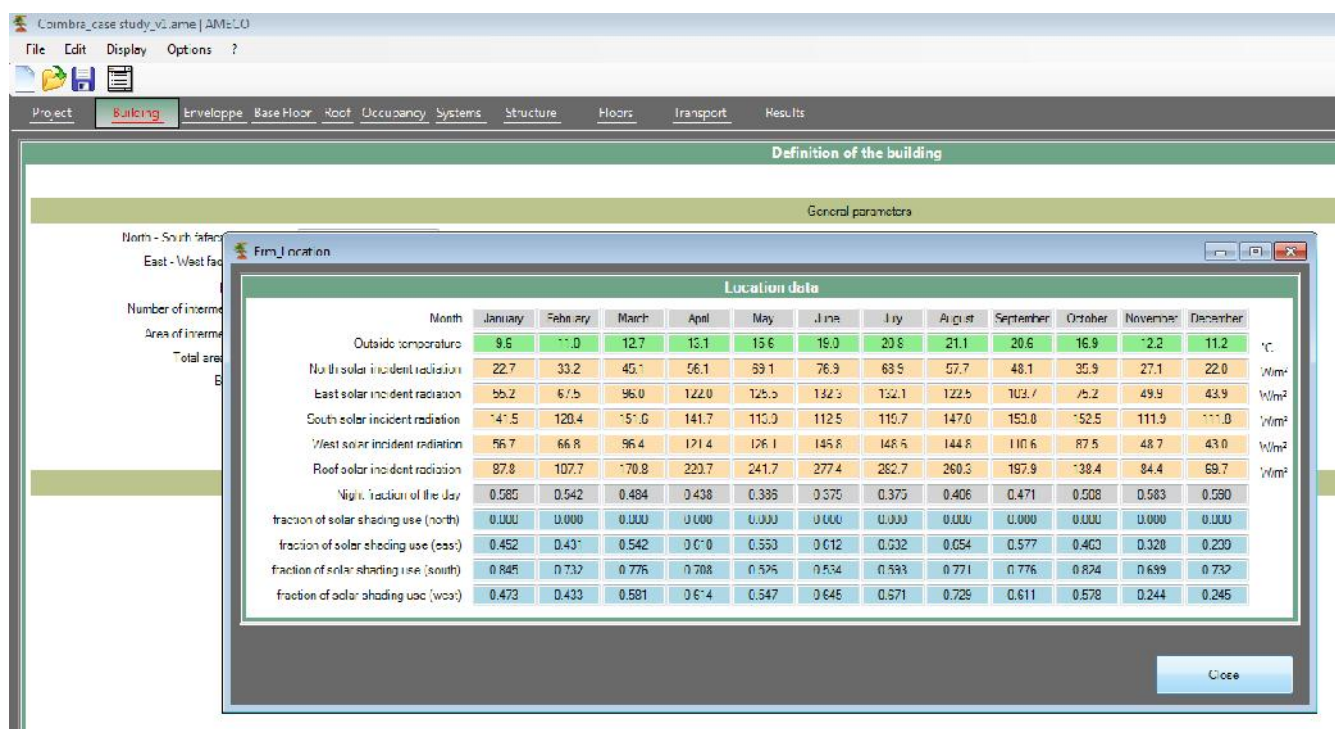
Country Portugal

Location

- Coimbra
- Coimbra
- Coimbra_dbg
- Lisbon
- Porto

Figur 13 : Val av motsvarande stad

Genom att klicka på “Display” kan användaren se klimatdata för det valda läget. Denna information redovisas som i figuren nedan:

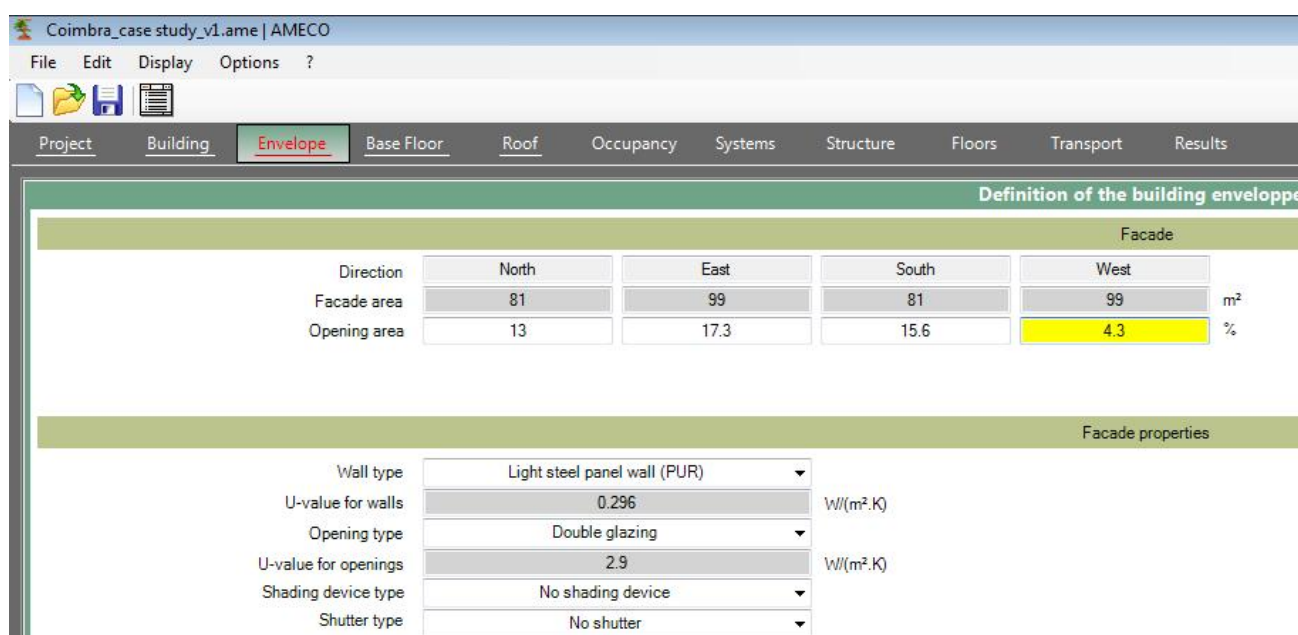


Figur 14 : Klimatdata för valt läge

6.2.3 Byggnadsskal

I den övre delen av byggnadsskalets flik har användaren tillgång till fasadens dimensioner:

- De väggytor som automatiskt beräknas för varje riktning. Dessa ytor erhålls genom att multiplicera byggnadens längd med våningshöjden gånger antalet våningar +1;
- Öppningsytorna för varje riktning, genom att definiera en procentandel av fasadens totala yta.



Figur 15 : beskrivning av byggnadsskal

I den övre delen av byggnadsskalets flik har användaren tillgång till fasadegenskaperna:

- Väggtyp, som är fasadens sammansättning.

Det finns 3 väggtyper i AMECO 3:

- o Panelvägg av lättviktsstål
- o Dubbel tegelvägg;
- o Sandwichpanel.

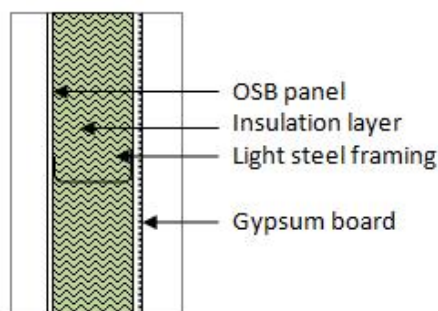
Panelvägg av lättviktsstål och dubbel tegelvägg är tillgängliga med olika sorters isoleringsmaterial:

- o Stenull;
- o EPS (expanderad polystyren);
- o XPS (extruderad polystyren);
- o PUR (polyuretan).

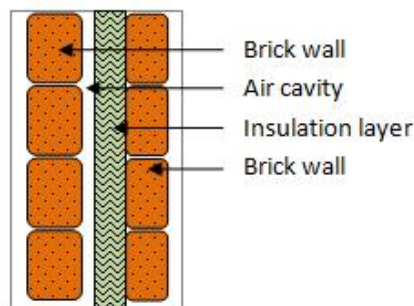
Sandwichpanel är baserad på polyuretan med olika tjocklekar: 80mm och 200mm.

De olika väggalternativen visas i följande figurer:

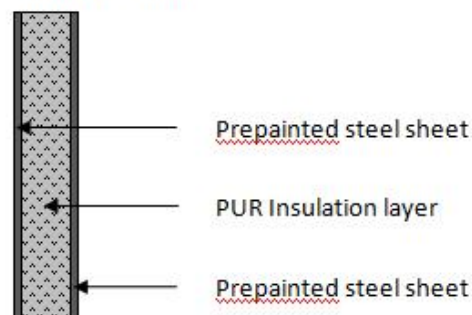
Light steel panel wall:



Double clay brick wall:



Sandwich panel:



Figur 16 : Tvärsnitt och beskrivning av väggtyperna i AMECO3

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building envelope

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	81	99	81	99	m ²
Opening area	13	17.3	15.6	4.3	%

Facade properties

Wall type: Light steel panel wall (PUR) W/(m².K)

U-value for walls: W/(m².K)

Opening type: W/(m².K)

U-value for openings: W/(m².K)

Shading device type

Shutter type

Figur 17 : Val av väggtyp

Miljöpåverkan för respektive väggtyp beskrivs i bakgrundsdocumentet.

- U-värde, eller värmegenomgångskoefficient, visas enligt användarens val. Ingående köldbryggor beaktas vid beräkning av U-värden.
- typ av öppningar, med olika U-värden, så som:
 - o Dubbelt glas
 - o Dubbelt glas med låg emissivitet (typ 1)
 - o Dubbelt glas med låg emissivitet (typ 2)
 - o Dubbelt glas med låg emissivitet (typ 3)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building envelope

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	405	162	405	162	m ²
Opening area	30	30	30	30	%

Facade properties

Wall type: Light steel panel wall (rock wool) W/(m².K)

U-value for walls: 0.296 W/(m².K)

Opening type: Double glazing W/(m².K)

U-value for openings: Double glazing W/(m².K)

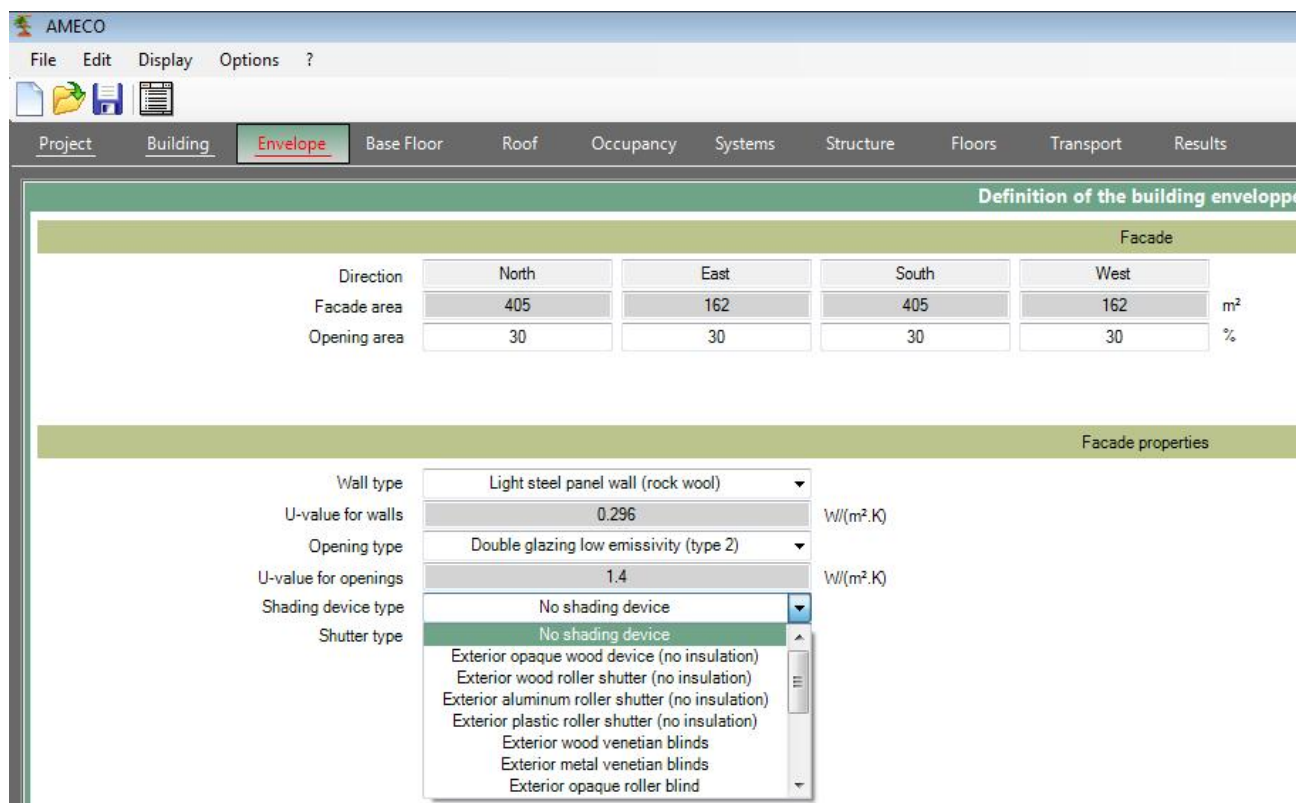
Shading device type

Shutter type

Figur 18 : val av öppningar

- U-värde för den valda fönstertypen;

- Typ av solavskärmningar, bland:
 - o Ingen solavskärmning
 - o Yttre opaka träluckor (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av trä (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av aluminium (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av plast (ingen isolering)
 - o Yttre persienner av trä
 - o Yttre persienn av metall
 - o Yttre opaka jalousier



Figur 19 : Val av solavskärmningar

- Typ av luckor, bland:
 - o Inga luckor
 - o Yttre opaka träluckor (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av trä (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av aluminium (ingen isolering)
 - o Yttre jalousier av plast (ingen isolering)
 - o Yttre persienner av trä
 - o Yttre persienner av metall
 - o Yttre opaka jalousier

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building envelope

	North	East	South	West	
Direction	North	East	South	West	
Facade area	405	162	405	162	m ²
Opening area	30	30	30	30	%

Facade properties

Wall type: Light steel panel wall (rock wool) W/(m².K)

U-value for walls: 0.296 W/(m².K)

Opening type: Double glazing low emissivity (type 2) W/(m².K)

U-value for openings: 1.4 W/(m².K)

Shading device type: No shading device

Shutter type: No shutter

- Exterior aluminum roller shutter (no insulation)
- Exterior opaque wood device (no insulation)
- Exterior wood roller shutter (no insulation)
- Exterior plastic roller shutter (no insulation)
- Exterior wood venetian blinds
- Exterior metal venetian blinds
- Exterior opaque roller blind

Figur 20 : val av luckor

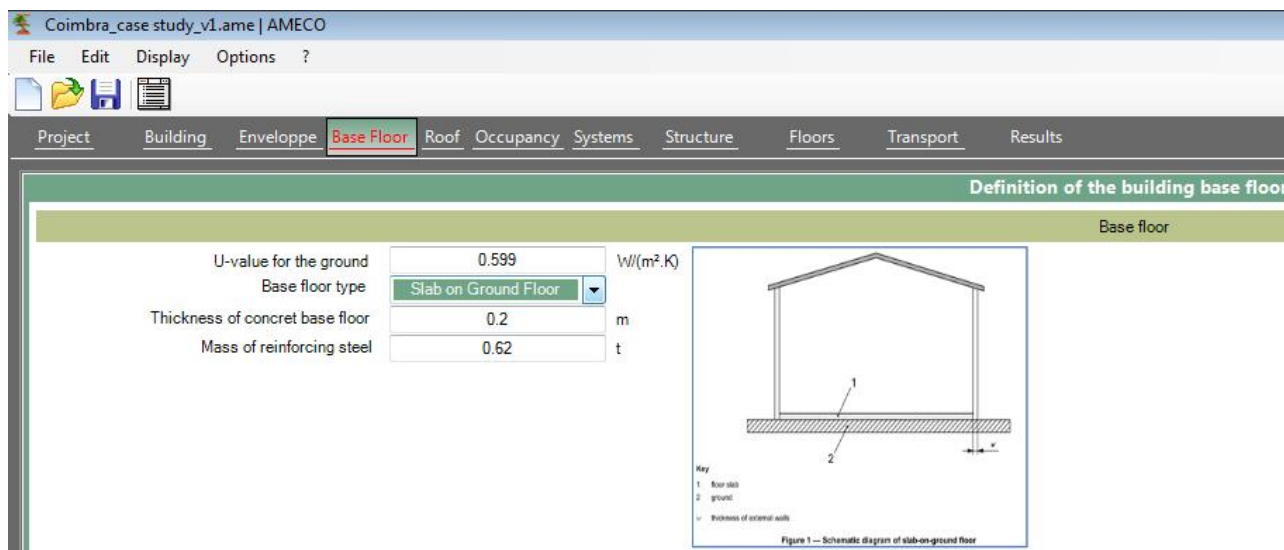
6.2.4 Bottenbjälklag

Syftet med denna modul är att definiera bottenbjälklagets egenskaper:

- U-värde för bottenbjälklaget, beroende på mängden av isolering;
- Typ av bottenbjälklag, bland:
 - o platta på mark
 - o källare

Typen av bottenbjälklag påverkar byggnadens termiska beteende och definieras av parametrar som är satta till standardvärden, detta för att underlätta gränssnittet. En komplett beskrivning av parametrarna med standardiserade värden finns i bakgrundsdokumentet.

- golvplattans tjocklek, i meter, och
- armeringens totala vikt, i ton.



Figur 21 : beskrivning av bottenbjälklaget

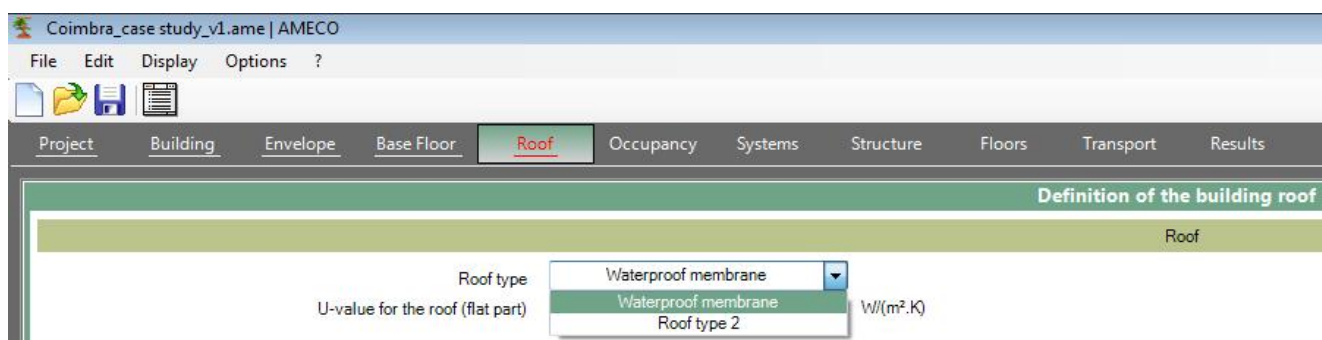
6.2.5 Tak

I denna modul beskrivs takkomponenten:

- Typ av tak;
- Motsvarande U-värde visas.

Två taktyper är tillgängliga:

- Plåttak med vattentätt membran
- Taktyp 2

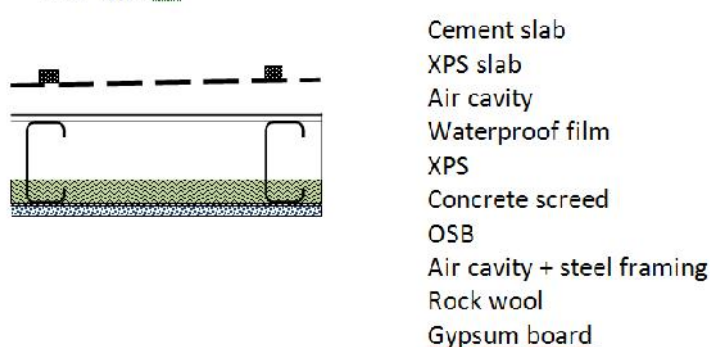


Figur 22 : val av takkomponent

Weatherproof membrane steel roof:



Roof type 2 :

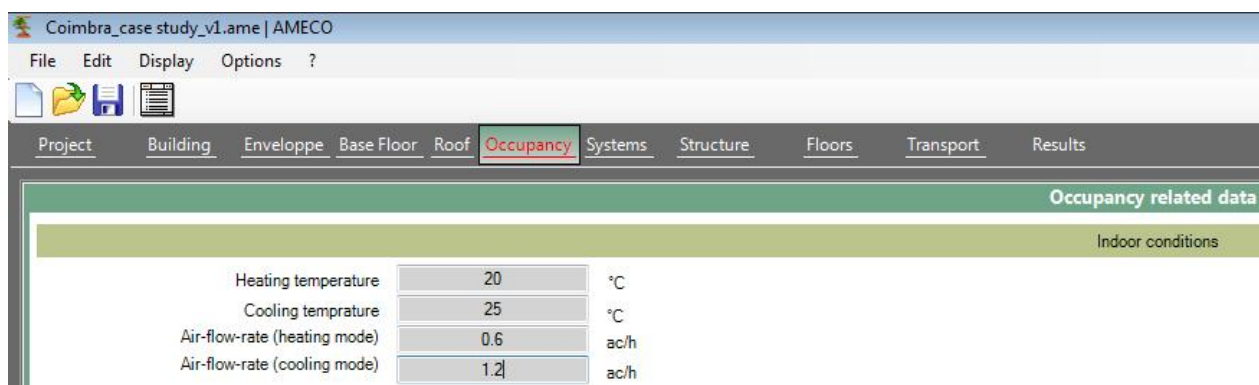


Figur 23 : taktyper tillgängliga i AMECO3

6.2.6 Invånare

Denna modul syftar till att beskriva de förhållanden inne i byggnaden som används i beräkningen:

- Uppvärmningens bör-värde, i grader (Uppvärmningssystemet sätts på om inomhustemperaturen sjunker under denna temperatur);
- Kylningens bör-värde, i grader (Kylsystemet sätts på om inomhustemperaturen stiger över denna temperatur);
- Luftflöde, i antal luftbyten per timme, i uppvärmningsläget;
- Luftflöde i kylningsläget;



Figur 24 : parametrar för ett nyttjandescenario i ett bostadshus

Dessa parametrar sätts som givna värden och är direkt beroende av byggnadstypen som användaren anger i byggnadsmodulen.

6.2.7 Byggnadssystem

Syftet med denna modul är att definiera de aktiva energisystemen:

- Typ av värmesystem bland:
 - o Elektriskt värmemotstånd
 - o Värmare för gas
 - o Värmare för flytande bränsle
 - o Värmare för fast bränsle
 - o Värmepump
 - o Ingen uppvärmning
- Nedkylningssystemet kan väljas från följande:
 - o Värmepump
 - o Kylaggregat (kompression)
 - o Kylaggregat (absorption)
 - o Ingen kylning
- Värmeväxlare. Denna parameter, som uttrycks i procent, måste specificeras om byggnaden är försedd med ett ventilationssystem med värmeväxlare. Vid självdrag är byggnaden inte försedd med en värmeväxlare.
- Tappvarmvattensystem bland:
 - o Elpanna
 - o Gaspanna
 - o Fristående varmvattenberedare (kondensation)
 - o Fristående varmvattenberedare
 - o Inget tappvarmvattensystem

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Systems' tab selected. The 'Description of building systems' section is expanded, showing the following configuration options:

- Heating system type:** Split (heating)
- Cooling type system:** Electric resistance, Gas fuel heater, Liquid fuel heater, Solid fuel heater, Split (heating), No heating
- Heat recovery system:** Yes
- Heat recovery percentage:** 80
- DHW system type:** No DHW

Figur 25 : val av uppvärmningssystem

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems** Structure Floors Transport Results

Description of building systems

Heating system

Heating system type Split (heating)

Cooling system

Cooling type system Split (cooling)

Ventilation system

Heat recovery system Yes

Heat recovery percentage 80

DHW system

DHW system type

- No DHW
- Electric boiler
- Gas boiler
- Stand-alone water heater (condensation)
- Stand-alone water heater
- No DHW

Figur 26 : val av tappvarmvattensystem

6.2.8 Konstruktion

I denna modul anges stålelementen i byggnadens bärande konstruktion, i ton.

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure** Floors Transport Results

Bearing structure of the building

Steel elements

Beams (Hot rolled profiles)	60.00	t
Columns (Hot rolled profiles)	120.0	t
Studs	0.0	t
Bolts	0.600	t
Plate Connections	0.0	t
Total mass of structure	180.6	t

Figur 27 : Vikt hos olika stålelement i den bärande konstruktionen

Stålelement

- sammanlagd vikt för stålbalkar;
- sammanlagd vikt för stålkolumner;
- sammanlagd vikt för stålreglar;
- sammanlagd vikt för skruvar;
- sammanlagd vikt för ståldelar (plåtar, vinklar...).

6.2.9 Golv

I denna modul specificeras parametrar som beskriver de mellanliggande våningarna.

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Floor slabs

Steel elements

Type of slab: Permanent formwork (dropdown menu)
 Steel deck: Plain slab, Composite slab, Permanent formwork (selected), Pre-fabricated, Dry floor
 Thickness of the deck: mm
 Mass of sheeting per m2 of floor: kg/m²
 Mass of sheeting for the building: t
 Minimum depth of the floor: 80.0 mm

Concrete elements

Total depth of the floor: 120.0 mm
 Concrete Type: Prefabricated (dropdown menu)
 Concrete Grade: C30/37 (dropdown menu)
 Total mass of the floor concrete (incl. base floor): 89.89 t
 Steel reinforcement: 0.0 t

Total mass of the floor slabs: 91.40 t

Figur 28 : Val och beskrivning av element i mellanliggande våningar.

Beroende på typ av golv så bör användaren specificera egenskaperna för stål- och betongelement i golv.

Stål element

- typ av platta väljs bland:
 - o enkel platta
 - o samverkansplatta
 - o förlorad form
 - o prefabricerad
 - o torrt golv

Alla typer, förutom den första, använder någon sort stålplåt

- stålplåten (om det inte handlar om en enkel platta) väljs från en databas specifik för vald golvtyp
- stålplåtens tjocklek (om det inte handlar om en enkel platta) väljs från en databas specifik för vald stålplåt
- stålplåtens densitet (om det inte handlar om en enkel platta) visas som den sammanlagda vikten av plåt för byggnaderna.

Betongelement

- cementethalt i betongen som används för golven
- standardvärdet för betongens densitet beräknas automatiskt utifrån cementhalten
- betongens densitet i golven tas antingen som standardvärdet eller anges direkt av användaren
- golvets totala djup (inklusive eventuell stålplåt)
- utifrån detta värde samt betongens densitet och golvets yta beräknas betongens sammanlagda vikt
- den sammanlagda vikten av armeringsstål som förekommer i golven anges också.

Om byggnaden inte har några mellanliggande våningar fortsätter användaren direkt till nästa modul.

6.2.10 Transport

I denna modul anges parametrar för transport av byggnadens samtliga element.

Transport av stålelement

Användaren har möjlighet att välja mellan genomsnittlig data för en europeisk transport eller användarens data. I det första fallet används standardvärden, beskrivna i bakgrundsdocumentet, i beräkningen. Annars anges följande av användaren:

- vikt av stål som transporteras med elektriskt tåg
- avstånd för tågtransport (enkel väg från tillverkning till byggplats);
- vikt av stål som transporteras med vanlig lastbil
- avstånd för lastbilstransport (enkel väg från tillverkning till byggplats);
- den sammanlagda vikten av stål som transporteras med tåg och vanlig lastbil är den samma som stålvikten i byggnaden inklusive balkar, pelare, skruvar, andra ståldelar, tunnplåtar och armering.

Betongelement

Det finns två alternativ gällande transport av betong: antingen produceras betongen på plats, vilket innebär en transport av flytande betong i betongbilar, eller så är betongen prefabricerad, vilket innebär transport av det prefabricerade element med vanliga lastbilar. Därför definieras följande parametrar för transport av betong:

- vikt av betong som produceras på plats och transporteras med betongbilar;
- avstånd för transport med betongbil (enkel väg från produktion till byggplats);
- vikt av prefabricerad betong som transporteras med vanliga lastbilar;
- avstånd för transport med vanlig lastbil (enkel väg från fabrik till byggplats);
- den sammanlagda vikten av betong som produceras på plats och prefabricerade betongelement är den samma som den totala betongvikten i byggnaden (golv och bärande konstruktion).

De standardiserade värdena som används beskrivs i bakgrundsdocumentet.

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Transport' tab selected. The 'Transport parameters' section is active, displaying input fields for steel and concrete elements.

Steel elements	
Total steel transported	181.4 t
Values for the transport impacts	Average values (selected) Average values User values

Concrete elements	
Total concrete transported	19.86 t
Concrete produced on site	19.86 t
Distance by mixer trucks	30.0 km
Prefabricated concrete	0.0 t
Distance by regular trucks	0.0 km

Figur 29 : definition av parametrar relaterade till transport av material, i standardläge

Om "user values" väljs måste följande parametrar specificeras:

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Transport' tab selected. The window title is 'Coimbra_case study_v1.ame | AMECO'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Display', 'Options', and '?'. The toolbar contains icons for file operations. The 'Transport' tab is active, showing 'Transport parameters'.

Steel elements

Total steel transported	181.4	t
Values for the transport impacts	User values	
Mass transported by electric train	0.0	t
Distance	0.0	km
Mass transported by regular trucks	181.4	t
Distance	30.0	km

Concrete elements

Total concrete transported	19.86	t
Concrete produced on site	19.86	t
Distance by mixer trucks	30.0	km
Prefabricated concrete	0.0	t
Distance by regular trucks	0.0	km

Figur 30 : definition av parametrar relaterade till transport av material, i läget för användarens värden

6.2.11 Resultat

Beräkningen startas när användaren klickar på knappen "Resultat".

Resultaten från beräkningen kan antingen skrivas in i beräkningsrapporten eller visas direkt i användargränssnittet under Resultatfliken. Stapeldiagram, radardiagram och tabeller visas i det senare som beskrivs härnäst.

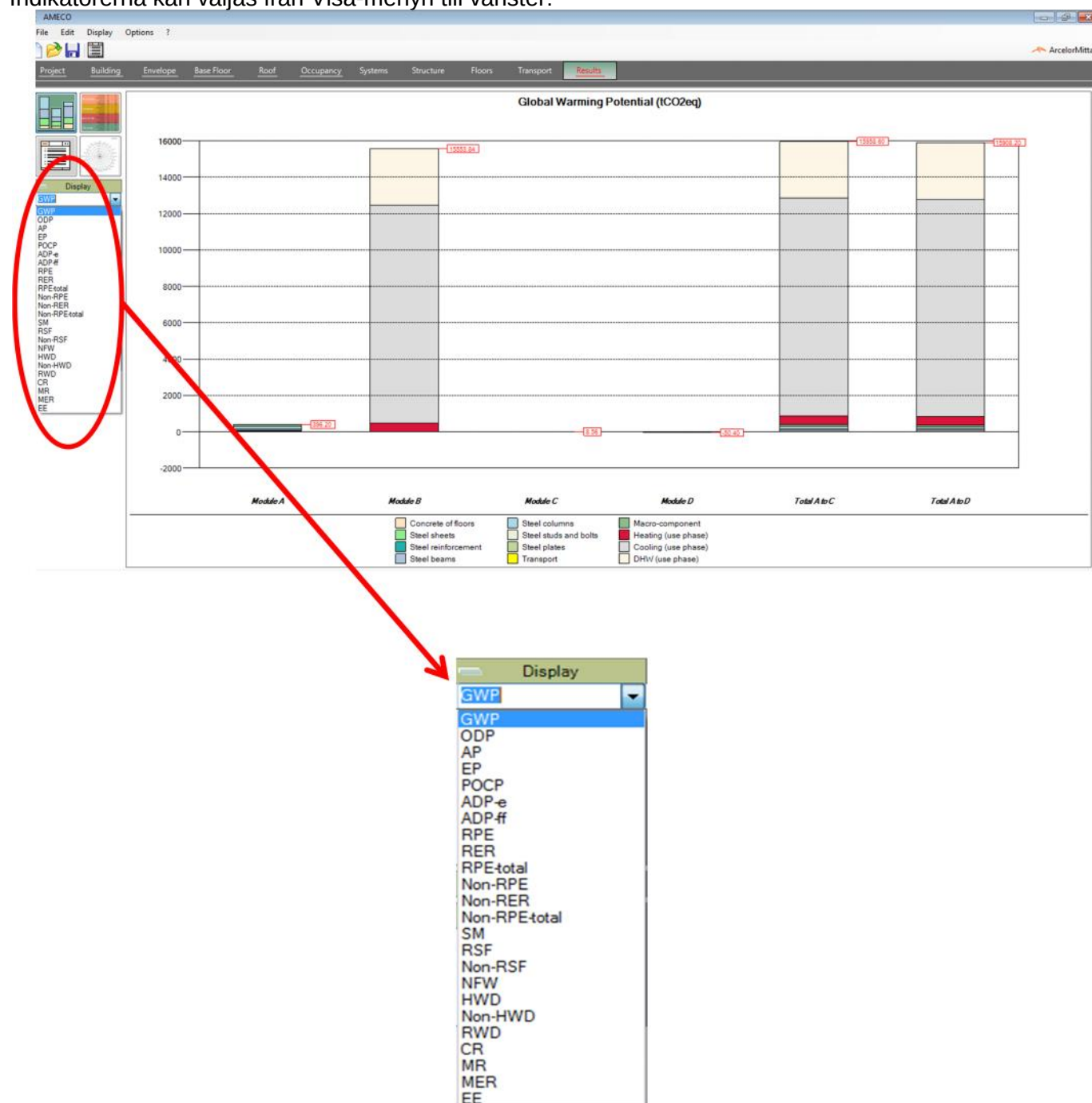
6.2.11.1 Stapeldiagram

Ett specifikt stapeldiagram kan ritas i gränssnittet för varje indikator:

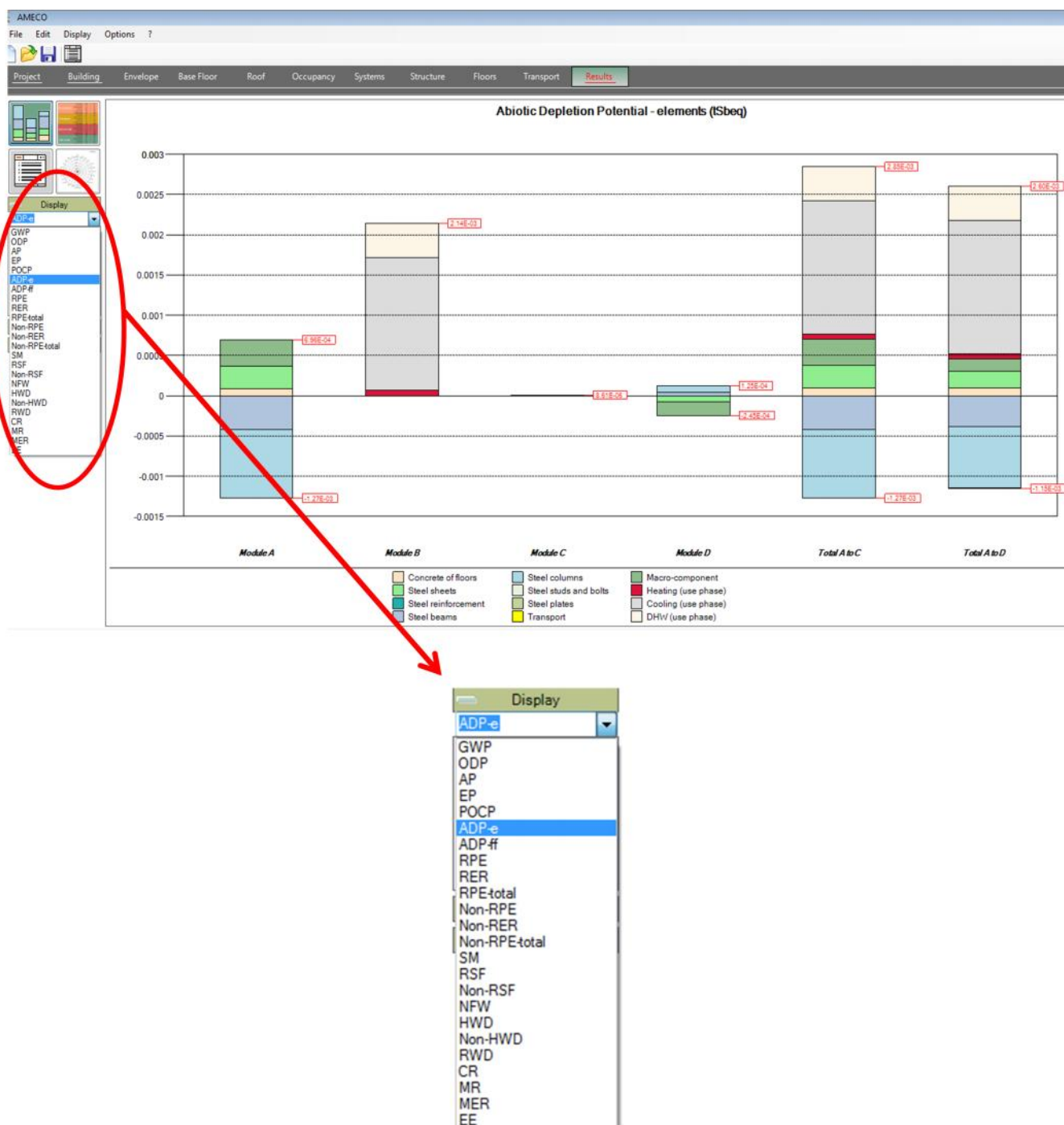
- Indikatorer som beskriver miljöpåverkan (EN15978)
 - o Global uppvärmningspotential, GWP (kg CO₂ ekv)
 - o Ozonnedbrytande potential, ODP (kg CFC 11 ekv)
 - o Försurningspotential för land och vatten; AP (kg SO₂- ekv)
 - o Övergödningspotential, EP (kg (PO₄)₃- ekv)
 - o Potential för fotokemiskt blidning av marknära ozon, POCP (kg Eten ekv)
 - o Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för ämnen, ADP_elements (kg Sb ekv)
 - o Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för fossila bränslen, ADP_fossil fuels (MJ)
- Indikatorer som beskriver användning av resurser (EN15978)
 - o Användning av förnybar primär energi exklusive energiresurser som används som råmaterial, (MJ, effektivt värmvärde)
 - o Användning av förnybar primärenergi som används som råmaterial (MJ, effektivt värmvärde)
 - o Användning av icke förnybar primärenergi exklusive primärenergiresurser som används som råmaterial (MJ, effektivt värmvärde)
 - o Användning av icke förnybar primärenergiresurser som används som råmaterial (MJ, effektivt värmvärde)
 - o Användning av sekundära material (kg)
 - o Användning av förnybara sekundära bränslen (MJ)

- o Användning av icke förnybara sekundära bränslen (MJ)
- o Användning av nettofärskvatten (m³)
- Indikatorer som beskriver avfallskategorier (EN15978)
 - o Omhändertagande av farligt avfall (kg)
 - o Omhändertagande av ofarligt avfall (kg)
 - o Omhändertagande av radioaktivt avfall (kg)
- Indikatorer som beskriver de utflöden som lämnar systemet (EN15978)
 - o Komponenter för återanvändning (kg)
 - o Material till återvinning (kg)
 - o Material till energiåtervinning (exkl. avfallsförbränning) (kg)
 - o Exporterad energi (MJ för varje energikälla)

Indikatorerna kan väljas från Visa-menyn till vänster:



Figur 31 : stapeldiagram och val av indikator: GWP



Figur 32 : stapeldiagram och val av indikator: potential för utarmning av abiotiska tillgångar för ämnen

Resultaten presenteras för byggnadens livscykel och alla moduler:

- Modul A : tillverknings- och byggskede
- Modul B : Bruksskede
- Modul C : Livscykelsslut
- Modul D : Fördelar och belastningar utanför produktens systemgränser
- Modul A till C (dvs. summan av A, B och C)
- Modul A till D : Byggnadens totala livscykel (dvs. summan av alla 4 moduler)

För varje modul presenteras påverkan för följande element (om de återfinns i konstruktionen):

Bärande komponenter:

- Betong i golv
- Betong i konstruktionen
- Tunnplåt
- Armeringsstål
- Stålbalkar
- Stålpelare
- Stålsreglar och skruvar
- Stålsplåtar

Skalkomponenter:

- Makrokomponent

Transport av alla komponenter:

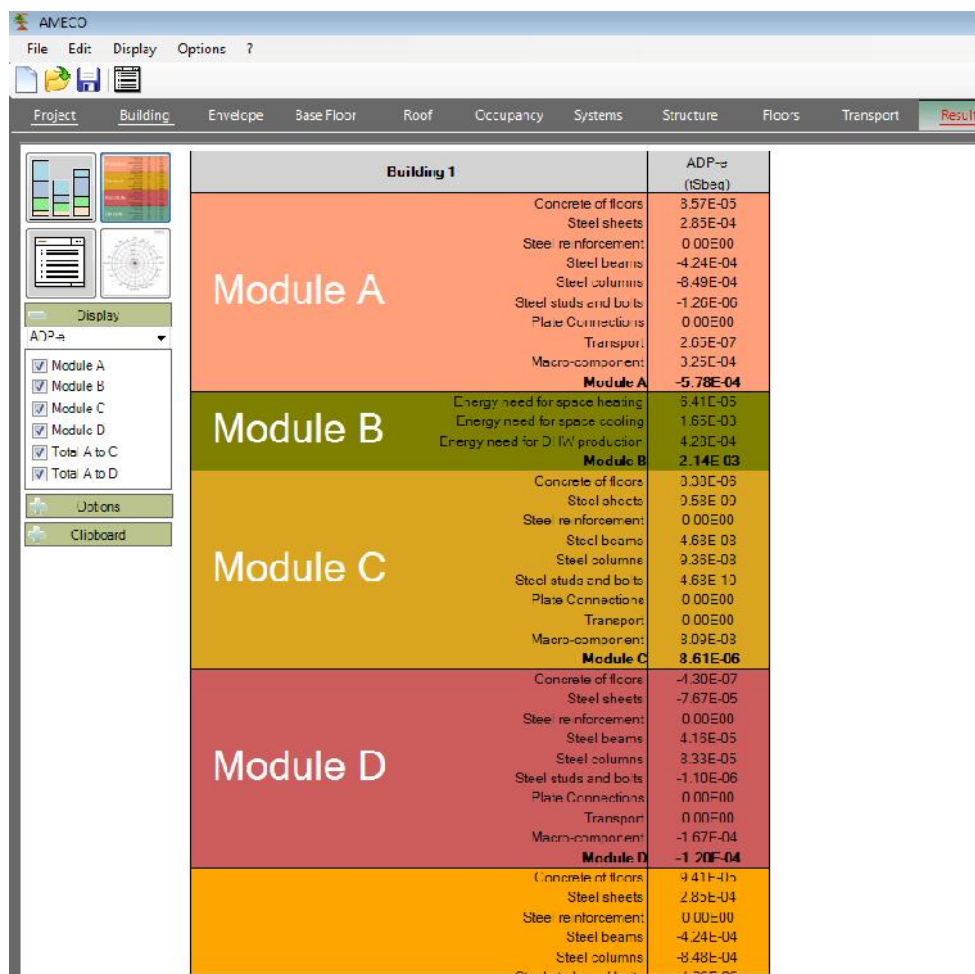
- Transport

Bruksskede

- Uppvärmning
- Kylning
- Tappvarmvatten

6.2.11.2 Tabell

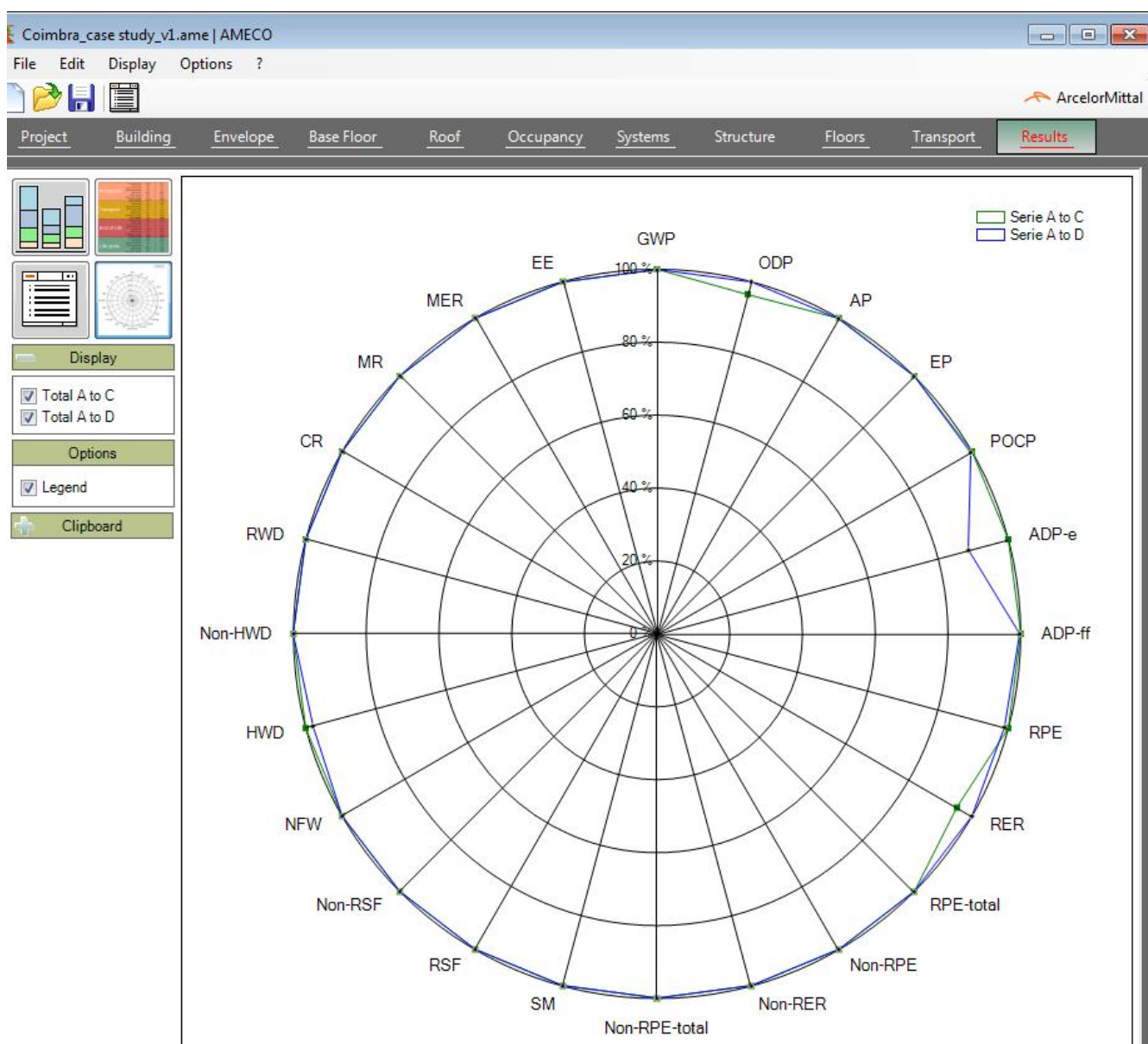
Resulterande påverkan kan visas i en tabell, för varje skede och materialelement som kunde visas med stapeldiagram.



Figur 33 : tabell som visar resultaten för vald indikator

6.2.11.3 Radardiagram

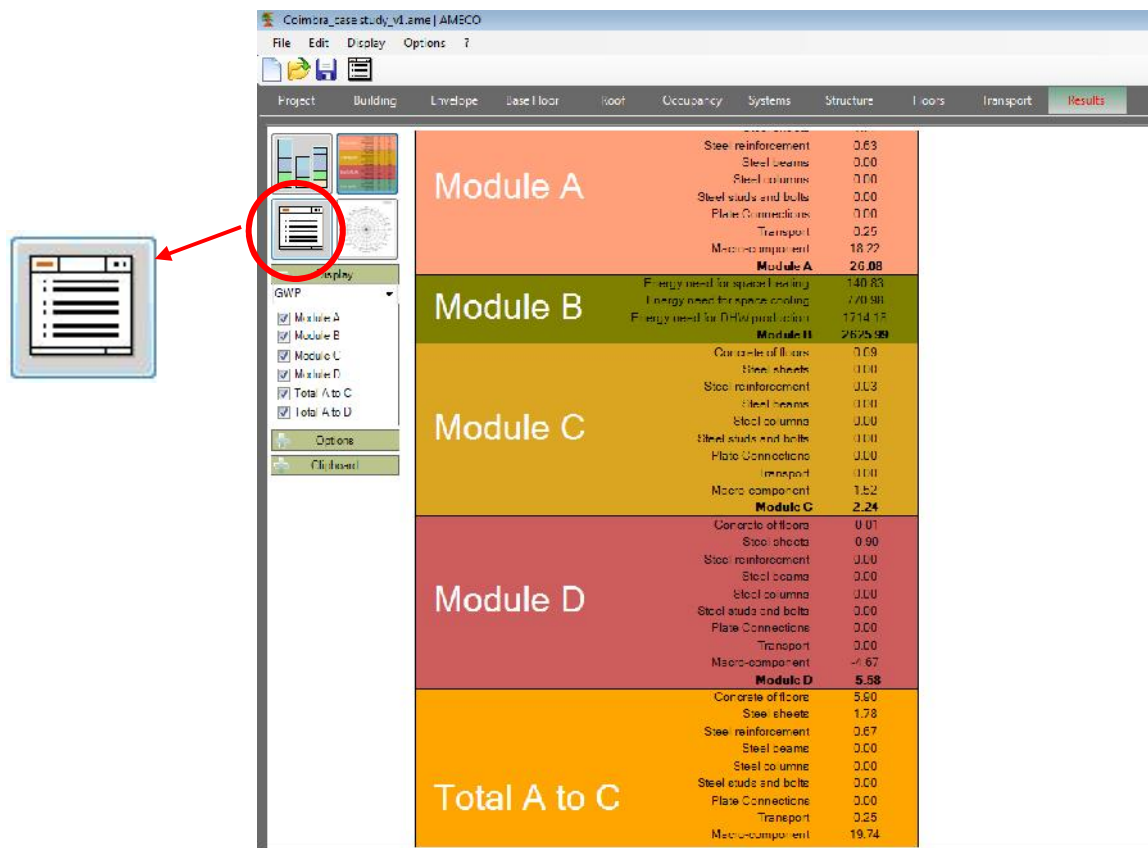
Resultaten kan också presenteras i ett radardiagram som visar summorna för modul A till C och A till D för alla indikatorer.



Figur 34 : Radardiagram

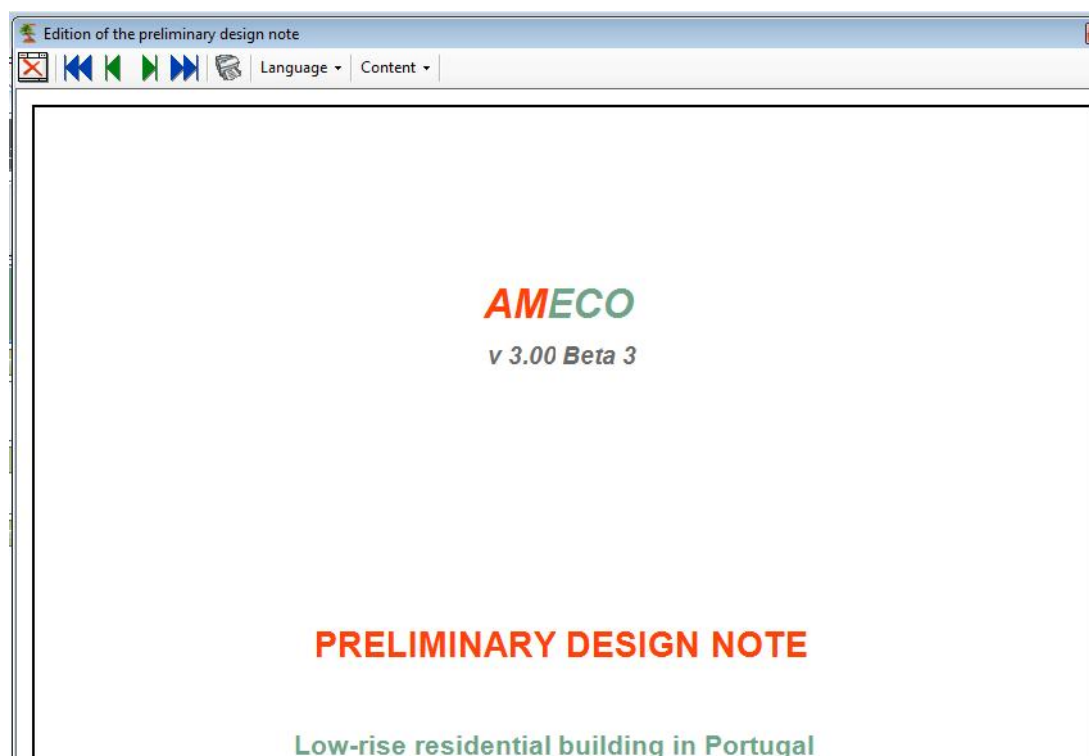
6.2.11.4 Kalkylblad

Ett kalkylblad, också kallat “Preliminär beräkningsrapport” kan skapas genom att välja ikonen:



Figur 35 : ikon för kalkylblad

Denna rapport, som kan skrivas ut, visar byggnadens alla in- och utflöden.



Figur 36 : “Preliminär beräkningsrapport”

Synthesis*Synthesis of results for Low-rise residential building in Portugal*

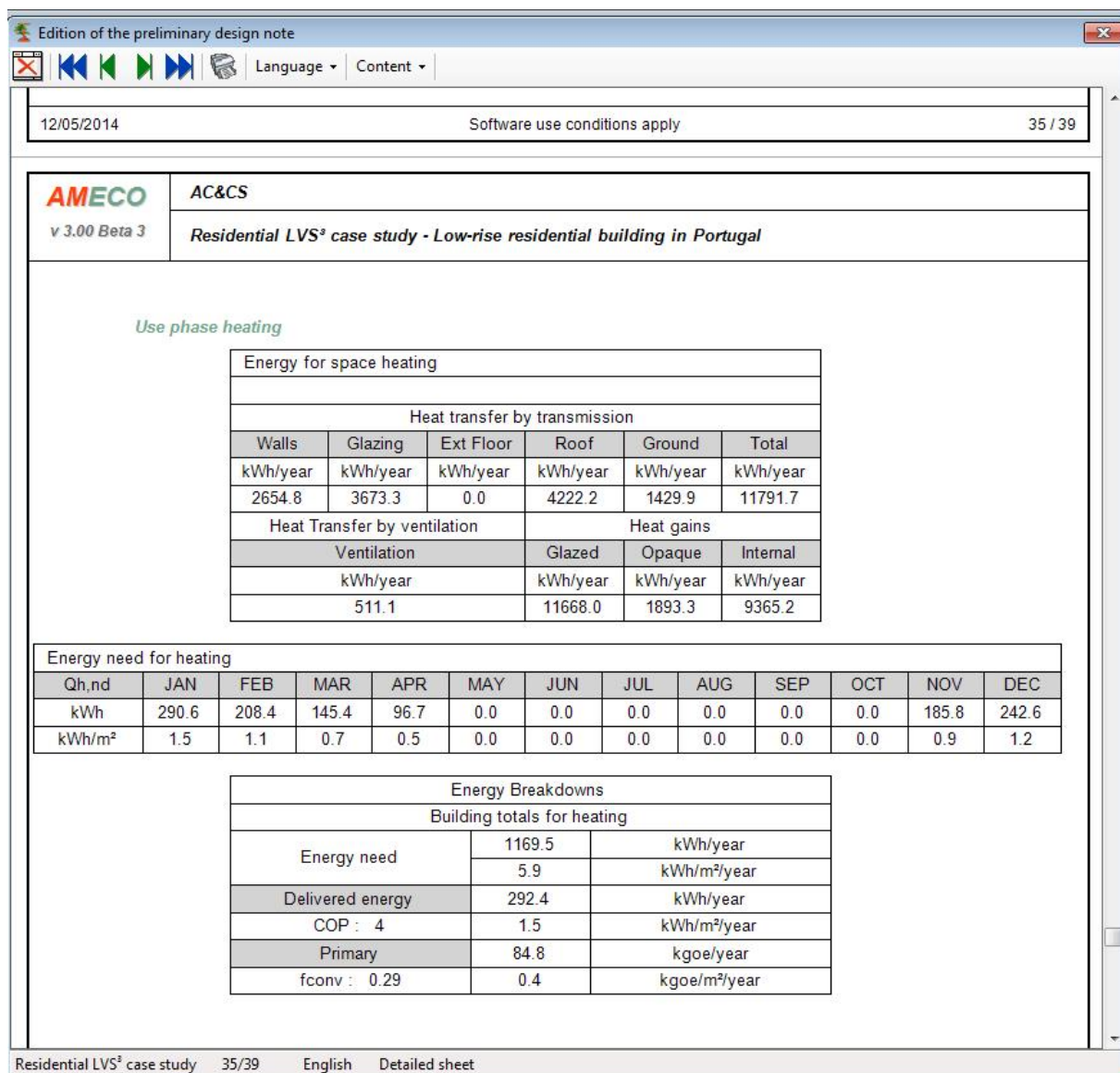
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO ₂ eq)	26.08	2625.99	2.24	-5.58	2654.32	2648.73
ODP (tCFCeq)	1.70E-07	2.36E-06	1.50E-07	9.90E-08	2.68E-06	2.78E-06
AP (tSO ₂ eq)	6.81E-02	1.24E01	5.44E-03	-1.74E-02	1.25E01	1.25E01
EP (tPO ₄ eq)	8.29E-03	6.55E-01	1.55E-03	-6.36E-04	6.65E-01	6.64E-01
POCP (tEtheneeq)	8.70E-03	7.32E-01	8.46E-04	-3.16E-03	7.42E-01	7.39E-01
ADP-e (tSbeq)	6.79E-05	3.61E-04	8.87E-07	-4.85E-05	4.30E-04	3.82E-04
ADP-ff (GJ NCV)	292.54	46225.20	14.61	-87.50	46532.35	46444.85
RPE (GJ NCV)	200.15	7710.97	1.09	-79.03	7912.21	7833.18
RER (GJ NCV)	40.38	0.00	0.05	2.01	40.43	42.44
RPE-total (GJ NCV)	5.44	7710.97	0.31	0.46	7716.73	7717.19
Non-RPE (GJ NCV)	104.35	26714.85	15.29	-8.79	26834.50	26825.71
Non-RER (GJ NCV)	0.45	19627.40	0.00	0.00	19627.86	19627.86
Non-RPE-total (GJ NCV)	104.80	46342.26	15.29	-8.79	46462.36	46453.57
SM (t)	47.15	0.00	0.00	0.00	47.15	47.15
RSF (GJ NCV)	1.61	0.95	0.00	0.00	2.55	2.55
Non-RSF (GJ NCV)	16.92	9.90	0.00	0.00	26.83	26.83
NFW (1000 m3)	28.44	10030.69	5.85	0.42	10064.99	10065.41
HWD (t)	4.56E-04	0.00E00	0.00E00	-9.15E-06	4.56E-04	4.47E-04
Non-HWD (t)	31.36	10476.45	0.87	-2.41	10508.68	10506.27
RWD (t)	2.42E-03	6.81E00	2.70E-06	-3.08E-04	6.81E00	6.81E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.60
MER (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EE (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Detailed results*Global Warming Potential*

	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	2.41	0.00	0.04	-0.90	2.44	1.54
Floor sheets	1.77	0.00	0.00	-0.90	1.78	0.88
Concrete total	5.20	0.00	0.69	-0.01	5.90	5.88
Concrete slabs	5.20	0.00	0.69	-0.01	5.90	5.88
Use phase total	0.00	2536.56	0.00	0.00	2536.56	2536.56
Heating	0.00	57.22	0.00	0.00	57.22	57.22
Cooling	0.00	765.16	0.00	0.00	765.16	765.16
DHW	0.00	1714.18	0.00	0.00	1714.18	1714.18
Transport	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25
Total impact of module	26.08	2536.56	2.24	-5.58	2564.89	2559.31

Figur 37 : tillgängliga tabeller i den preliminära beräkningsrapporten, som visar resultaten för samtliga indikatorer

De detaljerade resultaten för bruksskedet presenteras i den preliminära beräkningsrapporten.



Figur 38 : tabell för energianvändning under bruksskedet

7 Fallstudier

7.1 Kontorshus

7.1.1 Inledning

Avsikten är att presentera beräkningen av ett kontorshus miljöpåverkan och att jämföra olika konstruktionsalternativ, genom att använda dataprogrammet AMECO3.

Tre typer av konstruktionssystem analyseras:

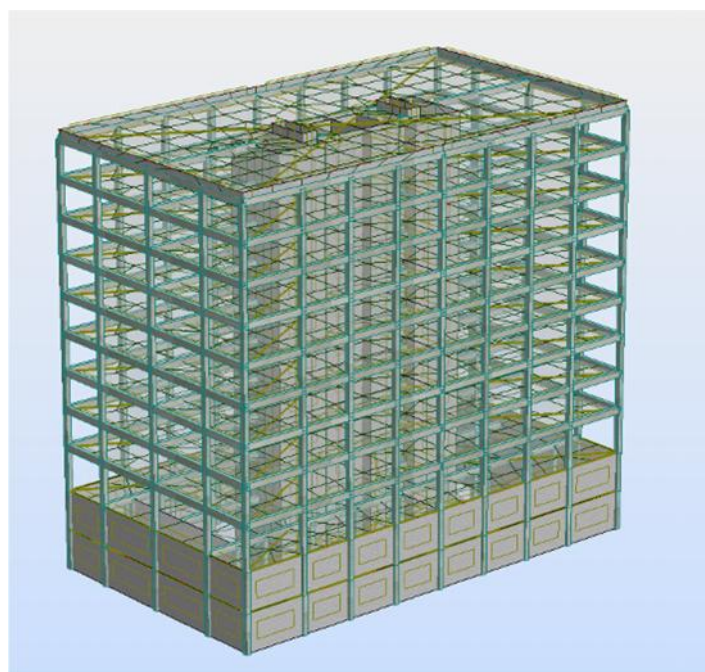
- Samverkanskonstruktion
- Betongkonstruktion
- Optimerad samverkanskonstruktion (optimeringen har baserats på en EKO-design)

Den bärande konstruktionen konstruerades av ett externt teknikföretag inom ramen för en studie på begäran av ArcelorMittal. Dimensioneringen granskades av en grupp oberoende experter [4].

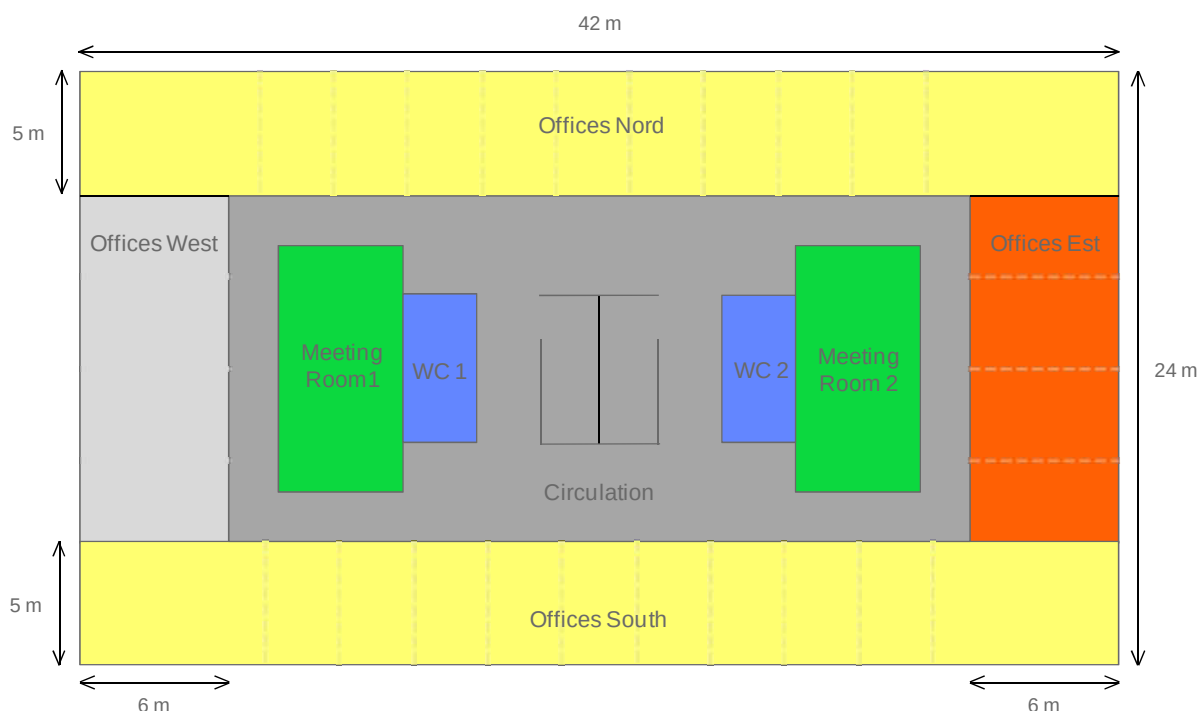
De tre konstruktionssystem som beaktas är de vanligaste för kontorsbyggnader i Europa.

7.1.2 Beskrivning av byggnaderna

Byggnadens dimensioner	42,4 m x 24,4 m
Antal våningar i överbyggnaden	R + 8
Antal våningar i underbyggnaden	2
Byggnadens höjd	31,2 m
Våningshöjd (golvnivå - golvnivå)	3,4 m (utom bottenvåning: 4,0 m)



Figur 39 : 3D-vy av byggnaden, inklusive källarvåningar



Figur 40 : vanlig planlösning

Olika lösningar:

Elementen som skiljer de tre byggnaderna täcker endast överbyggnaden (pelare, balkar och plattor) och den centrala stabiliserande konstruktionen. Konstruktionens övriga element (grund och underbyggnad), skalet och interiören är identiska.

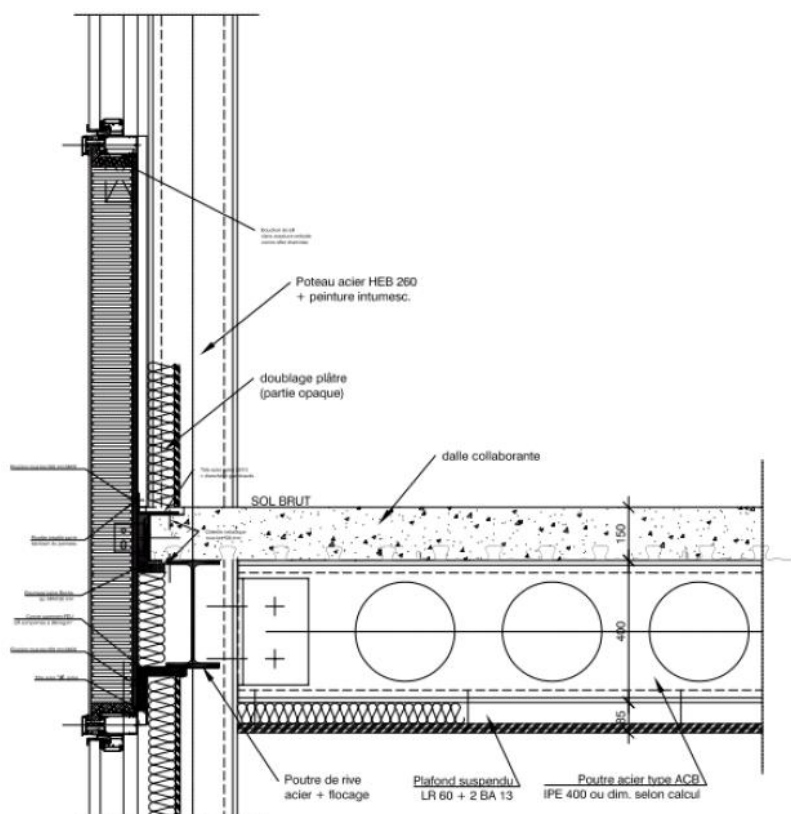
De funktioner som tillgodoses av byggnaden anses likvärdiga eftersom användbara byggnadsytor är lika. Detta även om byggnadens volym är något högre för samverkanskonstruktioner än för betongkonstruktioner.

Byggnaderna utformades för klimatregionen kring Paris.

Den beräknade livstiden (LTS) för byggnaderna är 100 år. För kontorshus är det normalt de bärande elementen som bestämmer byggnadens livslängd; de övriga elementen kan renoveras eller bytas ut. I denna studie är konstruktionsmaterialen kompatibla med en livslängd på 100 år. Slutligen kan det noteras att livstiden inte är en särskiljande faktor mellan de olika konstruktionssystemen som beaktas i denna studie.

1. Samverkanskonstruktion

Byggnaden med stål och betong har en överbyggnad med samverkanskonstruktion och en kärna av betong.



Figur 41 : Detaljerad vy av konstruktionssystemet

Som visas i figur 41, så är det bärande systemet byggt av samverkande hålbalkar i stål S355 anslutna med skjuvförbindare till samverkansplattorna.

Samverkansplattan består av COFRA+60 stålplåt och betong C30/37.

Byggnadens stabiliserande kärna består av betong.

Denna konstruktion motsvarar praxis för kontorshus på den franska marknaden.

2. Lösningen med betong

Byggnaden i betong har prefabricerade håldäckbjälklag som bärs av en armerad betongkonstruktion med en stabiliserande kärna av betong.

Det prefabricerade bjälklaget och den armerade betongen är av kvalitet C30/37.

Byggnadens stabiliserande kärna består av betong.

Även denna konstruktion motsvarar praxis för kontorshus på den franska marknaden.

3. Eko-optimerad samverkanskonstruktion

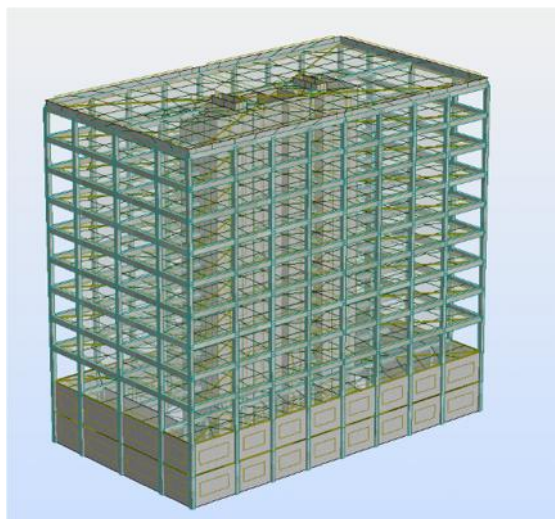
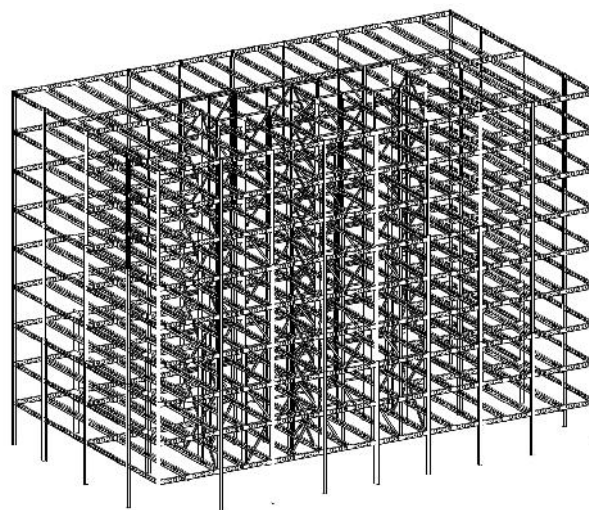
Den eko-optimerade byggnaden har en överbyggnad med samverkanskonstruktion och stabiliserande kärna av stål.

Det bärande systemet utgörs av samverkande hålbalkar i stål S460 anslutna med skjuvförbindare till samverkansplattorna.

Samverkansplattan består av COFRA+60 stålplåt och betong C30/37.

Byggnadens stabiliserande kärna består av stål.

Denna konstruktion motsvarar praxis för kontorshus på den franska marknaden men har optimerats med hänsyn till materialanvändning för att minimera miljöpåverkan.

Byggnadernas stabiliserande kärna:**Figur 42 : Betongkärna (Lösning 1 & 2)****Figur 43 : Stålkärna (Lösning 3)**

Konstruktionsdata för de 3 olika lösningarna:

Överbyggnad	Stomme				Golvplatta			
Värden i ton (t)	Stål-profiler	Plåtförband	Betong C30/37	Armering	Stål-element	Total tjocklek	Betong-golv	Armering
Stål S355	239,9 t	14,994 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
Betong	-	-	1199 t	59,1 t	-	240 mm + 70 mm avjämnin gsmassa	4688 t	16,56 t
Stål S460	197,1 t	11,827 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
Stålkärna	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
Betongkärna	-	-	1941 t	44,16 t				

med: Byggnad 1 = stomme i stål S355 och betongkärna
 Byggnad 2 = stomme i betong och betongkärna
 Byggnad 3 = stomme i stål S460 och stålkärna

NB : betongdensitet= 2500 kg/m³

7.1.3 Miljöbedömning med dataprogrammet AMECO3

7.1.3.1 Indata i dataprogrammet AMECO3

⇒ Allmänna uppgifter om byggnad 1 i AMECO3

The screenshot shows the AMECO3 software window titled 'Office Steel 355.ame | AMECO'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Display', and 'Options'. The 'Project' tab is selected in the top navigation bar. The 'Project identification' section contains the following data:

Identification	
Project name	Office building in steel
Building name	Office in Steel S355
Company	ArcelorMittal
Prepared by	Françoise
Comment	

⇒ Indata för byggnadens skal (Modul A-C-D)

- Definition av byggnadens allmänna data:

The screenshot shows the 'Definition of the building' section of the AMECO3 software. It contains two main parts: 'General parameters' and 'Location'.

General parameters

North - South facade Length	42.4	m
East - West facade length	24.4	m
Floor height	3.4	m
Floor height under ceiling	2.7	m
Number of intermediate floors	8	
Area of intermediate floors	8276.48	m ²
Total area of building	9311	m ²
Structure only	No	▼
Building type	Office	▼

To the right of the table is a compass rose indicating North, South, East, and West, with a rectangular box below it for a floor plan or sketch.

Location

Country	France	▼
Location	Paris	▼
Display		

- Definition av byggnadens skal: termiska egenskaper (U-värden) som används för byggnadens skal (väggar, öppningar, grund och tak) tas från komponenter tillgängliga i AMECO3.

Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport	Results
Definition of the building envelope								
Facade								
Direction	North	East	South	West				
Facade area	1297.44	746.64	1297.44	746.64	m ²			
Opening area	30	30	30	30	%			
Facade properties								
Wall type	Light steel panel wall (rock wool)							
U-value for walls	0.296				W/(m ² .K)			
Opening type	Double glazing low emissivity (type 1)							
U-value for openings	1.7				W/(m ² .K)			
Shading device type	No shading device							
Shutter type	No shutter							

- Definition av byggnadens grund:

Project	Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport
Definition of the building base floor									
Base floor									
U-value for the base floor	0.599			W/(m ² .K)					
Base floor type	Suspended Floor								
Thickness of concret base floor	0.2			m					
Mass of reinforcing steel	0			t					
Internal heat capacity of ground	50000			J/(m ² .K)					
Internal heat capacity of intermediate floor	50000			J/(m ² .K)					
Internal heat capacity of internal wall	20000			J/(m ² .K)					
				Key 1 floor slab h height of floor surface above ground level R_f thermal resistance of floor construction R_g effective thermal resistance of ground					

- Definition av byggnadens tak:

Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport
Definition of the building roof							
Roof							
Roof type	Roof type 2						
U-value for the roof (flat part)	0.373			W/(m ² .K)			

⇒ Indata för byggnadens bruksskede (Modul B)

- Definition av byggnadens nyttjande:

Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure
Occupancy related data						
Comfort requirements						
Heating set-point temperature		20		°C		
Cooling set-point temperature		26		°C		
Air-flow-rate (heating mode)		0.6		ac/h		
Air-flow-rate (cooling mode)		1		ac/h		

- Definition av byggnadssystemen:

Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure
Description of building systems						
Heating system						
Heating system type		Split (heating)				
Cooling system						
Cooling type system		Split (cooling)				
Mechanical ventilation system						
Heat recovery system		Yes				
Heat recovery percentage		80				
DHW system						
DHW system type		Electric boiler				

⇒ Allmänna uppgifter för byggnadens konstruktion (Modul A-C-D)

- Definition av byggnadens bärande konstruktion:

Bearing structure of the building		
Steel elements		
Beams (Hot rolled profiles)	239.9	t
Columns (Hot rolled profiles)	0.0	t
Studs	0.0	t
Bolts	0.0	t
Plate Connections	14.99	t
Concrete elements		
Concrete Type	In-situ/Poured	▼
Concrete Grade	C30/37	▼
Beams	0.0	t
Columns	1941	t
Steel reinforcement	44.16	t
Wood elements		
Beams	0.0	t
Columns	0.0	t
Total mass of structure	2240	t

- Definition av golvsystemen:

Floor slabs		
Steel elements		
Type of slab	Composite slab	▼
Steel deck	Cofraplus 60	▼
Thickness of the deck	0.750	▼ mm
Mass of sheeting per m2 of floor	8.53	kg/m²
Mass of sheeting for the building	70.6	t
Minimum depth of the floor	100	mm
Concrete elements		
Total depth of the floor	150.0	mm
Concrete Type	In-situ/Poured	▼
Concrete Grade	C30/37	▼
Total mass of the floor concrete (incl. base floor)	2735	t
Steel reinforcement	0.0	t
Total mass of the floor slabs	2805	t

⇒ Uppgifter för transport av materialelement (Modul A)

Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport
Transport parameters								
Steel elements								
Total steel transported	369.6		t					
Values for the transport impacts	User values		▼					
Mass transported by electric train	0.0		t					
Distance	0.0		km					
Mass transported by regular trucks	369.6		t					
Distance	500		km					
Concrete elements								
Total concrete transported	4676		t					
Concrete produced on site	4676		t					
Distance by mixer trucks	50.0		km					
Prefabricated concrete	0.0		t					
Distance by regular trucks	0.0		km					

7.1.3.2 Resultat från beräkningen med AMECO3

Byggnad 1: stål S355 – betongkärna

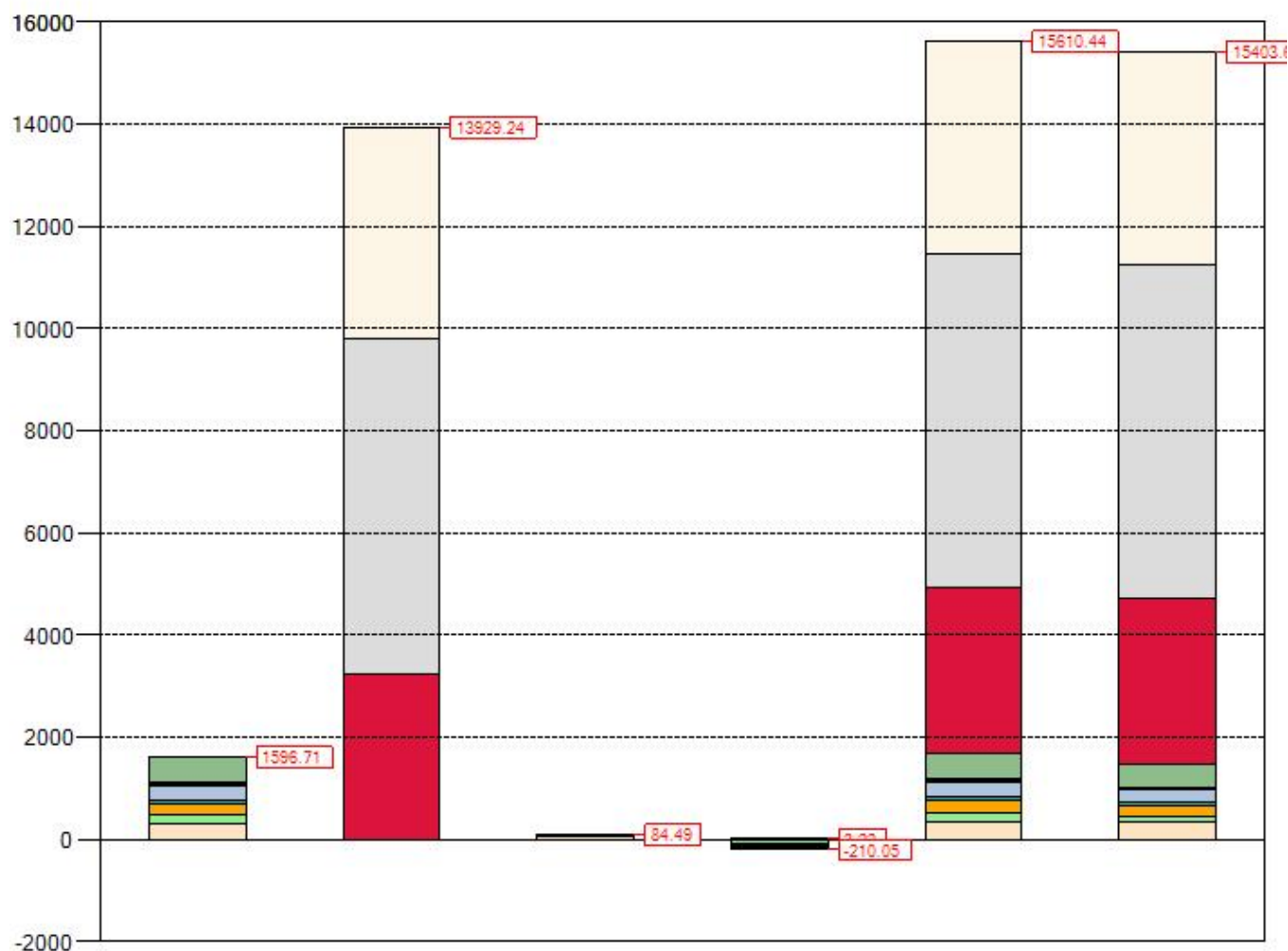
Detaljerade resultat för global uppvärmningspotential (t CO₂ ekv):

Office building in steel S355	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	549.17	0	4.71	-148.78	553.88	405.1
Beams	276.92	0	1.38	-40.71	278.3	237.59
Columns	0	0	0	0	0	0
Plate connections	36.84	0	0.09	-19.66	36.93	17.27
Reinforcement	54.93	0	2.8	3.22	57.73	60.95
Floor sheets	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
Concrete total	520.77	0	63.22	-3.51	583.99	580.48
Concrete of structure	216.19	0	23.02	-2.74	239.21	236.47
Concrete slabs	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Envelope	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Use phase total	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
Heating	0	3233.37	0		3233.37	3233.37
Cooling	0	6543.84	0		6543.84	6543.84
DWH	0	4152.03	0		4152.03	4152.03
Transport	36.78	0	0		36.78	36.78
Total impact of module	1596.71	13929.24	84.48	-206.83	15610.43	15403.6

Utifrån dessa resultat kan man se att Modul B, som är byggnadens bruksskede, är dominerande i förhållande till de andra modulerna.

Grafiskt resultat för global uppvärmningspotential (t CO₂ ekv):

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Module A

Module B

Module C

Module D

Total A to C

Total A to D



Byggnad 2: Stomme och stabiliserande kärna av betong

Detaljerade resultat för global uppvärmningspotential (t CO₂ ekv):

Office building in concrete	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Beams	0	0	0	0	0	0
Columns	0	0	0	0	0	0
Plate connections	0	0	0	0	0	0
Reinforcement	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Floor sheets	0	0	0	0	0	0
Concrete total	1078,55	0	133,44	-6,28	1211,99	1205,71
Concrete of structure	349,74	0	37,24	-4,43	386,98	382,55
Concrete slabs	728,81	0	96,2	-1,85	825,01	823,16
Envelope	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Use phase total	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Heating		3233,37			3233,37	3233,37
Cooling		6543,84			6543,84	6543,84
DWH		4152,03			4152,03	4152,03
Transport	60,56	0	0	0	60,56	60,56
Total impact of module	1757,55	13929,24	156,54	-53,28	15843,33	15790,05

Byggnad 3: Stomme och stabiliserande kärna av stål S460

Detaljerade resultat av potentialen för global uppvärmning (t CO₂eq):

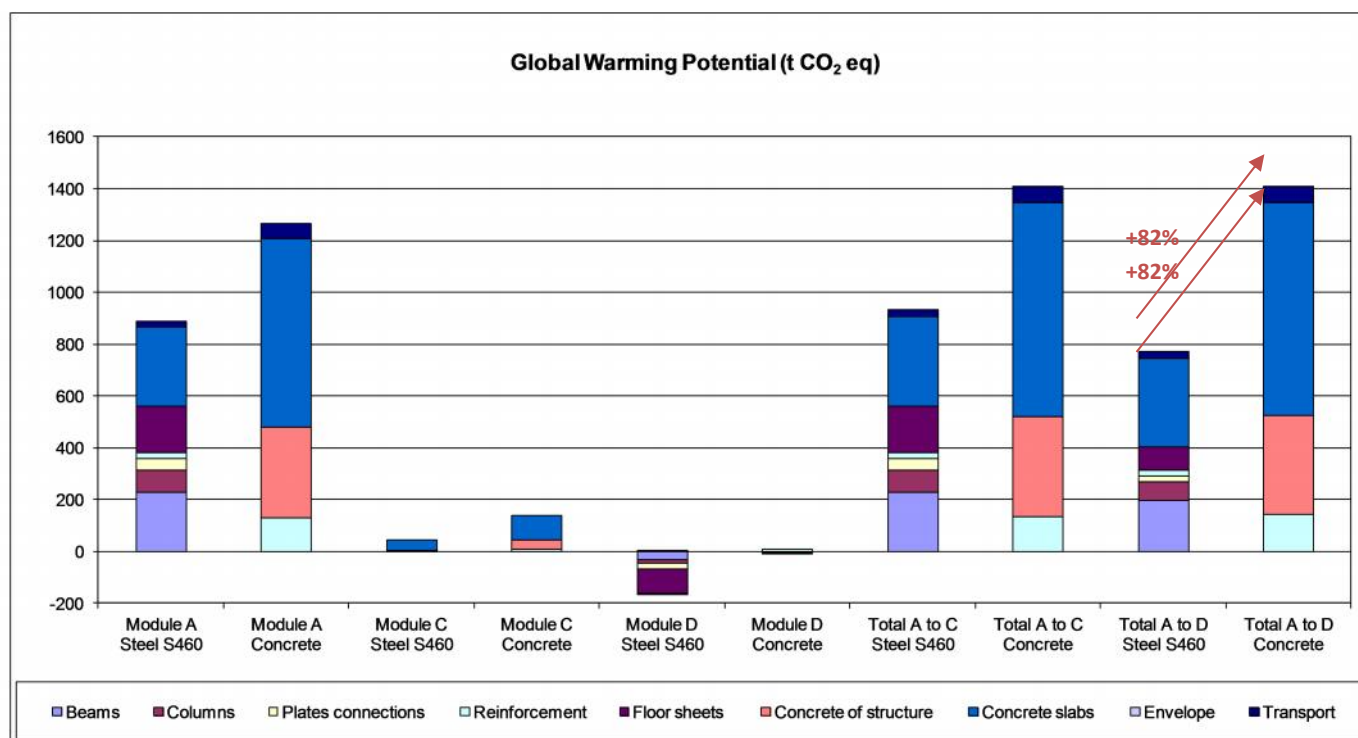
Office building in steel S460	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	559,6	0	3,15	-160,09	562,75	402,66
Beams	227,51	0	1,13	-33,44	228,64	195,2
Columns	87,1	0	0,43	-12,8	87,53	74,73
Plate connections	43,91	0	0,1	-23,43	44,01	20,58
Reinforcement	20,6	0	1,05	1,21	21,65	22,86
Floor sheets	180,48	0	0,44	-91,63	180,92	89,29
Concrete total	304,58	0	40,2	-0,77	344,78	344,01
Concrete of structure	0	0	0	0	0	0
Concrete slabs	304,58	0	40,2	-0,77	344,78	344,01
Envelope	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Use phase total	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Heating		3233,37			3233,37	3233,37
Cooling		6543,84			6543,84	6543,84
DWH		4152,03			4152,03	4152,03
Transport	25,31	0	0	0	25,31	25,31
Total impact of module	1379,48	13929,24	59,9	-215,4	15368,62	15153,22

Modul B, som är byggnadens bruksskede, är dominerande i förhållande till de andra modulerna och detta gäller samtliga tre byggnader. Bruksskedet är inte beroende av konstruktionssystemet (betong eller stål) för byggnaden.

Resultaten visar att konstruktionen har en mycket liten inverkan på byggnadens globala miljöpåverkan i jämförelse med byggnadens nyttjande.

I nästa jämförelse utesluts byggnadens bruksskede för att förtydliga hur konstruktionssystemet verkligen påverkar miljön.

Jämförelsen mellan byggnaden av betong och den optimerade byggnaden av stål illustreras i följande figurer.



När det kommer till CO₂-påverkan visar resultaten från dataprogrammet att det är en stor skillnad mellan byggnaden av betong och den Eko-optimerade byggnaden av stål. Denna skillnad kan uppgå till 82% om återvinning av stål och valorisering av krossad betong beaktas.

Denna studie har visat att samverkanskonstruktioner har många fördelar när det kommer till miljöpåverkan. Dessa fördelar kommer huvudsakligen från samverkanskonstruktionernas lätthet. Det har visats att den utformning som minimerar den mängd material som behövs också minimerar konstruktionens miljöpåverkan.

Materialåtervinningen vid livscykelsslutet (ändlös återvinning av stål och valorisering av krossad betong) gör konstruktioner mer hållbara. Modul D i EN 15804 möjliggör då optimering av byggnadens miljöpåverkan.

Denna studie har tydligt visat att det bästa konstruktionssystemet för ett kontorshus är samverkanskonstruktionen. Denna lösning använder båda materialen "på bästa sättet", dvs. betong i tryck och stål i drag. Detta möjliggör en reduktion av nedbörningens betydelse för utformningen och därmed även en reduktion av byggnadens totala miljöpåverkan.

Samma slutsats kan dras för användning av höghållfasta stål. Den minskar den sammanlagda miljöpåverkan av samverkanskonstruktioner genom att minska materialmängden.

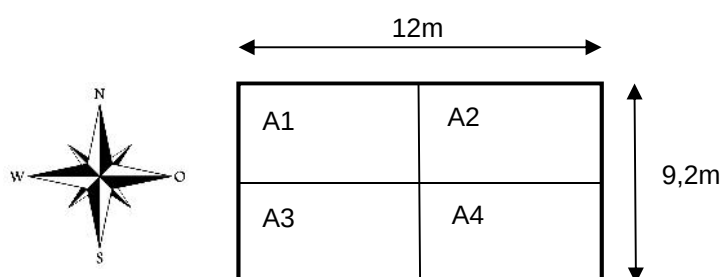
7.2 Bostadshus - CasaBuna i Rumänien

7.2.1 Beskrivning av byggnaden

Casa Buna-konceptet är ett fyrfamiljshus i Rumänien.



Byggnaden Casa Bună är uppdelad i 4 lägenheter med 55m² netto golvyta, jämt fördelat över två våningar.



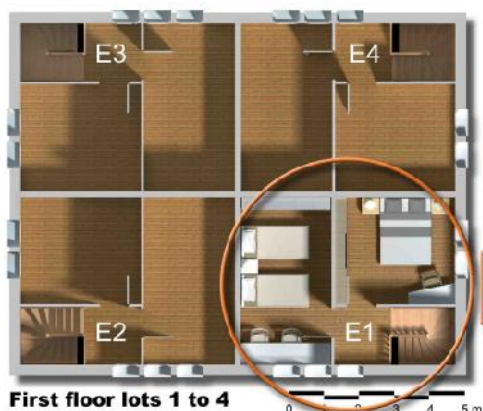
Byggnadens totala höjd är 6,85 m till toppen av det lutande taket. Eftersom endast platta tak kan sättas som modell i AMECO3 så är den genomsnittliga höjden för varje våning 2,9m. En vertikal genomskärning och byggnadens planlösning visas i figurerna nedan:



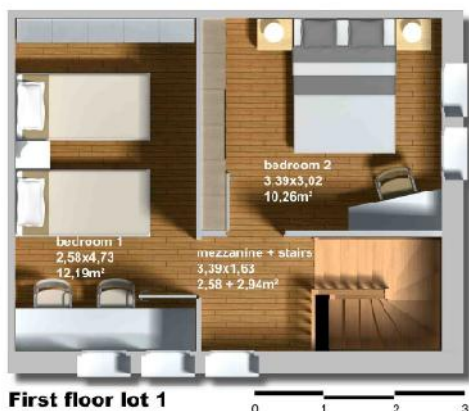
Ground floor lots 1 to 4



Ground floor lot 1



First floor lots 1 to 4



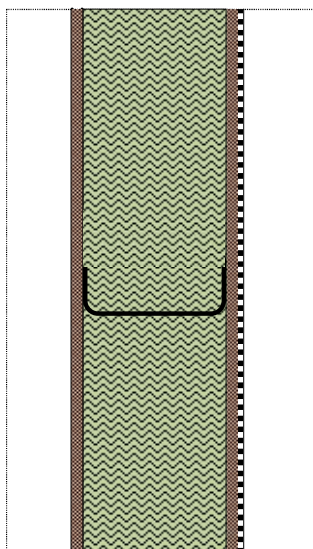
First floor lot 1

Nästa tabell summerar byggnadsskalets ytor.

Tabell Väggar och glasytor

	Norr/Söder [m ²]	Väst/Öst [m ²]	Summa [m ²]
Väggar	47	41	87
Glas	22	12	34
Totala ytor	69	53	122

Fasaden är byggd som en lätt stålramskonstruktion, innesluten i en träpanel (OSB), 120 mm stenull, och gipsskivor på insidan. Fasadkomponenten visas i figuren nedan:



Ingen ytterligare bärande konstruktion används i byggnaden.

Plattan på mark är gjord av armerad betong och är 0,2 m tjock, isolerad med 4 cm extruderad polystyren. Armeringens vikt är 0,7 t. Den mellanliggande våningen har ett torrt golv.

Fönstren har dubbelglas med låg emissivitet och PVC-ram.

Följande tabell anger U-värden för byggnadens komponenter.

VÄGGAR	0,30	W/m ² .K
PLATT TAK	0,37	W/m ² .K
FÖNSTER	1,70	W/m ² .K
BOTTENVÅNING	0,60	W/m ² .K

Det krävs också att den interna värmekapaciteten av väggar och golv specificeras. Detaljerna i beräkningen visas nedan:

Bottenvåning 0,2 m betong + plattor	74324	J/m ² K
Mellanliggande våning Linoleum + OSB + tunnplåt + luftspalt + gipsskivor	32447	J/m ² K
Innerväggar gipsskivor + stenull + lätt stålram + gipsskivor	13081	J/m ² K

Uppvärmnings- och kylningsbehoven uppfylls av värmepumpar, med börvärde för uppvärmnings- och kylningsläge på 20 respektive 25°C. Byggnadens ventilation sker genom självdrag. Tappvarmvattensystemet är byggt runt en elpanna med en verkningsgrad på 90%.

Grunden ingår inte i studien, inte heller skiljeväggar och dörrar. Interiören, så som interna ytbehandlingar och inredning har inte beaktats i denna studie. Endast extra förluster på grund av integrerade köldbryggor ingår i byggnadens energianvändning.

7.2.2 Indata i dataprogrammet AMECO3

7.2.2.1 Allmän indata för bostadshuset i AMECO3

AMECO3

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems

Project identification

Identification

Project name	LVS3
Building name	CasaBuna dwelling
Company	AC&CS
Prepared by	Valérie
Comment	AMECO v3 beta4

7.2.2.2 Definition av byggnadens geometri (Modul A-C-D)

AMECO3

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	12	m
East - West facade length	9.2	m
Floor height	2.9	m
Floor height under ceiling	2.7	m
Number of intermediate floors	1	
Area of intermediate floors	110,4	m ²
Total area of building	220,8	m ²
Structure only	No	
Building type	Residential	

North
West East
South

Location

Country	Romania
Location	Timisoara

Display

7.2.2.3 Definition av byggnadens komponenter (Modul A-B-C-D)

CasaBuna_Resid_CaseStudyv4.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building envelope

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	69.6	53.36	69.6	53.36	m ²
Opening area	22	12	22	12	%

Facade properties

Wall type	Light steel panel wall (rock wool)	
U-value for walls	0.296	W/(m ² .K)
Opening type	Double glazing low emissivity (type 1)	
U-value for openings	1.7	W/(m ² .K)
Shading device type	No shading device	
Shutter type	No shutter	

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope **Base Floor** Roof Occupancy Systems Structure Floors Tran

Definition of the building base floor

Base floor

U-value for the base floor	0.599	W/(m ² .K)
Base floor type	Suspended Floor	
Thickness of concrete base floor	0.2	m
Mass of reinforcing steel	0.7	t
Internal heat capacity of ground	469660	J/(m ² .K)
Internal heat capacity of intermediate floor	37314	J/(m ² .K)
Internal heat capacity of internal wall	26782	J/(m ² .K)

Key:

- 1 floor slab
- 2 height of floor surface above ground level
- R_f thermal resistance of floor construction
- R_g effective thermal resistance of ground

CasaBuna_Resid_CaseStudyv4.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

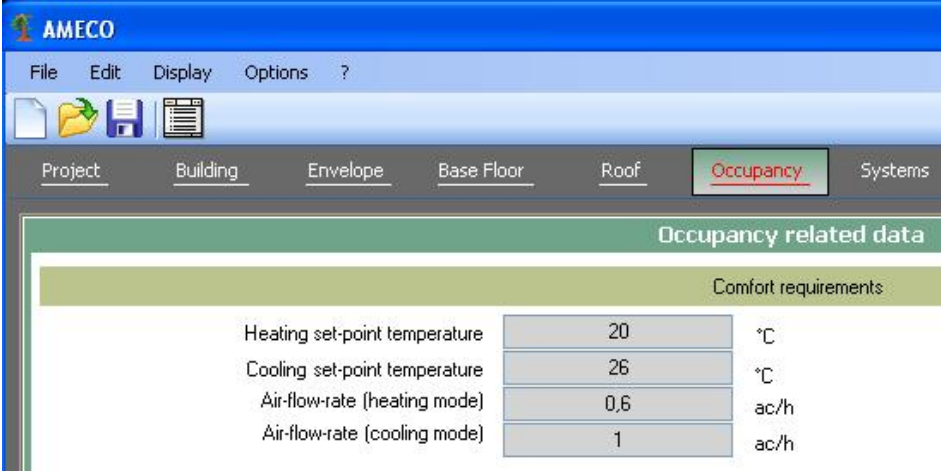
Project Building Envelope Base Floor **Roof** Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building roof

Roof

Roof type	Roof type 2	
U-value for the roof (flat part)	0.373	W/(m ² .K)

7.2.2.4 Definition av byggnadens bruksskede (Modul B)



AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof **Occupancy** Systems

Occupancy related data

Comfort requirements

Heating set-point temperature	20	°C
Cooling set-point temperature	26	°C
Air-flow-rate (heating mode)	0,6	ac/h
Air-flow-rate (cooling mode)	1	ac/h



AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems** Structure

Description of building systems

Heating system

Heating system type Gas fuel heater

Cooling system

Cooling type system No cooling

Mechanical ventilation system

Heat recovery system No

DHW system

DHW system type Electric boiler

7.2.2.5 Allmänna uppgifter om byggnadens konstruktion (Modul A-C-D)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure**

Bearing structure of the building

Steel elements

Beams (Hot rolled profiles)	0	t
Columns (Hot rolled profiles)	0	t
Studs	0,0	t
Bolts	0	t
Plate Connections	0,0	t
Total mass of structure	0,0	t

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure** **Floors**

Floor slabs

Steel elements

Type of slab	Dry floor	
Steel deck	Suportsol 56	
Thickness of the deck	0,750	mm
Mass of sheeting per m2 of floor	8,00	kg/m²
Mass of sheeting for the building	0,883	t

Concrete elements

Total mass of the floor slabs	52,99	t
--------------------------------------	--------------	----------

7.2.2.6 Definition av materialtransport (Modul A)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors **Transport**

Transport parameters

Steel elements

Total steel transported t

Values for the transport impacts ▼

Concrete elements

Total concrete transported	52,11	t
Concrete produced on site	52,11	t
Distance by mixer trucks	30,0	km
Prefabricated concrete	0,0	t
Distance by regular trucks	0,0	km

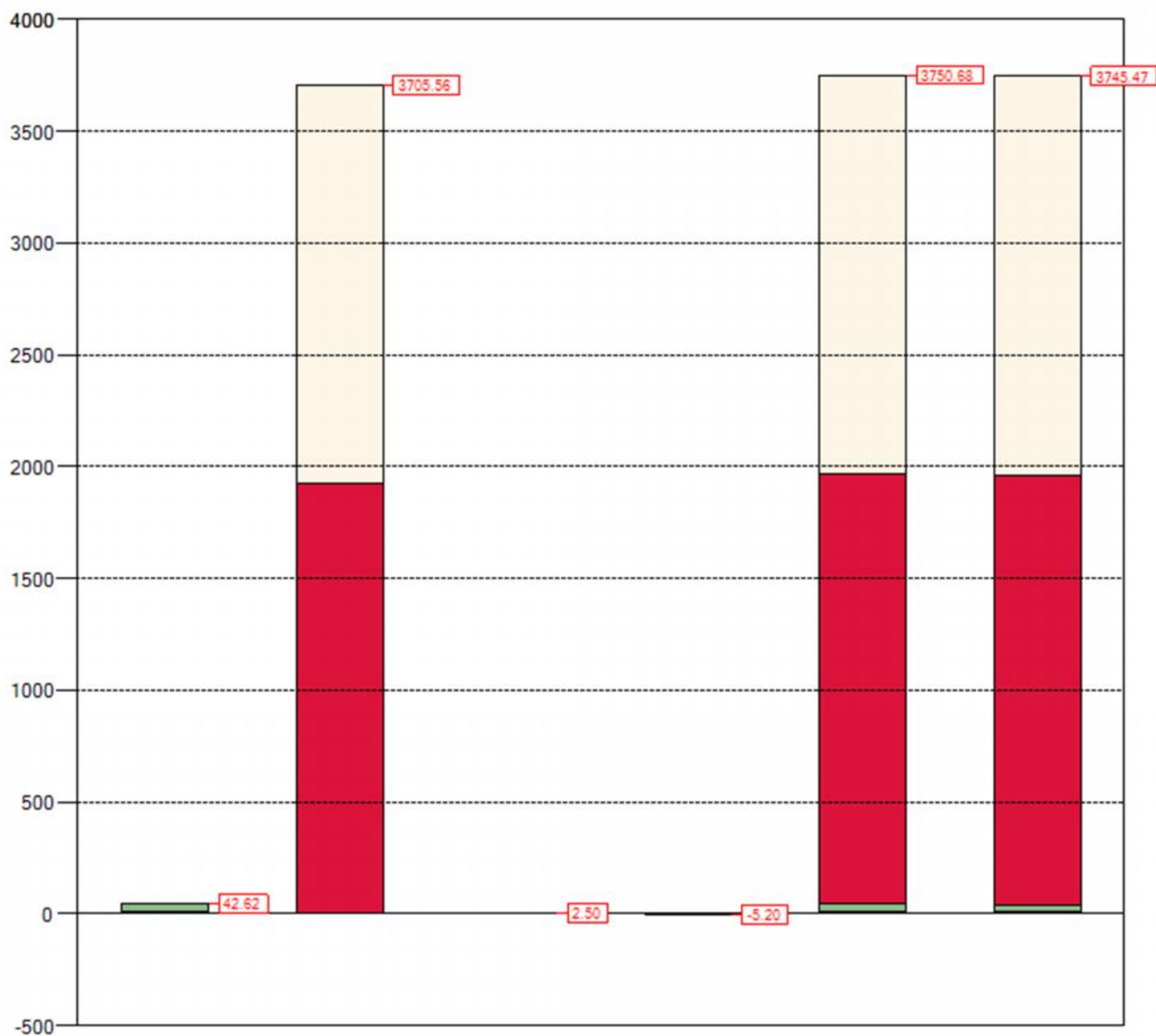
7.2.3 Resultat från beräkningen med AMECO3

Nedan visas tabellen som sammanställer resultaten för alla påverkanskategorier genom hela livscykeln för Casa Buna-huset:

Synthesis of results for CasaBuna dwelling

	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO ₂ eq)	42.62	3705.56	2.50	-5.20	3750.68	3745.47
ODP (tCFCeq)	5.40E-07	1.92E-06	1.68E-07	1.04E-07	2.63E-06	2.73E-06
AP (tSO ₂ eq)	1.68E-01	1.48E01	6.82E-03	-1.54E-02	1.50E01	1.50E01
EP (tPO ₄ eq)	1.60E-02	7.56E-01	1.80E-03	-5.05E-04	7.74E-01	7.74E-01
POCP (tEtheneeq)	1.66E-02	1.88E00	1.19E-03	-3.06E-03	1.90E00	1.90E00
ADP-e (tSbeq)	8.55E-05	7.15E-04	1.06E-06	-4.81E-05	8.02E-04	7.54E-04
ADP-ff (GJ NCV)	425.87	230888.89	19.13	-81.51	231333.89	231252.38
RPE (GJ NCV)	304.22	6191.49	3.87	-70.42	6499.58	6429.16
RER (GJ NCV)	81.29	0.00	0.25	1.96	81.53	83.49
RPE-total (GJ NCV)	7.11	6191.49	0.35	0.59	6198.95	6199.54
Non-RPE (GJ NCV)	138.18	38193.48	17.25	-11.15	38348.92	38337.77
Non-RER (GJ NCV)	0.66	192789.01	0.00	0.00	192789.67	192789.67
Non-RPE-total (GJ NCV)	138.85	230982.49	17.25	-11.15	231138.59	231127.44
SM (t)	52.68	0.00	0.00	0.00	52.68	52.68
RSF (GJ NCV)	1.79	1.98	0.00	0.00	3.77	3.77
Non-RSF (GJ NCV)	18.87	20.80	0.00	0.00	39.67	39.67
NFW (1000 m ³)	1281.53	8049.61	139.52	-29.94	9470.66	9440.73
HWD (t)	5.94E-04	0.00E00	0.00E00	-1.17E-05	5.94E-04	5.82E-04
Non-HWD (t)	38.17	8431.51	1.25	-3.07	8470.93	8467.86
RWD (t)	3.11E-03	5.45E00	3.91E-06	-3.93E-04	5.45E00	5.45E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.76
MER (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EE (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Resultaten visar att bruksskedet är dominerande för alla påverkanskategorier. I följande diagram fokuseras på global uppvärmningspotential, där bruksskedet utgör mer än 99% av byggnadens totala påverkan (modul A till D).

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Module A

Module B

Module C

Module D

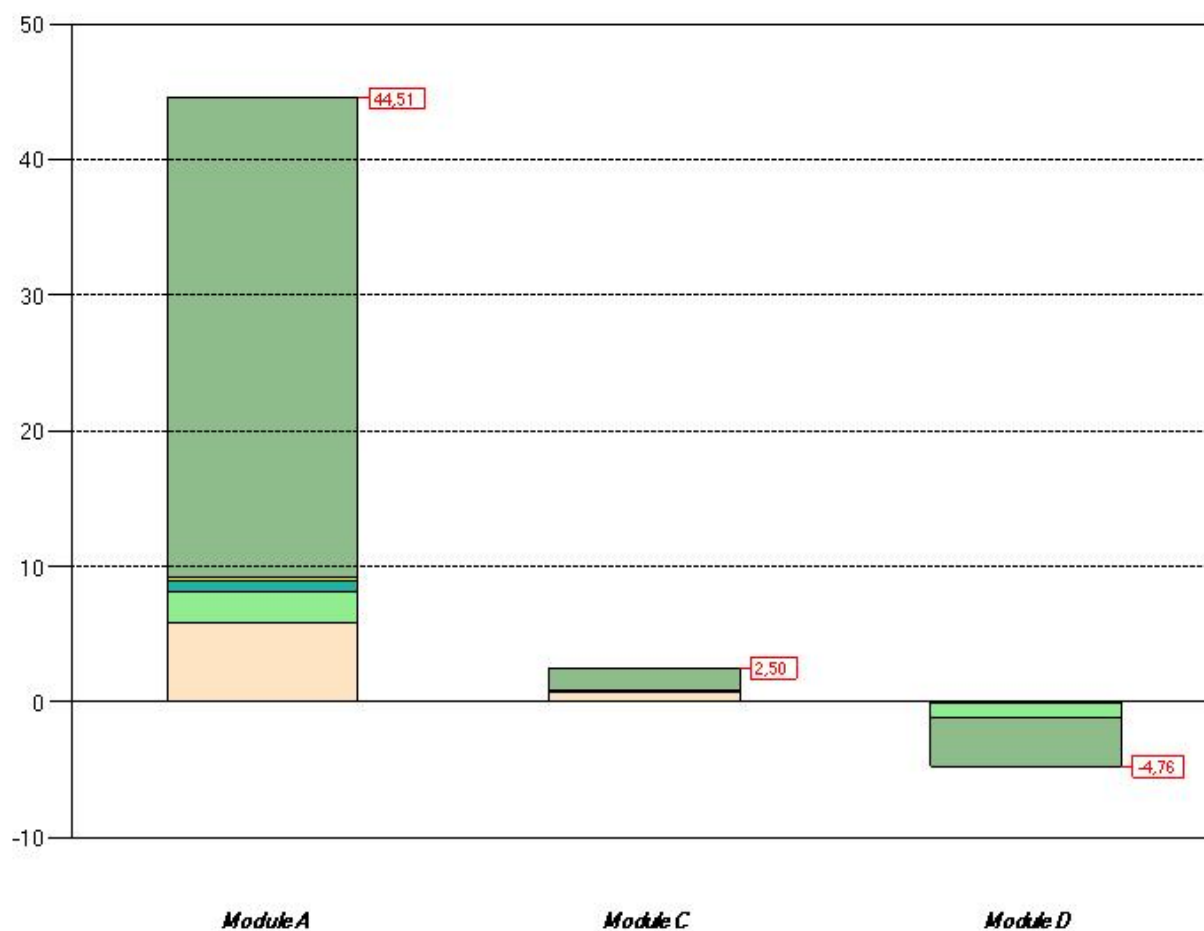
Total A to C

Total A to D



CasaBuna dwelling		GWP (tCO ₂ eq)
Module A	Concrete of floors	5.80
	Steel sheets	2.26
	Steel reinforcement	0.87
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.23
	Envelope	33.46
	Module A	42.62
Module B	Energy need for space heating	1922.38
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	1783.18
	Module B	3705.56
Module C	Concrete of floors	0.77
	Steel sheets	0.01
	Steel reinforcement	0.04
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	1.68
	Module C	2.50
Module D	Concrete of floors	-0.01
	Steel sheets	-1.15
	Steel reinforcement	0.00
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	-4.04
	Module D	-5.20
Total A to C		3750.68
Total A to D		3745.47

Om man ser till global uppvärmningspotential från materialtillverkning (modul A) är 79% av den sammanlagda påverkan orsakad av skalkomponenter, inklusive fasad, tak och fönster.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Byggnadens energianvändning är 15,6 kWh/m²y.

Use phase heating

Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
4845.1	5968.3	0.0	3328.8	3008.7	16882.1
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	kWh/year	kWh/year
8963.6			14064.4	783.0	10757.0

Energy need for heating												
Qh,nd	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	911.2	606.4	435.1	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	454.8	816.6
kWh/m²	4.1	2.7	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1	3.7

Energy Breakdowns		
Building totals for heating		
Energy need	3454.2	kWh/year
	15.6	kWh/m²/year
Delivered energy	3970.4	kWh/year
COP : 0.87	18.0	kWh/m²/year
Primary	341.5	kgoe/year
fconv : 0.086	1.5	kgoe/m²/year

7.3 Industrihall

7.3.1 Studiens omfattning

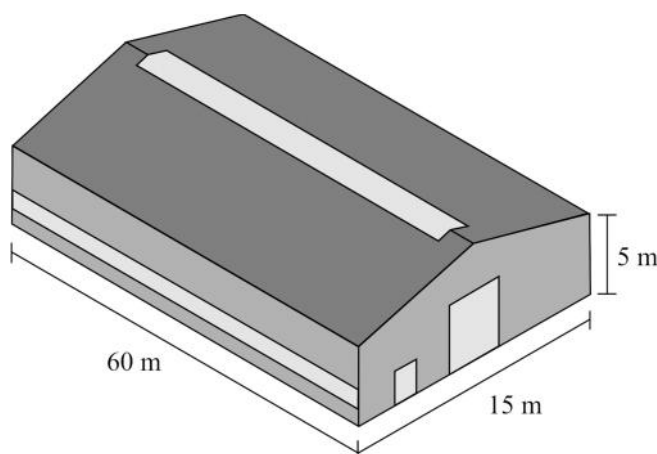
Syftet med studien är att utvärdera och jämföra miljöpåverkan för en industribyggnad, baserat på 2 olika konstruktionssystem:

- Tvåleds portalram, sammansatt av varmvalsade profiler
- Inspända pelare och fritt upplagda balkar, bestående av armerade betongpelare och balkar

Två olika stålsorter beaktas vid beräkningen av stålkonstruktionen.

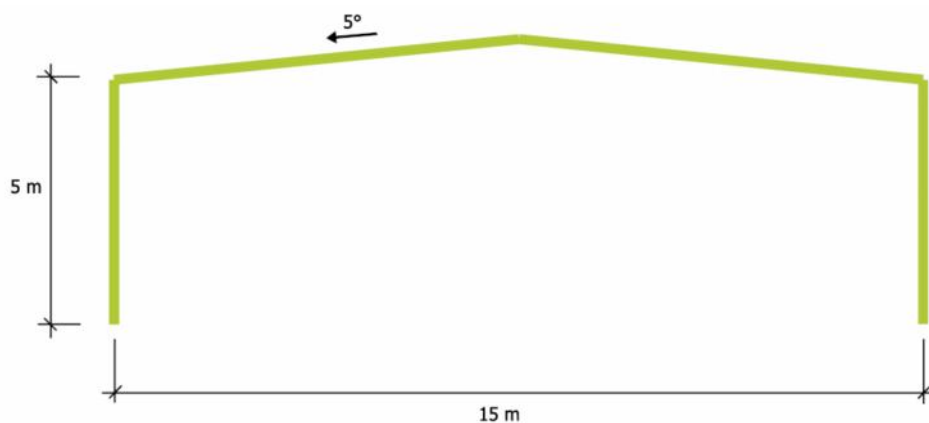
7.3.2 Beskrivning av byggnaden

Enplansbyggnaden är en 900m² stor industrihall som visas i följande figur:



7.3.3 Konstruktionssystem

Ramarna har en spännvidd på 15 m och avståndet mellan varje ram är 6 m. Höjden är 5 m och taklutningen 5°, se följande figur:



De bärande komponenterna för de tre olika konstruktionsalternativen beskrivs i följande tabell:

Bärande komponent	Variant 1 Stållram S235	Variant 2 Stållram S460	Variant 3 Betongram
Balk	IPE 450	IPE 330	Prefabricerad betong enhet T80
			Armering BSt500 202,5 kg/m ³
Pelare	Primär : IPE400 Sekundär : HEA480	Primär : IPE400 Sekundär: HEA480	Betongsektion 0,4x0,4m C30/37
			Armering BSt500 108,1 kg/m ³

Stållramssystemet visas på bilden nedan.



Byggnaderna utformas för den klimatiska regionen kring Paris.

Golvet utgörs av en armerad betongplatta, med isolering runt om.

Materialåtgång för de bärande komponenterna ges i tabellen nedan:

Bärande komponent	Variant 1 Stållram S235	Variant 2 Stållram S460	Variant 3 Betongram
Balk	6,88 t	4,33 t	Betong : 34,19 t
			Armering : 2,93 t
Pelare	4,17 t	4,17 t	Betong : 30,12 t
			Armering : 1,38 t
Reglar	/	/	/
Skravar	43 kg	43 kg	/
Plåtförband	336 kg	336 kg	/
Golv	Betong : 425,7 kg	Betong : 425,7 kg	Betong : 425,7 kg
	14,4 t	14,4 t	14,4 t

7.3.4 Skalkomponenter

Fasaden består av 80mm sandwichpanel av polyuretan, men tjockleken på fasadkomponenten kommer att ökas upp till 200mm för att se dess inverkan på miljöpåverkningar.

Det lutande taket (5°) utgörs av 1mm tjock bärande tunnplåt och 140mm mineralull.

Fönstren har dubbelglas och aluminiumram.

Följande tabell innehåller U-värden för byggkomponenterna.

VÄGGAR : PU sandwichpanel		
TJOCKLEK : 80mm	0,33	W/m ² .K
TJOCKLEK : 200mm	0,12	
TAK	0,31	W/m ² .K
FÖNSTER	2,6	W/m ² .K
GOLV	0,44	W/m ² .K

Den interna värmekapaciteten för byggnadsskalet beskrivs nedan:

Golv 0,2 m av betong	460000	J/m ² K
Mellanliggande våning	0	J/m ² K
Innerväggar	0	J/m ² K

The screenshot shows the AMECO software interface. The 'Building' tab is selected in the top menu. The 'Definition of the building' section is active, displaying a table of general parameters and location settings.

General parameters		
North - South facade Length	60	m
East - West facade length	15	m
Floor height	5	m
Floor height under ceiling	5	m
Number of intermediate floors	0	
Area of intermediate floors	0	m²
Total area of building	900,0	m²
Structure only	No	
Building type	Industrial	

To the right of the table is a compass rose indicating North, South, East, and West, with a corresponding empty rectangular box below it.

Location	
Country	France
Location	Paris
Display	

7.3.5 Byggnadssystem

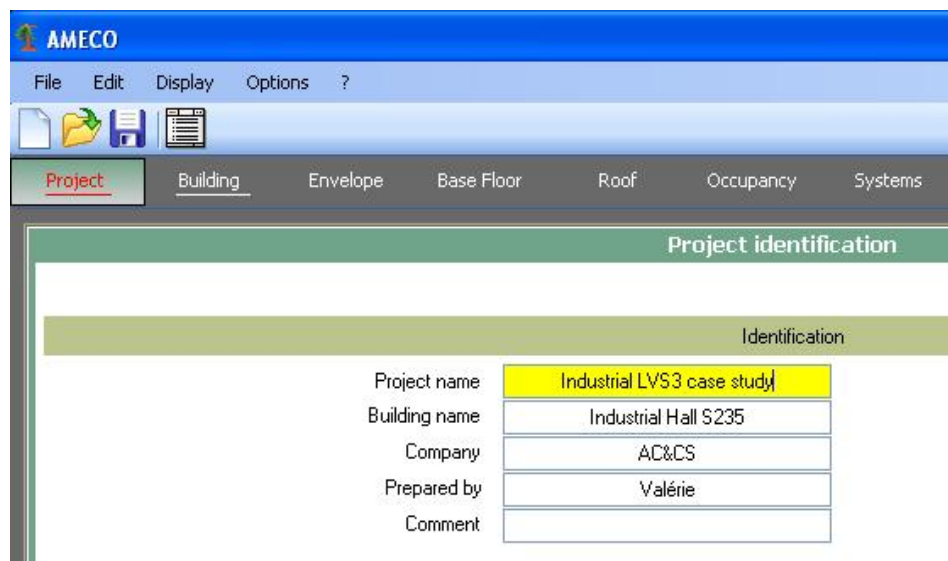
Värmesystemet är en värmare för gas, med ett börvärde på 20°C. Varken kylsystem, mekanisk ventilation eller tappvarmvattensystem är installerade i byggnaden.

7.3.6 Viktigt antagande

Grunden ingår inte i studien, inte heller skiljeväggar och dörrar. Interiören, så som interna ytbehandlingar och inredning har inte beaktats i denna studie. Endast extra förluster på grund av integrerade köldbryggor ingår i byggnadens energianvändning.

7.3.7 Indata i dataprogrammet AMECO3

7.3.7.1 Allmänna indata för industribyggnaden i AMECO3



AMECO

File Edit Display Options ?

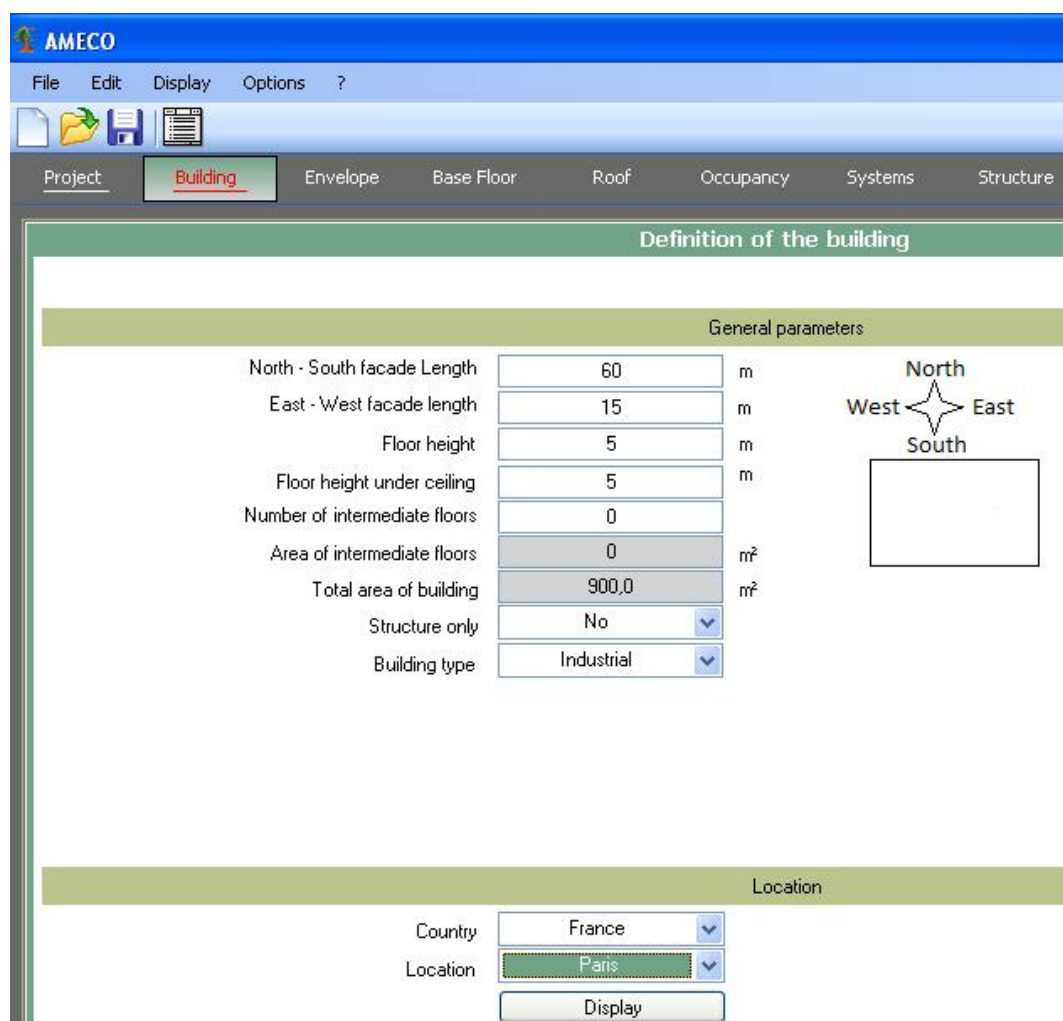
Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems

Project identification

Identification

Project name	Industrial LVS3 case study
Building name	Industrial Hall S235
Company	AC&CS
Prepared by	Valérie
Comment	

7.3.7.2 Definition av byggnadens geometri (Modul A-C-D)



AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure

Definition of the building

General parameters

North - South facade Length	60	m
East - West facade length	15	m
Floor height	5	m
Floor height under ceiling	5	m
Number of intermediate floors	0	
Area of intermediate floors	0	m²
Total area of building	900,0	m²
Structure only	No	▼
Building type	Industrial	▼

North
West ★ East
South

Location

Country	France	▼
Location	Paris	▼

Display

7.3.7.3 Definition av byggnadens komponenter (Modul A-B-C-D)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

Definition of the building envelope

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	300	75	300	75	m ²
Opening area	14	50	14	50	%

Facade properties

Wall type	Sandwich panel (PUR 80 mm)	
U-value for walls	0,3	W/(m ² .K)
Opening type	Double glazing	
U-value for openings	2,9	W/(m ² .K)
Shading device type	No shading device	
Shutter type	No shutter	

Indus Hall_case study_S235v1.ame | AMECO

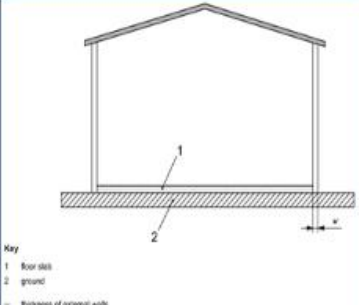
File Edit Display Options ?

Project Building Envelope **Base Floor** Roof Occupancy Systems Structure Floors Tra

Definition of the building base floor

Base floor

U-value for the base floor	0.44	W/(m ² .K)
Base floor type	Slab on Ground Floor	
Thickness of concret base floor	0.2	m
Mass of reinforcing steel	14.4	t
Internal heat capacity of ground	74612	J/(m ² .K)
Internal heat capacity of intermediate floor	0	J/(m ² .K)
Internal heat capacity of internal wall	0	J/(m ² .K)



Key
1 floor slab
2 ground
— thickness of external walls

Figure 1 — Schematic diagram of slab-on-ground floor

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor **Roof** Occupancy Systems Structure

Definition of the building roof

Roof

Roof type	Waterproof membrane	
U-value for the roof (flat part)	0,31	W/(m ² .K)

7.3.7.4 Definition av byggnadens bruksskede (Modul B)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof **Occupancy** Systems

Occupancy related data

Comfort requirements

Heating set-point temperature	18	°C
Cooling set-point temperature	26	°C
Air-flow-rate (heating mode)	0,6	ac/h
Air-flow-rate (cooling mode)	1	ac/h

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems**

Description of building systems

Heating system

Heating system type

Cooling system

Cooling type system

Mechanical ventilation system

Heat recovery system

DHW system

DHW system type

7.3.7.5 Allmänna uppgifter för byggnadens konstruktion (Modul A-C-D)

För industrihallen med S235:

Indus Hall_case study_S235v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure**

Bearing structure of the building

Steel elements		
Beams (Hot rolled profiles)	6.880	t
Columns (Hot rolled profiles)	4.170	t
Studs	0.0	t
Bolts	0.043	t
Plate Connections	0.336	t
Total mass of structure	11.43	t

För industrihallen med S460:

Indus S460.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure**

Bearing structure of the building

Steel elements		
Beams (Hot rolled profiles)	4,330	t
Columns (Hot rolled profiles)	4,170	t
Studs	0,0	t
Bolts	0,043	t
Plate Connections	0,336	t
Total mass of structure	8,879	t

7.3.7.6 Definition av materialtransport (Modul A)

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Transport' module selected. The 'Transport parameters' section is active, displaying data for steel and concrete elements.

Steel elements		
Total steel transported	25,61	t
Values for the transport impacts	Average values ▼	

Concrete elements		
Total concrete transported	424,8	t
Concrete produced on site	424,8	t
Distance by mixer trucks	30,0	km
Prefabricated concrete	0,0	t
Distance by regular trucks	0,0	km

7.3.8 Resultat från beräkningen med AMECO3

7.3.8.1 Stålkonstruktion med S235

Tabellen nedan visar resultaten för byggnadens miljöpåverkan med en stålkonstruktion med stålsort S235.

Synthesis of results for Industrial hall

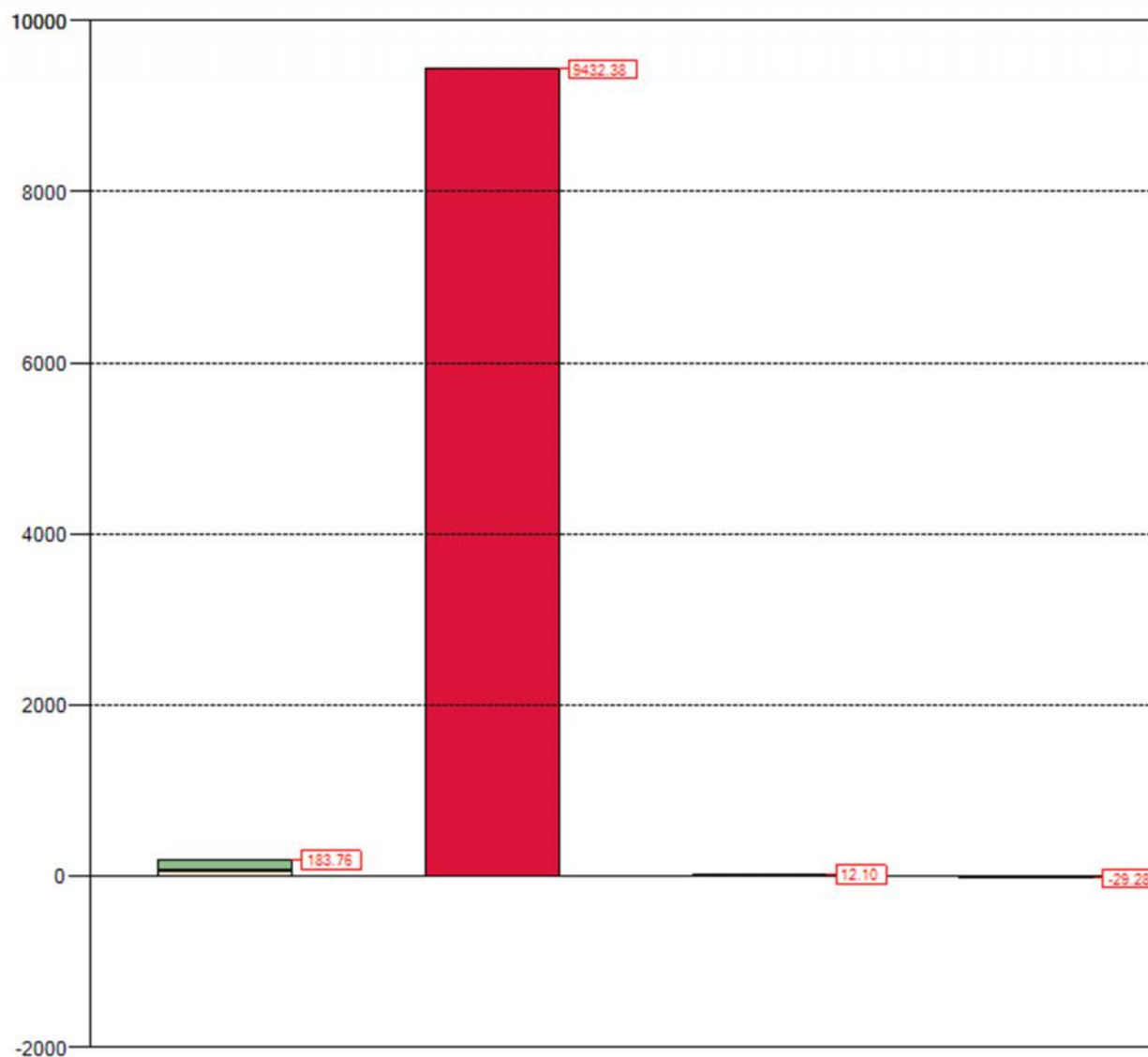
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO ₂ eq)	183.76	9432.38	12.10	-29.28	9628.25	9598.97
ODP (tCF ₂ eq)	1.09E-06	1.55E-06	1.42E-06	7.58E-07	4.06E-06	4.82E-06
AP (tSO ₂ eq)	5.26E-01	3.14E01	5.03E-02	-7.53E-02	3.19E01	3.19E01
EP (tPO ₄ eq)	6.40E-02	1.53E00	1.69E-02	-2.80E-03	1.61E00	1.61E00
POCP (tEtheneeq)	5.92E-02	6.80E00	8.53E-03	-1.51E-02	6.87E00	6.86E00
ADP-e (tSbeq)	1.75E-03	2.30E-03	8.20E-06	-2.54E-04	4.07E-03	3.81E-03
ADP-ff (GJ NCV)	2041.70	978869.63	138.42	-285.35	981049.75	980764.40
RPE (GJ NCV)	1285.91	4687.50	6.33	-264.44	5979.75	5715.31
RER (GJ NCV)	47.75	0.00	0.00	13.72	47.75	61.47
RPE-total (GJ NCV)	68.65	4687.50	2.91	-0.65	4759.06	4758.41
Non-RPE (GJ NCV)	887.83	98391.18	148.73	-22.75	99427.74	99404.99
Non-RER (GJ NCV)	2.43	880547.69	0.00	0.00	880550.12	880550.12
Non-RPE-total (GJ NCV)	890.26	978938.87	148.73	-22.75	979977.86	979955.11
SM (t)	444.40	0.00	0.00	-0.94	444.40	443.46
RSF (GJ NCV)	14.61	6.56	0.00	0.00	21.18	21.18
Non-RSF (GJ NCV)	153.83	69.05	0.00	0.00	222.88	222.88
NFW (1000 m ³)	30396.65	6075.63	157.18	-100.49	36629.47	36528.98
HWD (t)	4.53E-03	0.00E00	0.00E00	-9.19E-05	4.53E-03	4.44E-03
Non-HWD (t)	276.33	6464.29	5.42	-4.14	6746.03	6741.89
RWD (t)	2.37E-02	4.04E00	1.65E-05	-8.53E-04	4.06E00	4.06E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	1.11
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
MER (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EE (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Här kan ses att inverkan från Modul B är dominerande för varje påverkanskategori.

Detaljerna för global uppvärmningspotential för varje typ av byggkomponent inklusive transport visas nedan.

Modul B står för cirka 99% av den totala uppvärmningspotentialen (inklusive Modul A till D) för denna byggnad med konstruktionssystem i S235, enligt följande diagram:

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Module A

Module B

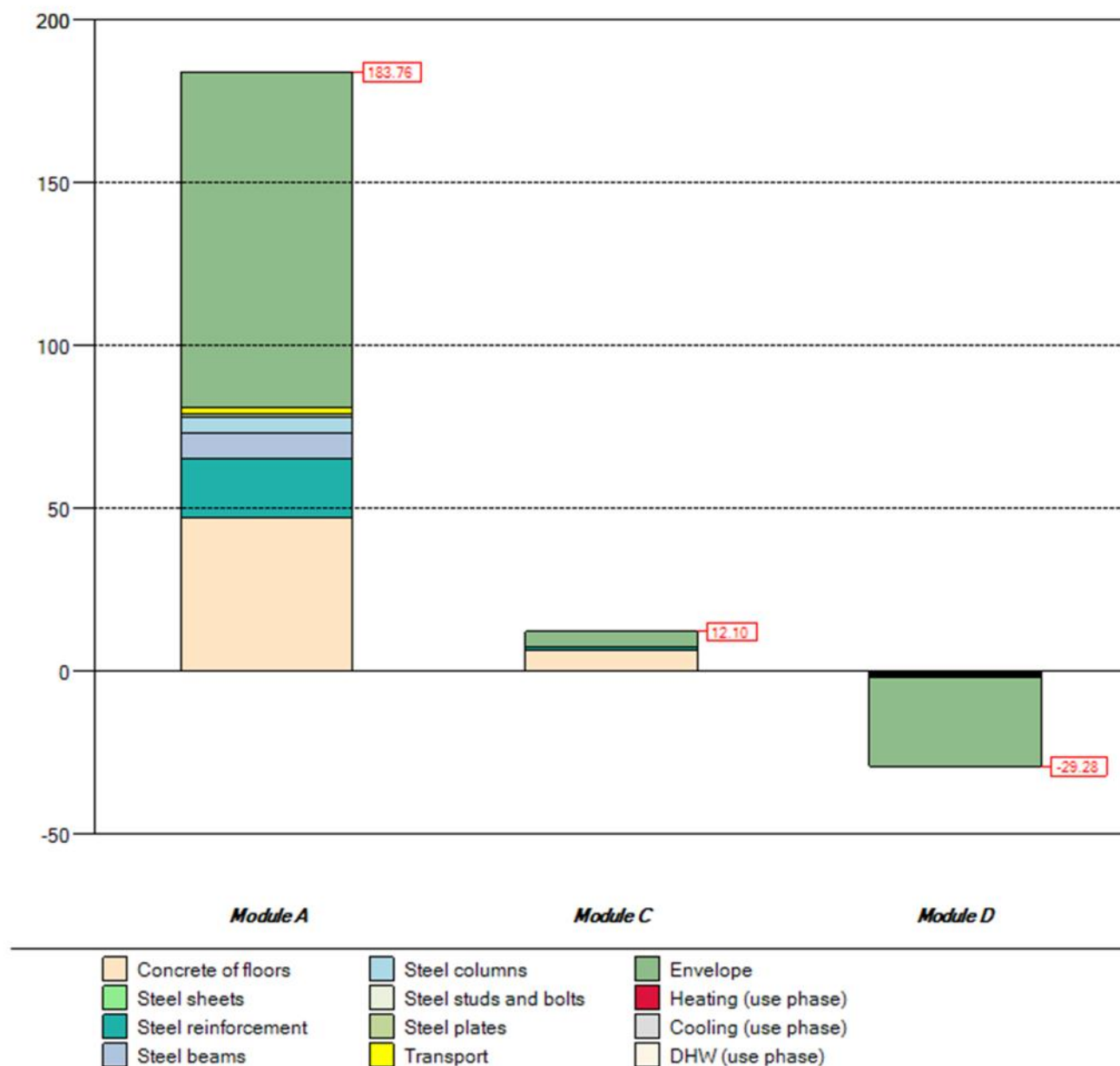
Module C

Module D

Concrete of floors	Steel columns	Envelope
Steel sheets	Steel studs and bolts	Heating (use phase)
Steel reinforcement	Steel plates	Cooling (use phase)
Steel beams	Transport	DHW (use phase)

Bidragen till global uppvärmningspotential från de material som utgör byggnaden, så som konstruktionssystemet och skalkomponenterna, visas i diagrammen nedan:

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Här kan ses att materialet i byggnadens skal står för 56% av den totala uppvärmningspotentialen för Modul A.

Den globala uppvärmningspotentialen från konstruktionssystemet är 78,6 tCO₂-ekv och betonggolvens bidrag är 47,31 tCO₂-ekv, dvs 60%.

Modul D visar fördelarna med antingen återbruk av komponenter eller materialåtervinning vid livscykelsslut, som visas i diagrammen nedan:

Components for reuse (t)

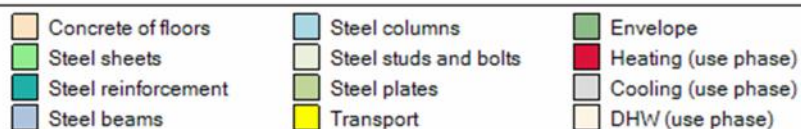


Module A

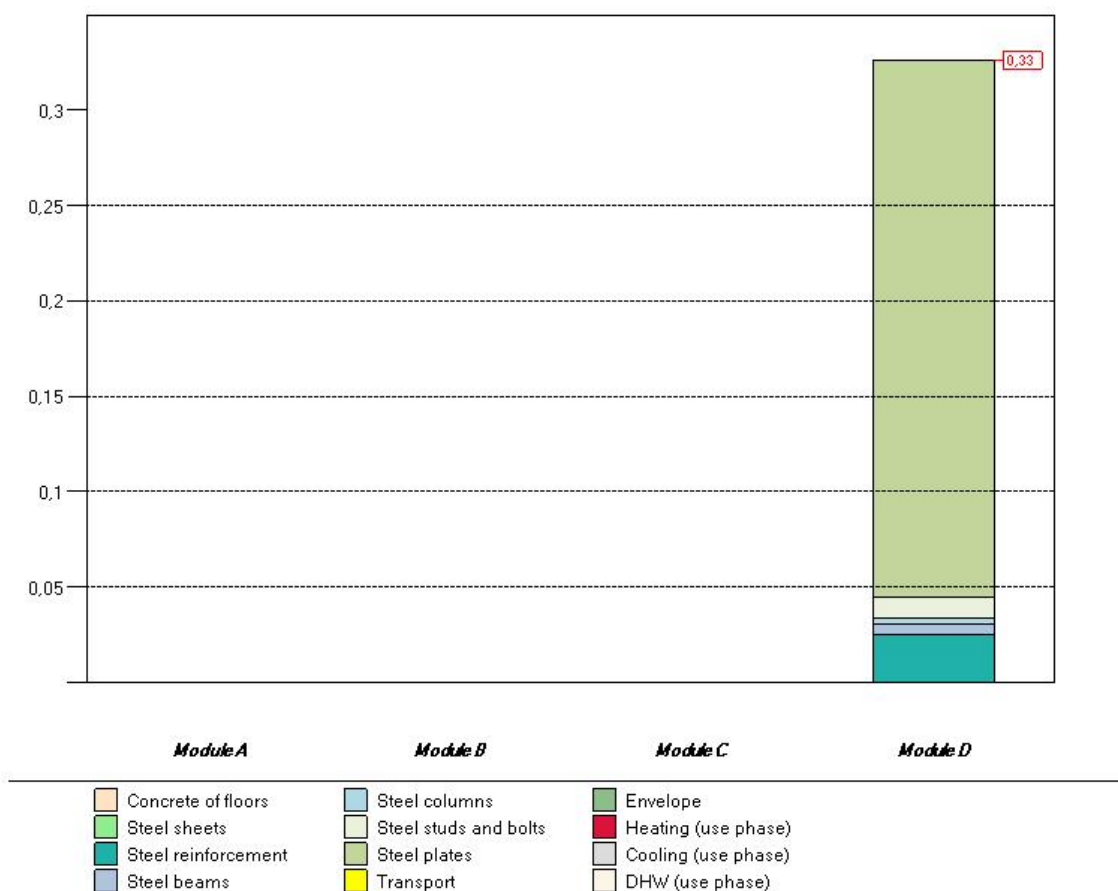
Module B

Module C

Module D



Materials for recycling (t)



Energianvändningen för uppvärmning är 19 kWh/m²y och redovisas i detalj i tabellerna nedan.

Use phase heating

Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	kWh/year	kWh/year
52169.4			42631.5	1661.1	64941.9

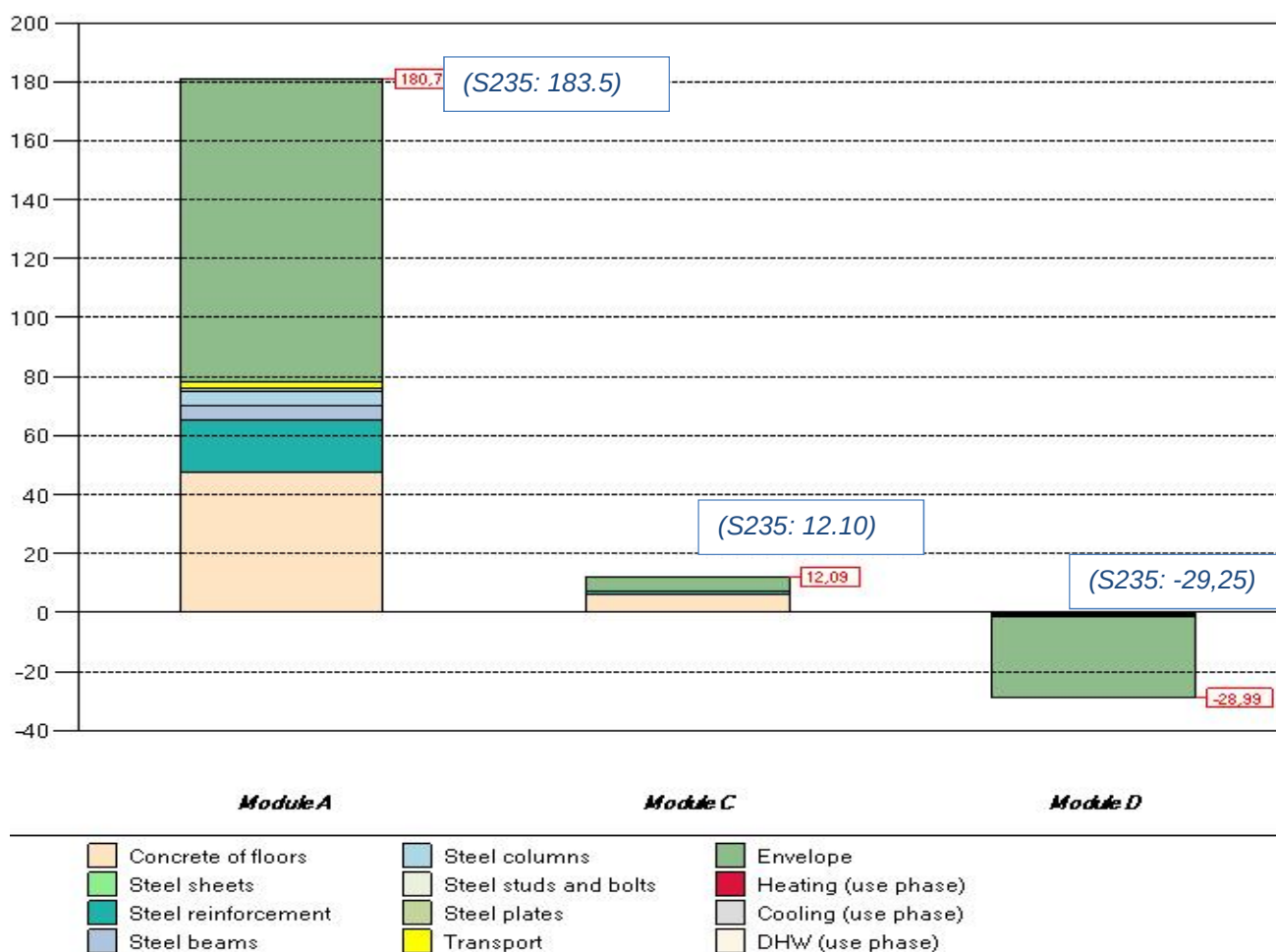
Energy need for heating													
Qh,nd	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
kWh	3642.1	3040.8	2279.5	1099.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	755.8	2582.3	3540.6	
kWh/m ²	4.0	3.4	2.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.9	3.9	

Energy Breakdowns		
Building totals for heating		
Energy need	16948.6	kWh/year
	18.8	kWh/m ² /year
Delivered energy	19481.1	kWh/year
COP : 0.87	21.6	kWh/m ² /year
Primary	1675.4	kgoe/year
fconv : 0.086	1.9	kgoe/m ² /year

7.3.8.2 Stålkonstruktion med S460

Genom att öka hållfastheten kan konstruktionens sammanlagda vikt minskas: från 6,66 t med S235 ner till 4,33 t, vilket innebär en sammanlagd minskning med 2,33 t stålelement i konstruktionen. Detta minskar i sin tur uppvärmningspotentialen för modul A, C och D.

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Konstruktionssystemets bidrag till uppvärmningspotentialen vid en ökning av stålgraden är 10,69 tCO₂-ekv, vilket ger en nettoreduktion på 2,69 tCO₂-ekv jämfört med konstruktionssystemet med S235.

Komponenterna i byggnadens skal står för 57% av den totala uppvärmningspotentialen för modul A, vilket ger ett förhållande lika med det som gällde för S235-systemet.

Detaljerna av bidraget till uppvärmningspotentialen från konstruktionssystemet med S460 visas nedan.

Detailed results*Global Warming Potential*

	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	28.60	0.00	0.97	-1.44	29.57	28.13
Beams	5.00	0.00	0.03	-0.49	5.03	4.54
Columns	4.81	0.00	0.03	-0.47	4.84	4.37
Studs and bolts	0.05	0.00	0.00	-0.02	0.05	0.04
Plates connections	0.83	0.00	0.00	-0.43	0.83	0.40
Concrete total	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
Concrete slabs	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
Envelope	102.75	0.00	4.83	-27.43	107.58	80.15
Use phase total	0.00	9432.38	0.00	0.00	9432.38	9432.38
Heating	0.00	9432.38	0.00	0.00	9432.38	9432.38
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DHW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transport	2.09	0.00	0.00	0.00	2.09	2.09
Total impact of module	180.76	9432.38	12.09	-28.99	9625.23	9596.24

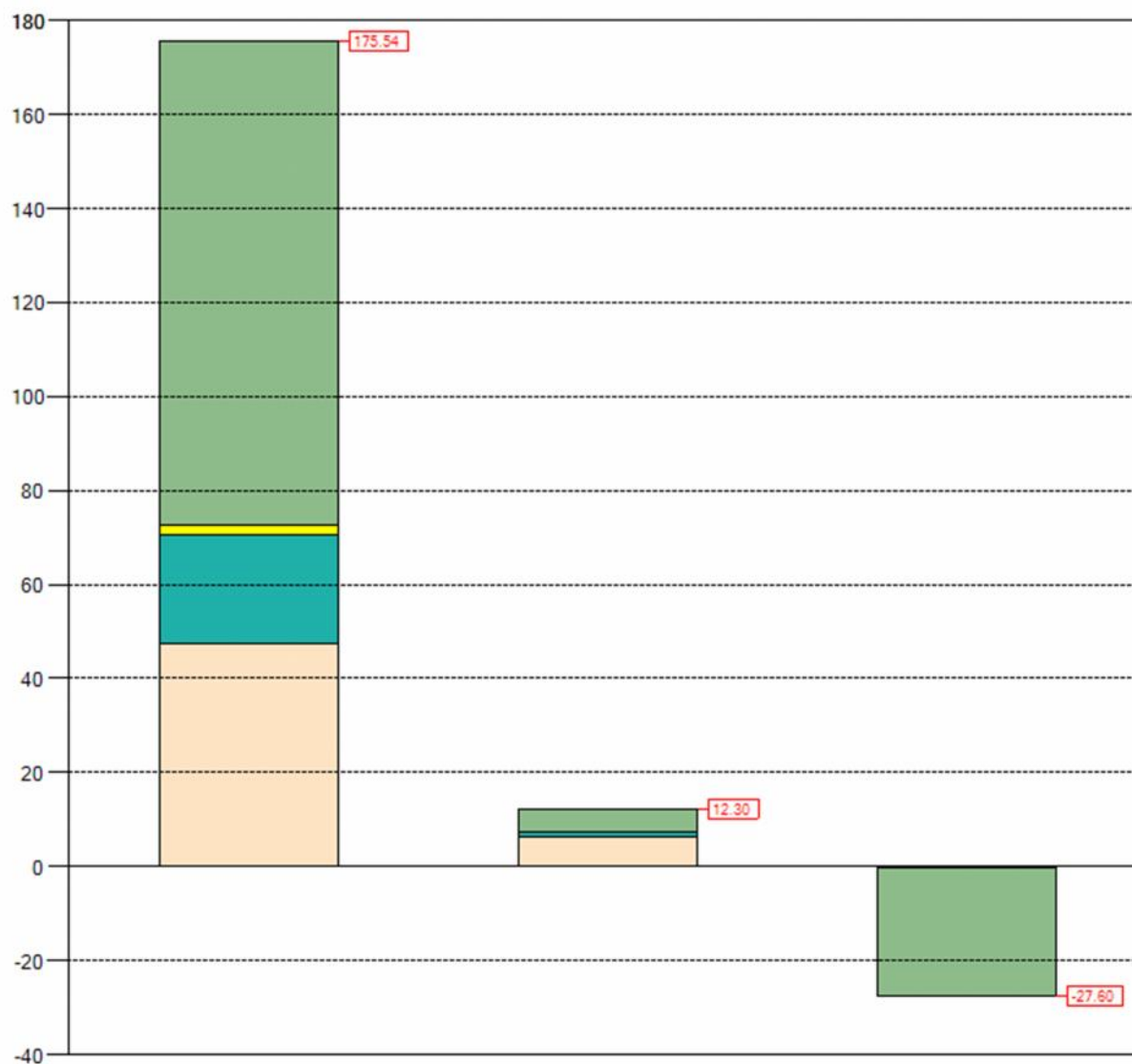
7.3.8.3 Betongkonstruktion

Tabellen nedan sammanställer all miljöpåverkan för en byggnad med betongkonstruktion.

Industrial hall		GWP (tCO ₂ eq)
Module A	Concrete of floors	47.31
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	23.26
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	2.21
	Envelope	102.75
	Module A	182.70
Module B	Energy need for space heating	9432.38
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	0.00
	Module B	9432.38
Module C	Concrete of floors	6.29
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	1.18
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	4.83
	Module C	13.07
Module D	Concrete of floors	-0.12
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	-0.05
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	-27.43
	Module D	-27.69
Total A to C		9628.16
Total A to D		9600.47

Vi kan se att påverkan från bruksskedet är dominerande och lika den för en hall byggd av stål.

Nedan detaljeras uppvärmningspotentialen per komponent och modul.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Module A			Module C			Module D		
	Concrete of floors			Steel columns			Envelope	
	Steel sheets			Steel studs and bolts			Heating (use phase)	
	Steel reinforcement			Steel plates			Cooling (use phase)	
	Steel beams			Transport			DHW (use phase)	

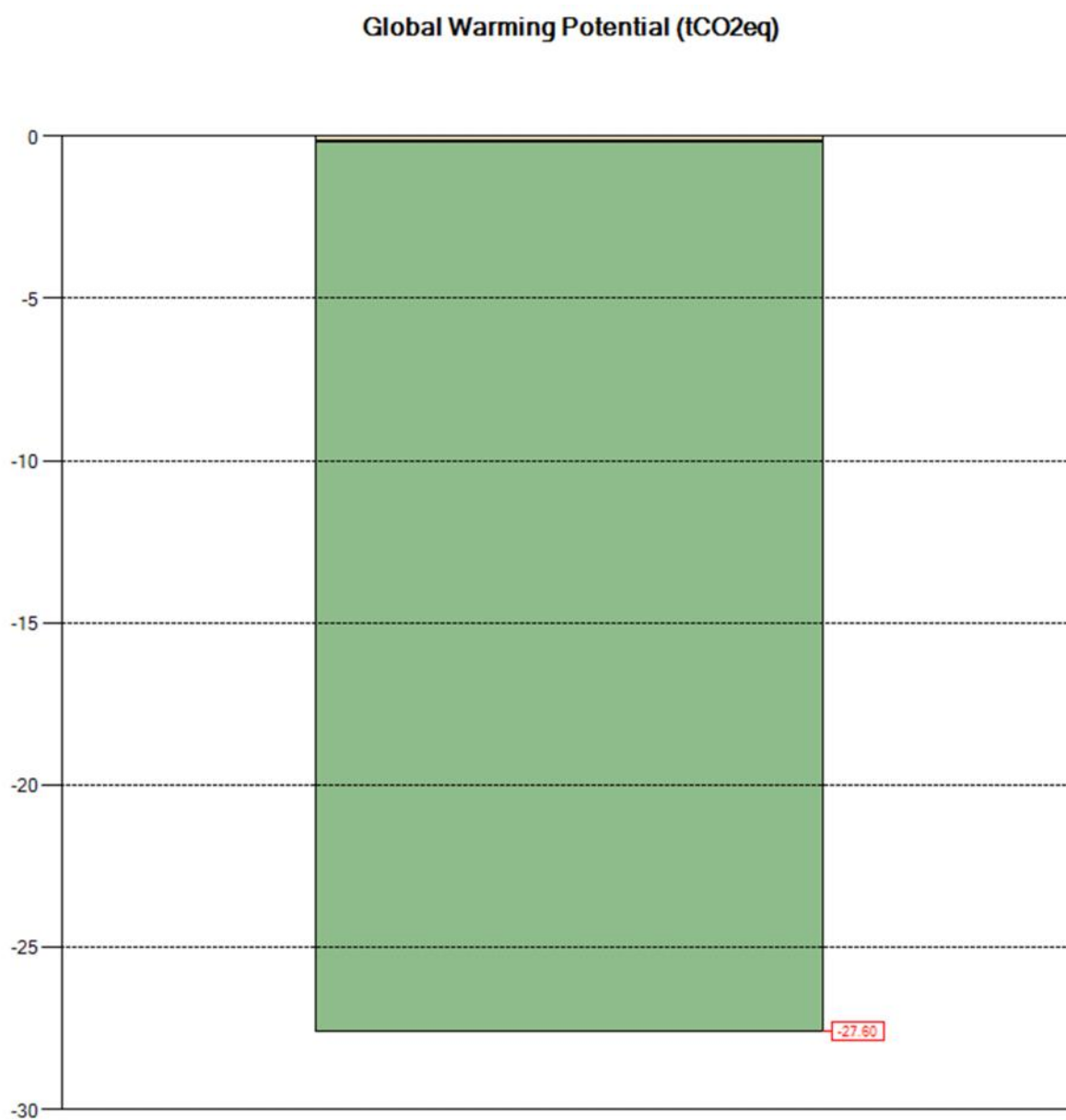
Modul A bidrar till uppvärmningspotentialen med totalt 182,7 t CO₂-ekv. Konstruktionssystemet totala bidrag till GWP är 79,95 t CO₂-ekv, där armeringsjärn utgör 29% som visas i tabellen nedan:

Global Warming Potential

	Module A tCO ₂ eq	Module B tCO ₂ eq	Module C tCO ₂ eq	Module D tCO ₂ eq	Total A to C tCO ₂ eq	Total A to D tCO ₂ eq
Steel total	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
Reinforcement	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
Concrete total	54.48	0.00	7.06	-0.21	61.54	61.33
Concrete of structure	7.16	0.00	0.77	-0.09	7.93	7.84
Concrete slabs	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
Envelope	102.75	0.00	4.83	-27.43	107.58	80.15
Use phase total	0.00	24590.14	0.00	0.00	24590.14	24590.14
Heating	0.00	24590.14	0.00	0.00	24590.14	24590.14
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DHW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transport	2.21	0.00	0.00	0.00	2.21	2.21
Total impact of module	182.70	24590.14	13.07	-27.69	24785.91	24758.22

Betonggolvet utgör 26% av bidraget till uppvärmningspotential från modul A.

Diagrammen nedan visar bidraget från modul D till GWP, där fördelarna med återvunnet material i byggnadens skal förtydligas: huvudsakligen lätta stålramar i fasadkomponenten och tunnplåt i taket.

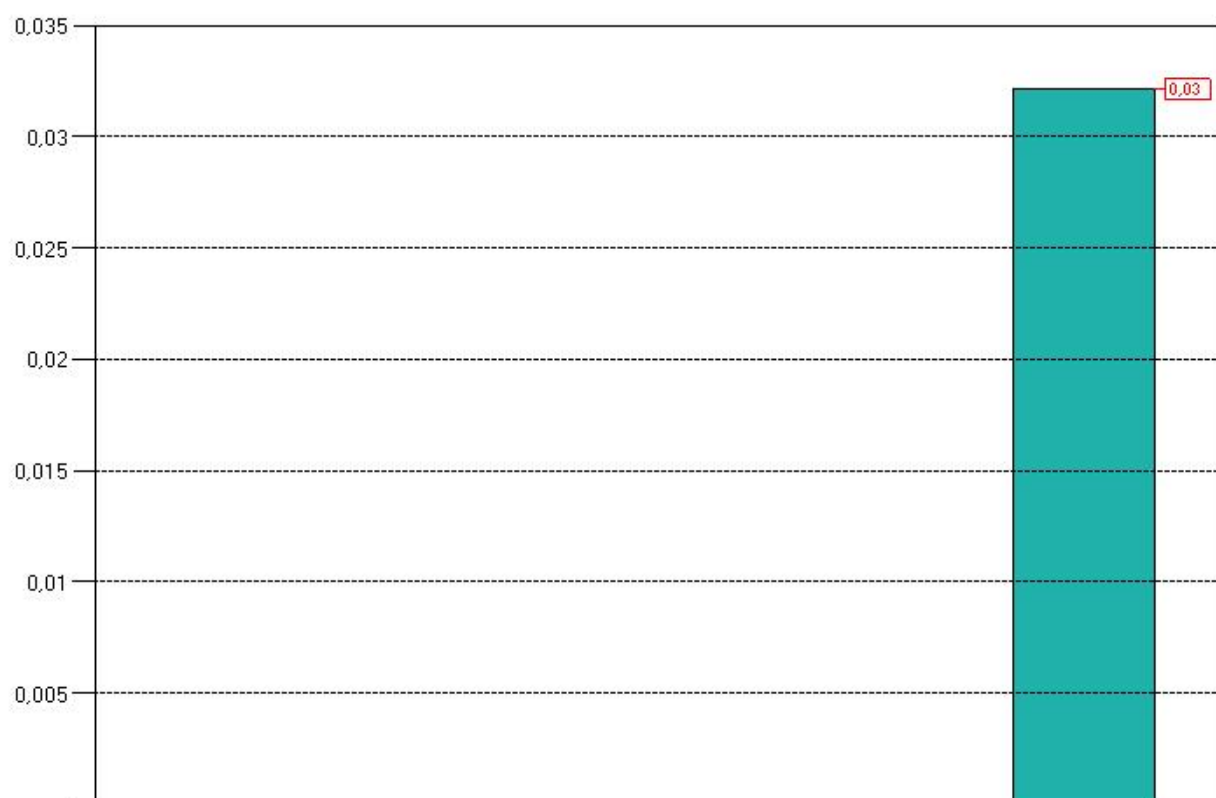


Module D

 Concrete of floors	 Steel columns	 Envelope
 Steel sheets	 Steel studs and bolts	 Heating (use phase)
 Steel reinforcement	 Steel plates	 Cooling (use phase)
 Steel beams	 Transport	 DHW (use phase)

Material som kan återvinnas utgör .0,03 t, vilket är mindre än för byggnaden med stål S235 (0,33 t).

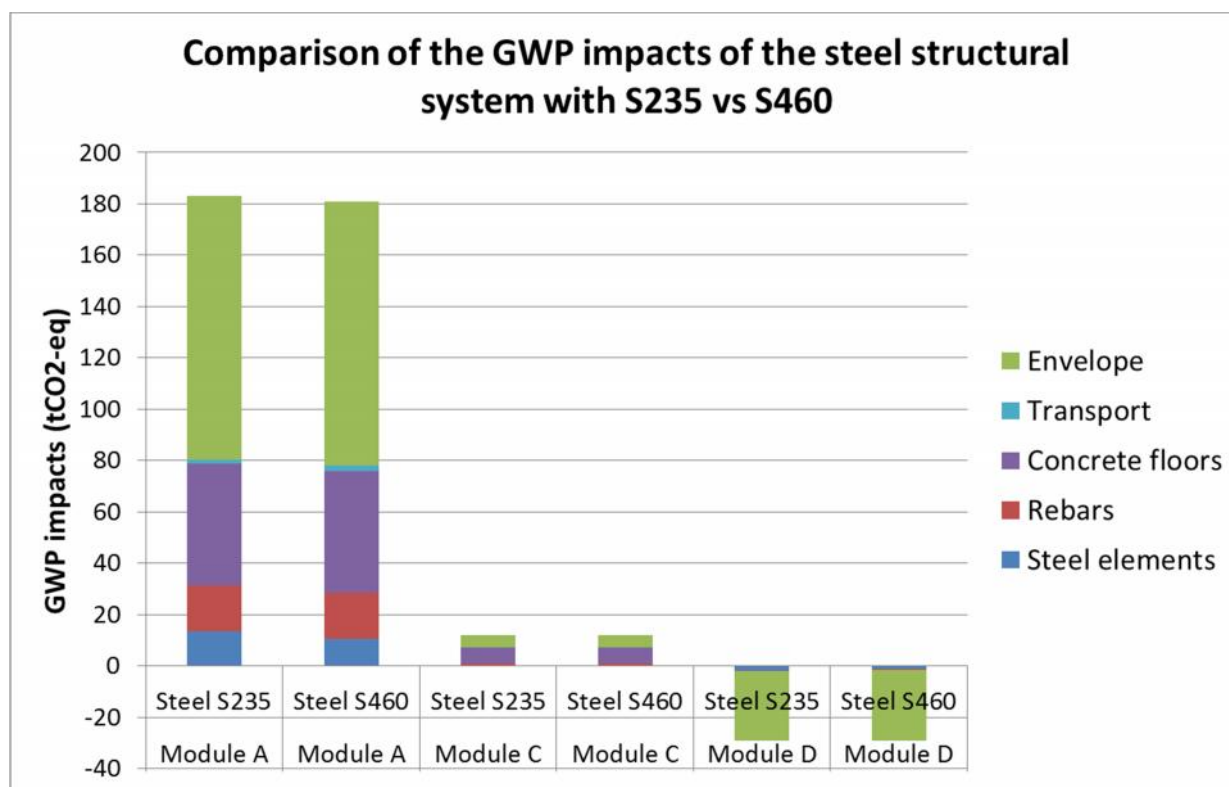
Materials for recycling (t)



<i>Module A</i>	<i>Module B</i>	<i>Module C</i>	<i>Module D</i>
Concrete of floors	Steel beams	Wood beams	Heating (use phase)
Steel sheets	Steel columns	Wood columns	Cooling (use phase)
Concrete of structure	Steel studs and bolts	Transport	DHW (use phase)
Steel reinforcement	Steel plates	Envelope	

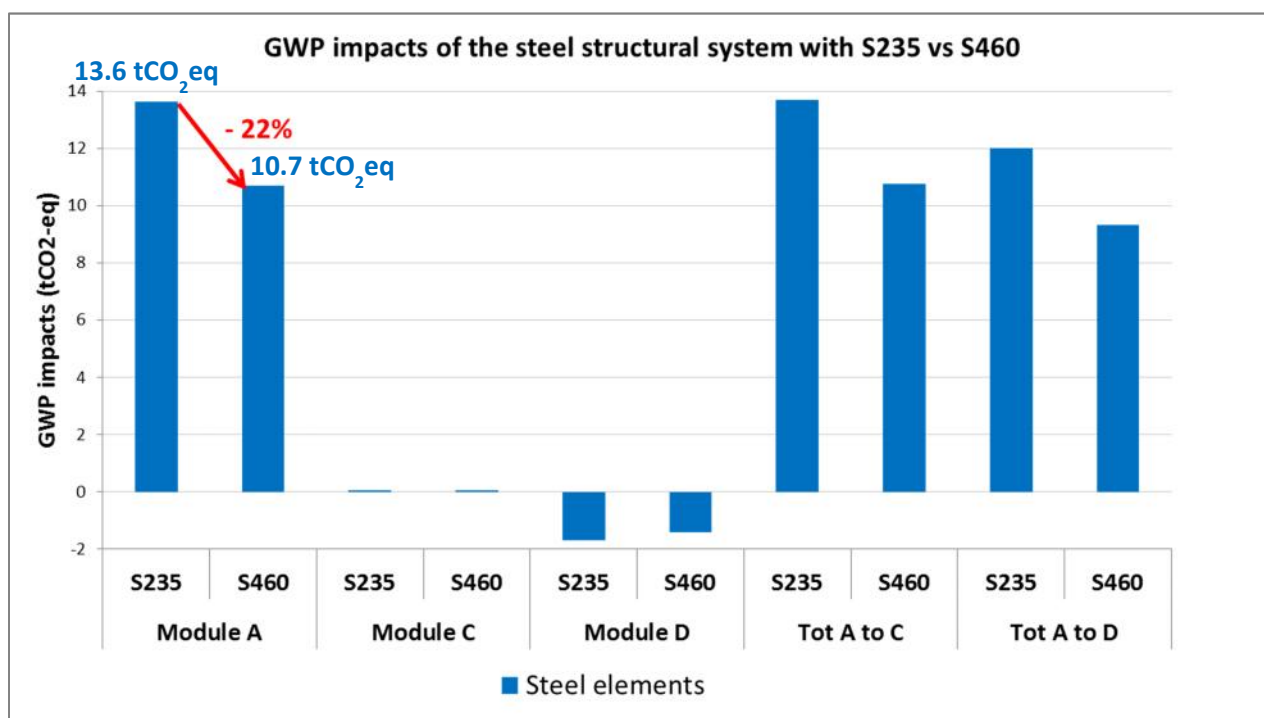
7.3.8.4 Jämförelse av uppvärmningspotential mellan konstruktionssystem med S235 och S460

Diagrammen nedan visar bidragen till global uppvärmningspotential med stål S235 jämfört med stål S460.



Som tidigare påpekat så utgör skalets material ca. 56% av bidraget för tillverkningskedet (modul A).

Diagrammen nedan visar bidraget till uppvärmningspotential från konstruktionssystemet av stål:

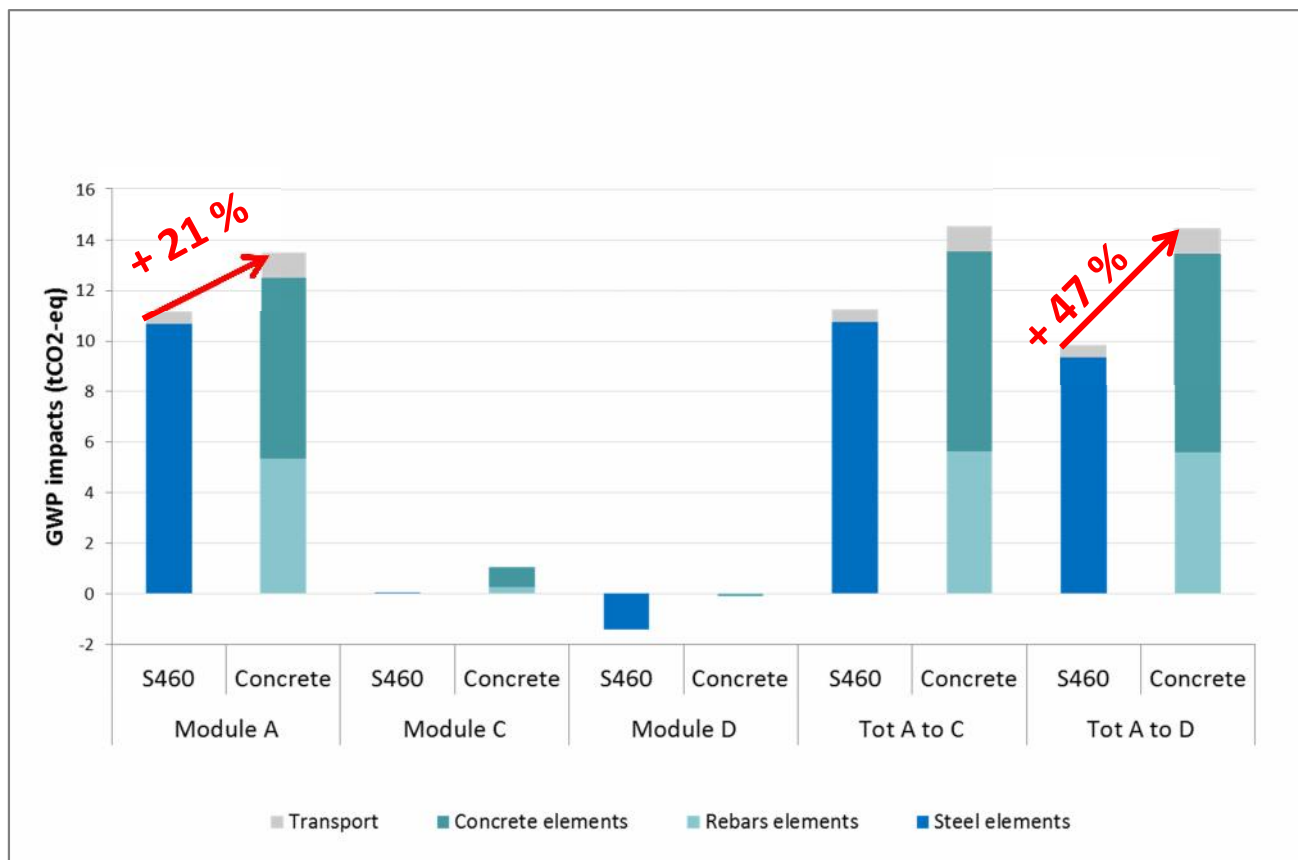


En högre stålsort möjliggör en total viktfröminskning på 2,3 ton av stålelement och en reduktion på 22% av tCO₂ekv för konstruktionssystemets modul A

7.3.8.5 Jämförelse av uppvärmningspotential mellan konstruktionssystem med S460 och betong

Diagrammen nedan visar en jämförelse av det totala bidraget till uppvärmningspotential mellan konstruktionssystem med stål S460 och betong, för moduler A, C och D.

Detaljerna av bidraget till uppvärmningspotentialen från båda konstruktionssystemen visas nedan.



Det syns att betongkonstruktionen innebär en ökning på 47% av uppvärmningspotentialen i tCO2ekv för moduler A till D, och 21% för enbart materialtillverkning.

Detta visar att stålkonstruktioner av varmvalsade stålprofiler är mer hållbara än betongkonstruktioner, även utan hänsyn tagen till återvinning. Tack vare materialåtervinning vid livscykelsslut (oändlig återvinning av stål och valorisering av krossad betong) blir skillnaden mellan betong och stål ännu större.

7.3.9 Analys av de miljömässiga fördelarna med en ökning av tjockleken på isoleringen

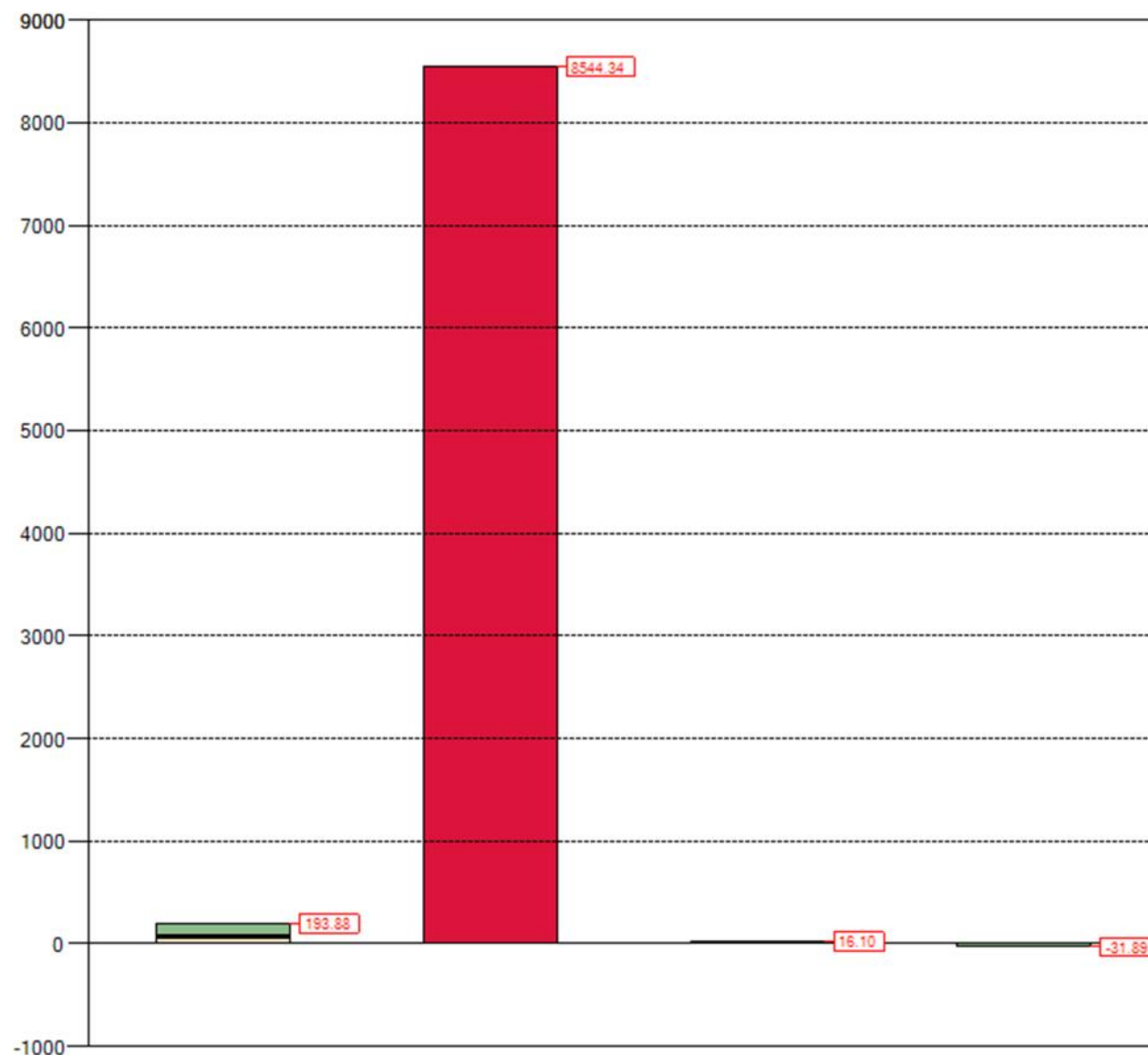
Som redovisats i föregående kapitel står bruksskedet för mer än 99% av den totala uppvärmningspotentialen under byggnadens livscykel.

För att drastiskt minska energianvändningen, och därmed byggnadens miljöpåverkan, är en vanlig lösning att förbättra effektiviteten hos skalkomponenterna genom att öka tjockleken på isoleringen.

Med AMECO är det enkelt att analysera påverkan av sådana modifieringar.

Isoleringens tjocklek hos fasadkomponenten (i detta fall sandwichpaneler) som var lika med 80mm har ökats upp till 200mm.

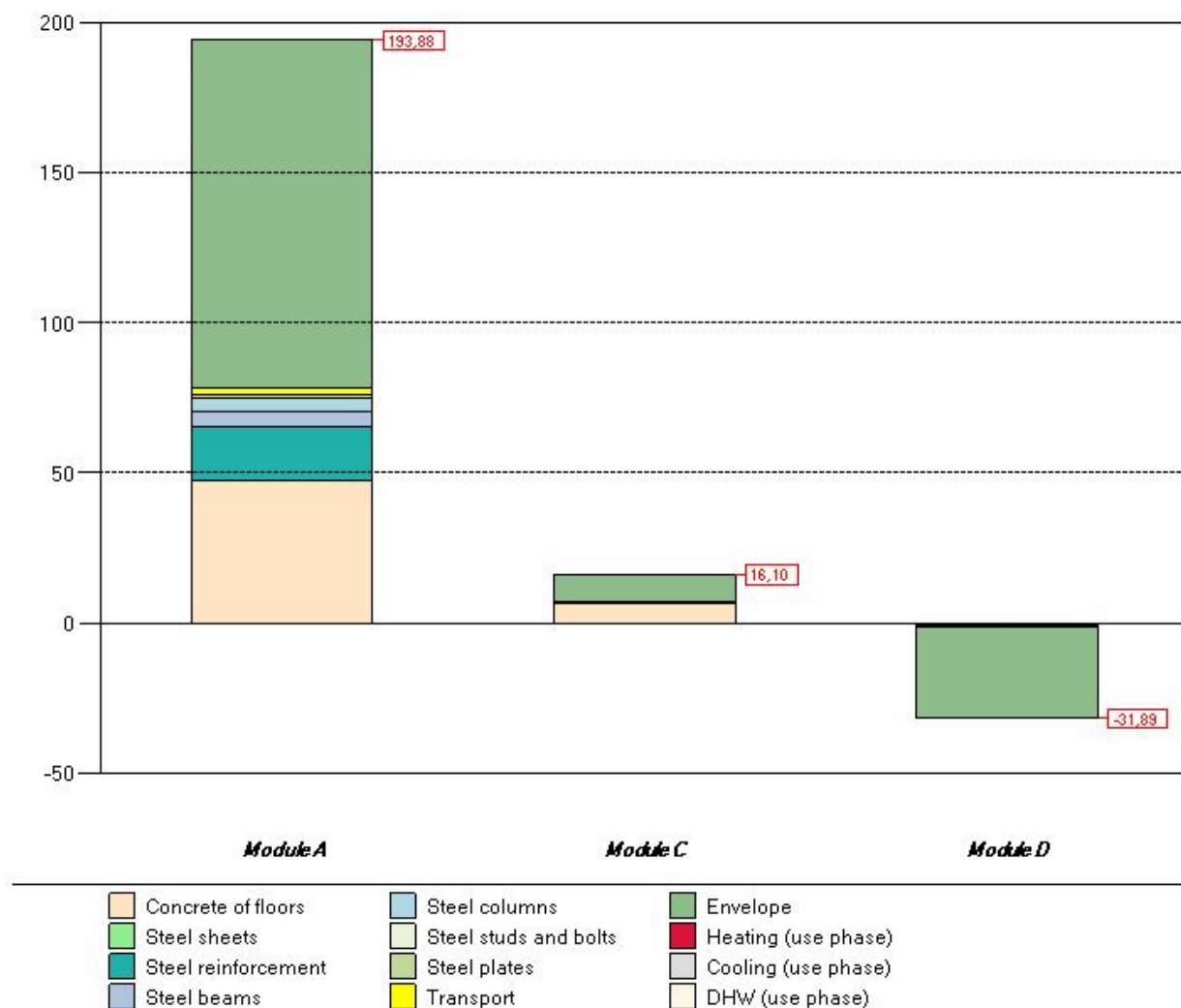
Den globala uppvärmningspotentialen för bruksskedet minskas och möjliggör ett nettosparande på 888 t CO2-ekv:

Global Warming Potential (tCO₂eq)*Module A**Module B**Module C**Module D*

- | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Concrete of floors | Steel columns | Envelope |
| Steel sheets | Steel studs and bolts | Heating (use phase) |
| Steel reinforcement | Steel plates | Cooling (use phase) |
| Steel beams | Transport | DHW (use phase) |

Industrial hall		GWP (tCO ₂ eq)
Module A	Concrete of floors	47.31
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	17.91
	Steel beams	5.00
	Steel columns	4.81
	Steel studs and bolts	0.05
	Plate Connections	0.83
	Transport	2.09
	Envelope	115.87
	Module A	193.88
Module B	Energy need for space heating	8544.34
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	0.00
	Module B	8544.34
Module C	Concrete of floors	6.29
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	0.91
	Steel beams	0.03
	Steel columns	0.03
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	8.85
	Module C	16.10
Module D	Concrete of floors	-0.12
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	-0.04
	Steel beams	-0.49
	Steel columns	-0.47
	Steel studs and bolts	-0.02
	Plate Connections	-0.43
	Transport	0.00
	Envelope	-30.33
	Module D	-31.89
Total A to C		8754.33
Total A to D		8722.44

Den extra mängden isolering ökar den totala uppvärmningspotentialen för modul A till 193,88 t CO₂-ekv, vilket motsvarar en ökning på 13,12 t CO₂-ekv.

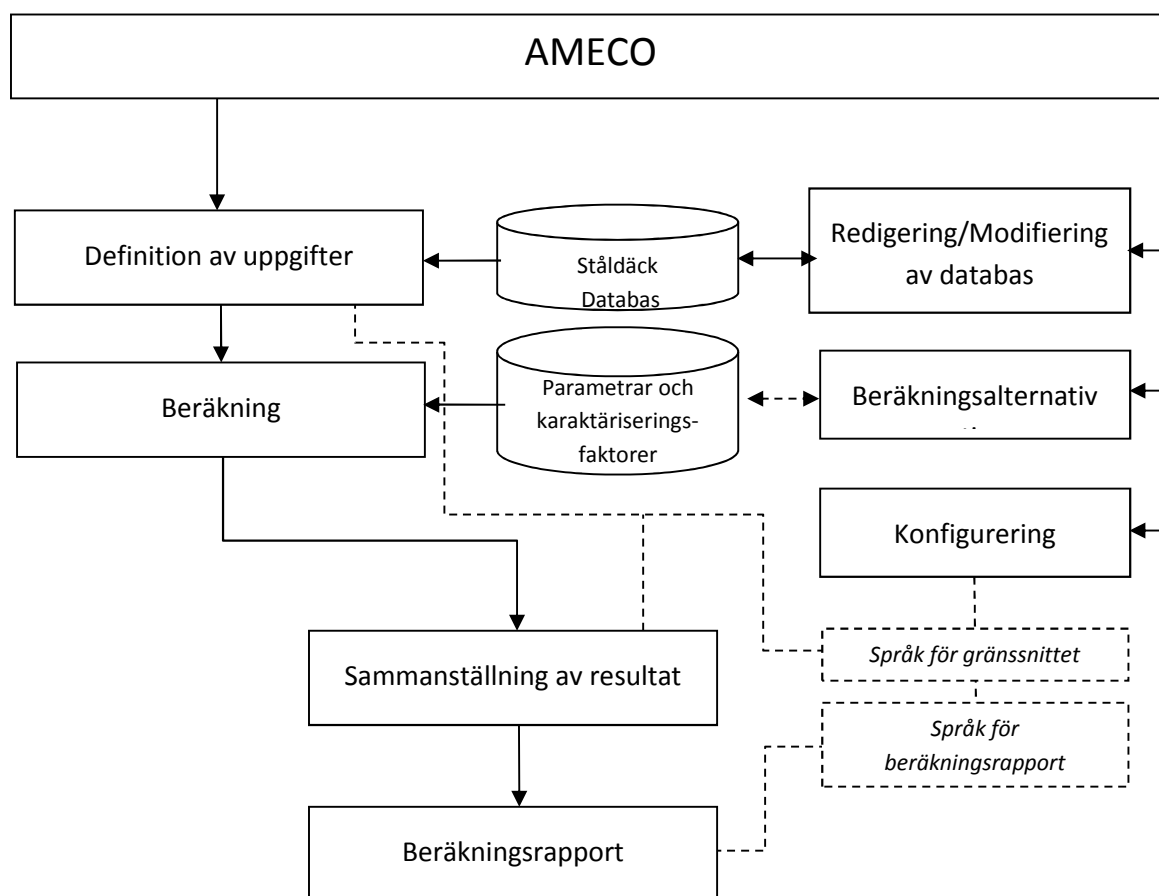
Global Warming Potential (tCO₂eq)

Jämfört med den minskade energianvändningen i bruksskedet är detta försumbart, vilket betonar betydelsen av en byggnads energieffektivisering.

Referenser

- [1] P-O. MARTIN, AMECO SOFTWARE Technical Manual, report DRV/10-DRC-107/002-A, CTICM, 2010.
- [2] C. THAUVOYE, AMECO 2 SOFTWARE Technical and Software Specifications, report DRV/12-DRC-123/001-A, CTICM, 2012.
- [3] P. SANTOS, Excel sheet calculation, University of Coimbra, 2013
- [4] BIO Intelligence Service, Evaluation de la Qualité Environnementale de Bâtiments Tertiaires – Aspects environnementaux, ArcelorMittal, Juillet 2013

Bilaga 1 - Amecos struktur



Bilaga 2 - Tabeller med icke klimatisk data

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
<i>m</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Månadslängd	2,6784	2,4192	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784
Månadsdagar	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Antal arbetsdagar	23	20	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22

Tabell 11 : Månadslängd [10^6 s], månadsdagar [dagar] och antal arbetsdagar [dagar] för månaden *m*

Byggnadstyp	Utrymme 1		Utrymme 2	
	Beteckning	Standard %	Beteckning	Standard %
RB	Boyta	40	Övrig	60
OB	Kontorsyta	80	Övrig	20
CB	Butiksyta	60	Övrig	40
IB	Hall	80	Övrig	20

Tabell 12 : Definition av ytor

Typ av fönsterlucka	R_{sh} [m ² .K/W]	Luftgenomsläpplighet		
		Δr_{high}	Δr_{avg}	Δr_{low}
		[m ² .K/W]		
Yttre jalousier av aluminium (ingen isolering)	0,00	0,00	0,00	0,00
Yttre opaka träluckor (ingen isolering)	0,01	0,00	0,12	0,00
Yttre jalousier av trä (ingen isolering)	0,10	0,00	0,16	0,00
Yttre jalousier av plast (ingen isolering)	0,10	0,00	0,16	0,00
Yttre persienner av trä	0,10	0,00	0,16	0,00
Yttre persienner av metal	0,01	0,09	0,00	0,00
Yttre opaka jalousier	0,01	0,09	0,00	0,00
Yttre genomskinliga jalousier	0,01	0,09	0,00	0,00
Inre luckor	0,01	0,09	0,00	0,00
Inre opaka gardiner	0,01	0,00	0,00	0,24
Inre genomskinliga gardiner	0,00	0,00	0,00	0,00
Inre opaka träluckor	0,00	0,00	0,00	0,00
Jalousier av plast med skumfyllning	0,10	0,00	0,00	0,31
Träluckor, med tjocklek på 25mm till 30mm	0,15	0,13	0,19	0,26
Yttre jalousier av aluminium (ingen isolering)	0,20	0,14	0,22	0,30

Tabell 13 : R_{sh} , ΔR_{high} , ΔR_{avg} , ΔR_{low} ytterligare värmeövergångsmotstånd vid specifik luftgenomsläpplighet för fönsterluckor

	$\Delta\theta_{er}$
SUB-POLÄR	9
MELLANLIGGANDE	11
TROPISK	13

Tabell 14 : genomsnittlig temperaturskillnad mellan utomhus och himmeltemperatur (ISO 13790)

Öppningstyp	gn	U-värde
Tvåglasfönster	0,78	2,9
Tvåglasfönster med låg emissivitet (typ 1)	0,72	1,7
Tvåglasfönster med låg emissivitet (typ 2)	0,67	1,4
Tvåglasfönster med låg emissivitet (typ 3)	0,65	1,2

Tabell 15 : solenergitransmittans för strålning vinkelrät mot glaset, och U-värde (källa EN 15193)

Makrokomponent Vägg	U-Värde	km
B2010.20.1a(stenull)	0,296	13391
B2010.20.1b(EPS)	0,296	13391
B2010.20.1c(XPS)	0,296	13391
B2010.20.1d(PUR)	0,296	13391
B2010.20.1e(Kork)	0,296	13391
B2010.20.2a(Stenull)	0,305	62047
B2010.20.2b(EPS)	0,305	62047
B2010.20.2c(XPS)	0,305	62047
B2010.20.2d(PUR)	0,305	62047
B2010.20.2e(Kork)	0,305	62047
B2010.20.2f(Glasull)	0,305	62047

Tabell 16 Väggtyp

Verkningsgrad för uppvärmningssystem	
Elektrisk värmemotstånd	1
Värmare för gas	0,87
Värmare för flytande bränsle	0,8
Värmare för fast bränsle	0,6
Värmepump (Uppvärmning)	4

Tabell 17 : Verkningsgrad för uppvärmningssystem

Verkningsgrad för kylningssystem	
Värmepump (kylning)	3
Kylaggregat (kompression)	3
Kylaggregat (absorption)	0,8
Ingen kylning	0,0

Tabell 18 : Verkningsgrad för kylningssystem

Verkningsgrad för tappvarmvattensystem	
Elpanna	0,9
Gaspanna	0,6
Fristående varmvattenberedare (kondensation)	0,72
Fristående varmvattenberedare	0,4
Inget tappvarmvattensystem	0,0

Tabell 19 : Verkningsgrad för tappvarmvattensystem

Energityp	
El	0,29
Gas	0,086
Flytande bränsle	0,086
Fast bränsle	0,086
Biomassa	0

Tabell 20 : Omvandlingsfaktor till primärenergi beroende på energityp

Typ av solavskärmning	Solavskärmningens färg		
	Ljus	Medel	Mörk
Ingen solavskärmning	1,00	1,00	1,00
Yttre opaka träluckor (ingen isolering)	0,03	0,05	0,06
Yttre jalousier av trä (ingen isolering)	0,04	0,05	0,07
Yttre jalousier av aluminium (ingen isolering)	0,04	0,07	0,09
Yttre jalousier av plast (ingen isolering)	0,04	0,07	0,09
Yttre persienner av trä	0,08	0,08	0,08
Yttre persienner av metal	0,09	0,09	0,09
Yttre opaka jalousier	0,04	0,06	0,08
Yttre genomskinliga jalousier	0,16	0,18	0,2
Inre luckor	0,47	0,59	0,69
Inre opaka gardiner	0,37	0,46	0,55
Inre genomskinliga gardiner	0,39	0,48	0,58
Inre opaka träluckor	0,35	0,46	0,58
Yttre jalousier av plast (med isolering)	0,04	0,07	0,09
Träluckor, med tjocklek på 25mm till 30mm	0,04	0,05	0,07

Tabell 21 : transmittans för solinstrålning när solavskärmning används

	λ	ρ_c
Lera eller silt	1,5	3000000,00
Sand eller grus	2	2000000,00
Homogent berg	3,5	2000000,00
Standard	2	2000000,00

Tabell 22 : markens värmeledningsförmåga och värmekapacitet (ISO 13370)

Typ av solavskärmning	Dagskyla
Ingen	No
Alla andra val	Yes

Tabell 23 : Standardvärden för "Dagskyla"

Typ av luckor	Nattvärme
Ingen	No
Alla andra val	Yes

Tabell 24 : Standardvärden för "Nattvärme"

Makrokomponent för tak	U-Värde	Km
Vattentätt skikt	0,31	22456,0
Makro Tak 2	0,373	13435,0

Tabell 25 : Makrokomponent för tak

	Uppvärmningsläge						Kylningsläge					
Solavskärmning PÅ												
Region	a _{H0}	τ _{H0}	k _{D,cor,H}	K _{cor,ve}	K _{cor,H}	K _{cor,int,H}	a _{C0}	T _{C0}	k _{D,cor,C}	K _{cor,ve,C}	K _{cor,C}	K _{cor,int,C}
Csa	1,00	15,67	1,00	1,00	0,90	0,93	1,20	15,00	1,07	1,00	0,83	0,90
Csb	1,33	15,00	1,00	1,07	0,97	0,93	1,10	15,00	1,03	1,10	0,97	1,00
Cfb	1,33	15,00	0,93	0,83	1,10	1,07	1,30	15,00	1,00	1,00	1,00	1,03
Dfb	1,30	14,67	0,83	0,90	1,25	1,25	1,00	15,00	1,07	1,07	0,97	1,00
Dfc	1,25	14,33	0,83	0,83	1,17	1,50	1,00	15,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Solavskärmning AV												
Region	a _{H0}	τ _{H0}	k _{D,cor,H}	K _{cor,ve}	K _{cor,H}	K _{cor,int,H}	a _{C0}	T _{C0}	k _{D,cor,C}	K _{cor,ve,C}	K _{cor,C}	K _{cor,int,C}
Csa	0,93	15,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,25	15,00	1,17	1,33	0,83	0,90
Csb	1,13	15,00	1,00	0,97	1,03	1,00	0,93	15,00	1,08	1,17	0,87	0,87
Cfb	1,17	15,00	1,00	0,93	1,00	1,03	1,08	15,00	1,08	1,33	0,90	0,87
Dfb	1,33	15,00	0,93	0,87	1,17	1,10	1,20	15,00	1,00	1,00	0,83	0,90
Dfc	1,50	14,00	0,80	0,80	1,07	1,20	1,00	15,00	1,17	1,17	0,92	0,90

Tabell 26 : Korrektionsfaktorer för varje klimatregion

BOSTADSHUS								
			Utrymme 1 (Vardagsrum plus kök)			Utrymme 2 (övriga ytor)		
			Från	Till	Värmevinst (W/m ²)	Från	Till	Värmevinst (W/m ²)
NYTTJANDE	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	8	07.00	17.00	1
		Period 2	17.00	23.00	20	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	6
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	8	07.00	17.00	2
		Period 2	17.00	23.00	20	17.00	23.00	4
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	6
BELYSNING	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	0	07.00	17.00	0
		Period 2	17.00	23.00	10	17.00	23.00	5
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	10	07.00	17.00	5
		Period 2	17.00	23.00	10	17.00	23.00	5
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0

Tabell 27 : Standardvärden för nyttjande- och belysningsscenarier för bostadshus

			KONTORSBYGGNADER					
			Utrymme 1: Kontorsområde			Utrymme 2: Andra rum, lobby, korridorer		
			Från	Till	Värmevinst (W/m ²)	Från	Till	Värmevinst (W/m ²)
NYTTJANDE	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	20	07.00	17.00	8
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	2	07.00	17.00	1
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
BELYSNING	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	10	07.00	17.00	5
		Period 2	17.00	23.00	5	17.00	23.00	5
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	0	07.00	17.00	0
		Period 2	17.00	23.00	0	17.00	23.00	0
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0

Tabell 28 : Standardvärden för nyttjande- och belysningsscenarier för kontorsbyggnader

			KOMMERSIELLA BYGGNADER					
			Utrymme 1			Utrymme 2		
			Från	Till	Värmevinst (W/m ²)	Från	Till	Värmevinst (W/m ²)
NYTTJANDE	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	20	07.00	17.00	8
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	2	07.00	17.00	1
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
BELYSNING	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	20	07.00	17.00	15
		Period 2	17.00	23.00	0	17.00	23.00	0
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	20	07.00	17.00	15
		Period 2	17.00	23.00	0	17.00	23.00	0
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0

Tabell 29 : Standardvärden för nyttjande- och belysningsscenarier för kommersiella byggnader

			INDUSTRIBYGGNADER					
			Utrymme 1			Utrymme 2		
			Från	Till	Värmevinst (W/m ²)	Från	Till	Värmevinst (W/m ²)
NYTTJANDE	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	20	07.00	17.00	8
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	2	07.00	17.00	1
		Period 2	17.00	23.00	2	17.00	23.00	1
		Period 3	23.00	07.00	2	23.00	07.00	1
BELYSNING	Måndag till Fredag	Period 1	07.00	17.00	13	07.00	17.00	13
		Period 2	17.00	23.00	5	17.00	23.00	5
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0
	Lördag och Söndag	Period 1	07.00	17.00	0	07.00	17.00	0
		Period 2	17.00	23.00	0	17.00	23.00	0
		Period 3	23.00	07.00	0	23.00	07.00	0

Tabell 30 : Standardvärden för nyttjande- och belysningsscenarier för industribyggnader

Fält	Enhet	RB	OB	CB	IB
Uppvärmningstemperatur	°C	20	20	20	18
Kylningstemperatur	°C	26	26	26	26
Luftflöde (uppv.) (minimumvärde för att säkra god luftkvalitet inomhus)	luftbyte/h	0,60	0,60	0,60	0,60
Luftflöde (kylning)	luftbyte/h	1,00	1,00 ^l	1,00 ^l	1,00

Tabell 31 : Standardvärden för inomhusvillkor

Fält	RB	OB	CB	IB
Starttid	17h00	07h00	09h00	08h00
Sluttid	23h00	17h00	19h00	17h00
Antal dagar / vecka	7	5	6	5

Tabell 32 : Standardvärden för uppvärmningssystemet

Typ av uppvärmning/kylsystem	Standard energityp
Elektrisk värmemotstånd	El
Värmare för gas	Gas
Värmare för flytande bränsle	Flytande bränsle
Värmare för fast bränsle	Fast bränsle
Värmepump (uppvärmning)	El
Värmepump (kylning)	El
Kylaggregat (Kompression)	El
Kylaggregat (absorption)	El

Tabell 33 : Standardvärden för energityp till uppvärmning/kylning

Fält	RB	OB	CB	IB
Antal dagar / vecka	7	5	6	5

Tabell 34 : Standardvärden för antal driftsdagar per vecka för kylning

<i>Tappvarmvattensystem</i>	Standard energityp
Elpanna	El
Gaspanna	Gas
Fristående varmvattenberedare (condensation)	Gas
Fristående varmvattenberedare	Gas

Tabell 35 : Standardvärden för energityp till tappvarmvattenproduktion

Bilaga 3 - Klimattabeller

Land : **Portugal**

Latitud: 40

Klimat: Mellanliggande

GeigerKlimat: Csb

		JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Solinstrålning W/m ²	Norr	22,7	33,2	45,1	56,1	69,1	76,9	68,9	57,7	48,1	35,9	27,1	22,0
	Öst	55,2	67,5	96,0	122,0	125,5	132,3	132,1	122,5	103,7	75,2	49,9	43,9
	Söder	141,5	128,4	151,6	141,7	113,9	112,5	119,7	147,0	153,8	152,5	111,9	111,8
	Väst	56,7	66,8	96,4	121,4	126,1	146,8	148,6	144,8	110,6	87,5	48,7	43,0
	Tak	87,8	107,7	170,8	220,7	241,7	277,4	282,7	260,3	197,9	138,4	84,4	69,7
Lufttemp. [°C]		9,6	11,0	12,7	13,1	15,6	19,0	20,8	21,1	20,6	16,9	12,2	11,2
f _{H,shut} [-]		0,585	0,542	0,484	0,438	0,386	0,375	0,375	0,406	0,471	0,508	0,583	0,590

Tabell 36 : klimatdata för **Coimbra**

Land : **Finland**

Latitud: 61

Klimat: Mellanliggande

GeigerKlimat: Dfc

		JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Solinstrålning W/m ²	Norr	3	12	27	46	70	82	72	56	36	17	6	2
	Öst	4	28	48	90	126	140	131	103	59	30	8	4
	Söder	13	85	100	142	159	159	161	138	105	65	22	16
	Väst	5	31	54	90	129	139	139	101	59	30	8	4
	Tak	7	34	76	139	211	237	224	166	97	46	12	5
Lufttemp. [°C]		-6,3	-6,7	-2,6	3,0	9,3	13,5	16,6	15,2	9,5	4,6	-1,0	-4,2
f _{H,shut} [-]		0,727	0,616	0,500	0,376	0,267	0,183	0,226	0,328	0,450	0,565	0,693	0,750

Tabell 37 : klimatdata för **Tampere**

Land : **Rumänien**

Latitud: 45

Klimat: Mellanliggande

GeigerKlimat: Cfb

		JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Solinstrålning W/m ²	Norr	19	28	43	57	72	80	74	61	47	34	22	16
	Öst	31	52	81	105	132	146	144	130	95	73	40	26
	Söder	80	112	128	129	129	128	141	152	153	155	95	69
	Väst	32	54	74	102	125	138	141	131	98	76	39	28
	Tak	50	84	136	182	235	266	271	234	168	121	62	43
Lufttemp. [°C]		0,0	1,5	5,2	10,7	16,8	19,4	22,1	21,4	16,4	11,6	5,7	1,4
f _{H,shut} [-]		0,622	0,546	0,488	0,428	0,366	0,333	0,363	0,388	0,468	0,527	0,583	0,625

Tabell 38 : klimatdata för **Timisoara**

MÅNAD	$f_{sh-with}$			
	NORR [-]	ÖST [-]	SÖDER [-]	VÄST [-]
JAN	0.00	0.45	0.85	0.47
FEB	0.00	0.43	0.73	0.43
MAR	0.00	0.54	0.78	0.58
APR	0.00	0.61	0.71	0.61
MAJ	0.00	0.56	0.53	0.55
JUN	0.00	0.61	0.53	0.65
JUL	0.00	0.63	0.59	0.67
AUG	0.00	0.65	0.77	0.73
SEP	0.00	0.58	0.78	0.61
OKT	0.00	0.46	0.82	0.58
NOV	0.00	0.33	0.70	0.24
DEC	0.00	0.24	0.73	0.25

Tabell 39 : $f_{sh-with}$, tidsandel under vilken solavskärmning används i Coimbra

MÅNAD	$f_{sh-with}$			
	NORR [-]	ÖST [-]	SÖDER [-]	VÄST [-]
JAN	0.00	0.19	0.70	0.20
FEB	0.00	0.44	0.74	0.40
MAR	0.00	0.50	0.73	0.41
APR	0.00	0.52	0.65	0.48
MAJ	0.00	0.59	0.65	0.54
JUN	0.00	0.63	0.62	0.59
JUL	0.00	0.62	0.70	0.62
AUG	0.00	0.64	0.76	0.63
SEP	0.00	0.53	0.79	0.57
OKT	0.00	0.48	0.84	0.53
NOV	0.00	0.27	0.70	0.28
DEC	0.00	0.12	0.64	0.17

Tabell 40 : $f_{sh-with}$, tidsandel under vilken solavskärmning används i Timisoara

MÅNAD	$f_{sh-with}$			
	NORR [-]	ÖST [-]	SÖDER [-]	VÄST [-]
JAN	0.00	0.00	0.05	0.00
FEB	0.00	0.00	0.59	0.00
MAR	0.00	0.00	0.47	0.05
APR	0.00	0.19	0.54	0.21
MAJ	0.00	0.25	0.42	0.24
JUN	0.00	0.23	0.29	0.22
JUL	0.00	0.31	0.40	0.35
AUG	0.00	0.22	0.32	0.14
SEP	0.00	0.00	0.32	0.00

OKT	0.00	0.00	0.38	0.00
NOV	0.00	0.00	0.44	0.00
DEC	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabell 41 : f_{shwith} , tidsandel under vilken solavskärmning används i Tampere

Bilaga 4 - Påverkansparametrar för makrokomponenter

De 24 miljöpåverkningarna anges i tabell 42.

Index	Förkortning	Beteckning
1	GWP	Global uppvärmningspotential
2	ODP	Ozonedbrytande potential
3	AP	Försurningspotential
4	EP	Övergödningspotential
5	POCP	Potential för fotokemiskt bilning av marknära ozon
6	ADP-e	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för ämnen
7	ADP-ff	Potential för utarmning av abiotiska tillgångar för fossila bränslen
8	RPE	Användning av förnybar primär energi exklusive primära energiresurser som används som råmaterial
9	RER	Användning av förnybara energiresurser som används som råmaterial
10	RPE-total	Total användning av förnybar primär energi (primär energi och primära energiresurser som används som råmaterial)
11	Non-RPE	Användning av icke förnybar primär energi exklusive icke förnybara primära energiresurser som används som råmaterial
12	Non-RER	Användning av icke förnybara energiresurser som används som råmaterial
13	Non-RPE-total	Total användning av icke förnybar primär energi (primär energi och primära energiresurser som används som råmaterial)
14	SM	Användning av sekundära material
15	RSF	Användning av förnybara sekundära bränslen
16	Non-RSF	Användning av icke förnybara sekundära bränslen
17	NFW	Användning av nettofärskvatten
18	HWD	Deponerat farligt avfall
19	Non-HWD	Deponerat ofarligt avfall
20	RWD	Deponerat radioaktivt avfall
21	CR	Komponenter för återanvändning
22	MR	Material till återvinning
23	MER	Material till energiutvinning
24	EE	Exporterad energi

Tabell 42 : Miljöpåverkan

För takets makrokomponent, sätts följande karaktäriseringsfaktorer till noll: RPE_total, Non_RPE, Non_RER, NonRPE_total, SM, RSF, Non_RSf, HWD, Non_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE.

Karaktäriseringsfaktorer för väggens makrokomponent som inte är noll listas härnäst.

Makrokomponent	Påverkan	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Panelvägg av lättviktsstål (stenu)	k _{A1A3}	6,50E-02	6,43E-10	2,65E-04	2,41E-05	3,27E-05	3,06E-08	7,09E-01	7,13E-01	1,86E-01	4,53E-02
Panelvägg av lättviktsstål (stenu)	k _{A4}	5,86E-05	1,03E-15	2,63E-07	6,05E-08	-8,58E-08	2,19E-12	8,14E-04	8,14E-04	3,19E-05	8,27E-04
Panelvägg av lättviktsstål (stenu)	k _{C2}	5,13E-05	8,98E-16	2,28E-07	5,23E-08	-7,40E-08	1,92E-12	7,12E-04	7,12E-04	2,79E-05	7,23E-04
Panelvägg av lättviktsstål (stenu)	k _{C4}	4,94E-04	9,24E-14	7,35E-07	1,13E-07	1,91E-07	4,32E-11	1,68E-03	1,68E-03	1,25E-04	2,46E-03
Panelvägg av lättviktsstål (stenu)	k _D	-1,73E-02	3,41E-10	-4,81E-05	-1,17E-06	-1,13E-05	-2,10E-07	-3,05E-01	-3,14E-01	9,76E-03	9,10E-03
Panelvägg av lättviktsstål (EPS)	k _{A1A3}	5,18E-02	8,13E-10	1,44E-04	1,03E-05	6,33E-05	2,82E-08	6,75E-01	6,81E-01	1,73E-01	-2,27E-02
Panelvägg av lättviktsstål (EPS)	k _{A4}	5,17E-05	9,05E-16	2,32E-07	5,34E-08	-7,57E-08	1,93E-12	7,18E-04	7,18E-04	2,81E-05	7,29E-04
Panelvägg av lättviktsstål (EPS)	k _{C2}	4,33E-05	7,57E-16	1,92E-07	4,41E-08	-6,24E-08	1,62E-12	6,00E-04	6,00E-04	2,35E-05	6,10E-04
Panelvägg av lättviktsstål (EPS)	k _{C4}	6,79E-03	8,54E-14	8,87E-07	1,50E-07	1,70E-07	5,61E-11	1,84E-03	1,84E-03	1,38E-04	1,39E-02
Panelvägg av lättviktsstål (EPS)	k _D	-2,22E-02	3,41E-10	-7,24E-05	-2,60E-06	-1,27E-05	-2,10E-07	-3,70E-01	-3,78E-01	9,55E-03	2,86E-03
Panelvägg av lättviktsstål (XPS)	k _{A1A3}	5,52E-02	6,41E-10	1,53E-04	1,09E-05	3,16E-05	2,99E-08	7,89E-01	7,93E-01	1,79E-01	4,28E-02
Panelvägg av lättviktsstål (XPS)	k _{A4}	6,00E-05	1,05E-15	2,69E-07	6,20E-08	-8,79E-08	2,24E-12	8,33E-04	8,33E-04	3,27E-05	8,47E-04
Panelvägg av lättviktsstål (XPS)	k _{C2}	4,94E-05	8,65E-16	2,19E-07	5,04E-08	-7,13E-08	1,84E-12	6,85E-04	6,85E-04	2,69E-05	6,97E-04
Panelvägg av lättviktsstål (XPS)	k _{C4}	1,07E-02	1,04E-13	1,16E-06	2,01E-07	2,06E-07	7,46E-11	2,36E-03	2,36E-03	1,78E-04	2,14E-02
Panelvägg av lättviktsstål (XPS)	k _D	-2,52E-02	3,41E-10	-8,70E-05	-3,46E-06	-1,36E-05	-2,10E-07	-4,08E-01	-4,17E-01	9,42E-03	-8,93E-04
Panelvägg av lättviktsstål (PUR)	k _{A1A3}	6,70E-02	6,44E-10	1,66E-04	1,43E-05	2,81E-05	8,52E-08	9,22E-01	9,25E-01	1,92E-01	1,27E-01
Panelvägg av lättviktsstål (PUR)	k _{A4}	6,00E-05	1,05E-15	2,69E-07	6,20E-08	-8,79E-08	2,24E-12	8,33E-04	8,33E-04	3,27E-05	8,47E-04
Panelvägg av lättviktsstål (PUR)	k _{C2}	4,94E-05	8,65E-16	2,19E-07	5,04E-08	-7,13E-08	1,84E-12	6,85E-04	6,85E-04	2,69E-05	6,97E-04
Panelvägg av lättviktsstål (PUR)	k _{C4}	7,11E-03	1,30E-13	3,30E-06	7,68E-07	3,15E-07	7,64E-11	3,02E-03	3,02E-03	1,89E-04	1,75E-02
Panelvägg av lättviktsstål (PUR)	k _D	-2,22E-02	3,41E-10	-7,23E-05	-2,60E-06	-1,27E-05	-2,10E-07	-3,70E-01	-3,78E-01	9,55E-03	2,86E-03
Panelvägg av lättviktsstål (Kork)	k _{A1A3}	5,39E-02	6,40E-10	1,60E-04	1,55E-05	2,50E-05	2,72E-08	5,78E-01	5,82E-01	3,90E-01	6,91E-02
Panelvägg av lättviktsstål (Kork)	k _{A4}	9,34E-05	1,64E-15	4,19E-07	9,64E-08	-1,37E-07	3,49E-12	1,30E-03	1,30E-03	5,08E-05	1,32E-03
Panelvägg av lättviktsstål (Kork)	k _{C2}	4,28E-05	7,49E-16	1,90E-07	4,37E-08	-6,17E-08	1,60E-12	5,94E-04	5,94E-04	2,33E-05	6,03E-04
Panelvägg av lättviktsstål (Kork)	k _{C4}	3,98E-04	7,44E-14	5,92E-07	9,07E-08	1,54E-07	3,48E-11	1,36E-03	1,36E-03	1,01E-04	1,98E-03
Panelvägg av lättviktsstål (Kork)	k _D	-1,73E-02	3,41E-10	-4,81E-05	-1,17E-06	-1,13E-05	-2,10E-07	-3,05E-01	-3,14E-01	9,76E-03	9,10E-03

Makrokomponent	Påverkan	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Dubbel tegelvägg (Stenull)	k _{A1A3}	8,12E-02	3,62E-12	1,33E-04	1,58E-05	1,21E-05	4,00E-09	6,11E-01	6,11E-01	1,02E-01	1,56E-01
Dubbel tegelvägg (Stenull)	k _{A4}	3,67E-04	6,43E-15	1,65E-06	3,79E-07	-5,37E-07	1,37E-11	5,10E-03	5,10E-03	2,00E-04	5,18E-03
Dubbel tegelvägg (Stenull)	k _{C2}	3,21E-04	5,62E-15	1,43E-06	3,28E-07	-4,64E-07	1,20E-11	4,46E-03	4,46E-03	1,75E-04	4,53E-03
Dubbel tegelvägg (Stenull)	k _{C4}	1,78E-02	3,32E-12	2,64E-05	4,04E-06	6,86E-06	1,55E-09	6,05E-02	6,05E-02	4,50E-03	8,83E-02
Dubbel tegelvägg (Stenull)	k _D	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Dubbel tegelvägg (EPS)	k _{A1A3}	7,46E-02	8,86E-11	7,23E-05	8,96E-06	2,74E-05	2,81E-09	5,94E-01	5,96E-01	9,56E-02	1,22E-01
Dubbel tegelvägg (EPS)	k _{A4}	3,58E-04	6,27E-15	1,61E-06	3,70E-07	-5,24E-07	1,34E-11	4,97E-03	4,97E-03	1,95E-04	5,05E-03
Dubbel tegelvägg (EPS)	k _{C2}	3,13E-04	5,48E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,52E-07	1,17E-11	4,35E-03	4,35E-03	1,70E-04	4,42E-03
Dubbel tegelvägg (EPS)	k _{C4}	2,09E-02	3,31E-12	2,65E-05	4,06E-06	6,85E-06	1,56E-09	6,06E-02	6,06E-02	4,50E-03	9,40E-02
Dubbel tegelvägg (EPS)	k _D	-2,46E-03	-4,97E-14	-1,22E-05	-7,17E-07	-7,02E-07	-4,49E-11	-3,21E-02	-3,21E-02	-1,06E-04	-3,12E-03
Dubbel tegelvägg (XPS)	k _{A1A3}	7,63E-02	3,00E-12	7,67E-05	9,23E-06	1,15E-05	3,64E-09	6,51E-01	6,51E-01	9,88E-02	1,55E-01
Dubbel tegelvägg (XPS)	k _{A4}	3,59E-04	6,29E-15	1,61E-06	3,71E-07	-5,25E-07	1,34E-11	4,98E-03	4,98E-03	1,95E-04	5,06E-03
Dubbel tegelvägg (XPS)	k _{C2}	3,14E-04	5,50E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,53E-07	1,17E-11	4,36E-03	4,36E-03	1,71E-04	4,43E-03
Dubbel tegelvägg (XPS)	k _{C4}	2,29E-02	3,32E-12	2,66E-05	4,09E-06	6,87E-06	1,57E-09	6,08E-02	6,08E-02	4,52E-03	9,78E-02
Dubbel tegelvägg (XPS)	k _D	-3,94E-03	-7,96E-14	-1,95E-05	-1,15E-06	-1,12E-06	-7,18E-11	-5,14E-02	-5,14E-02	-1,70E-04	-5,00E-03
Dubbel tegelvägg (PUR)	k _{A1A3}	8,22E-02	4,11E-12	8,33E-05	1,09E-05	9,80E-06	3,13E-08	7,17E-01	7,17E-01	1,05E-01	1,97E-01
Dubbel tegelvägg (PUR)	k _{A4}	3,59E-04	6,29E-15	1,61E-06	3,71E-07	-5,25E-07	1,34E-11	4,98E-03	4,98E-03	1,95E-04	5,06E-03
Dubbel tegelvägg (PUR)	k _{C2}	3,14E-04	5,50E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,53E-07	1,17E-11	4,36E-03	4,36E-03	1,71E-04	4,43E-03
Dubbel tegelvägg (PUR)	k _{C4}	2,11E-02	3,34E-12	2,77E-05	4,37E-06	6,92E-06	1,57E-09	6,12E-02	6,12E-02	4,53E-03	9,58E-02
Dubbel tegelvägg (PUR)	k _D	-2,46E-03	-4,99E-14	-1,21E-05	-7,15E-07	-7,02E-07	-4,52E-11	-3,22E-02	-3,22E-02	-1,07E-04	-3,12E-03
Dubbel tegelvägg (Kork)	k _{A1A3}	7,57E-02	2,30E-12	8,06E-05	1,16E-05	8,25E-06	2,27E-09	5,46E-01	5,46E-01	2,04E-01	1,68E-01
Dubbel tegelvägg (Kork)	k _{A4}	3,62E-04	6,35E-15	1,63E-06	3,74E-07	-5,30E-07	1,35E-11	5,03E-03	5,03E-03	1,97E-04	5,11E-03
Dubbel tegelvägg (Kork)	k _{C2}	3,17E-04	5,55E-15	1,41E-06	3,23E-07	-4,57E-07	1,18E-11	4,40E-03	4,40E-03	1,72E-04	4,47E-03
Dubbel tegelvägg (Kork)	k _{C4}	1,77E-02	3,31E-12	2,63E-05	4,03E-06	6,84E-06	1,55E-09	6,03E-02	6,03E-02	4,48E-03	8,80E-02
Dubbel tegelvägg (Kork)	k _D	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Makrokomponent	Impact	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Dubbel tegelvägg (Glasull)	k_{A1A3}	7,81E-02	3,81E-12	9,80E-05	1,33E-05	8,60E-06	6,07E-07	6,13E-01	6,13E-01	1,05E-01	1,68E-01
Dubbel tegelvägg (Glasull)	k_{A4}	3,61E-04	6,32E-15	1,62E-06	3,73E-07	-5,28E-07	1,35E-11	5,01E-03	5,01E-03	1,96E-04	5,09E-03
Dubbel tegelvägg (Glasull)	k_{C2}	3,16E-04	5,53E-15	1,40E-06	3,22E-07	-4,56E-07	1,18E-11	4,38E-03	4,38E-03	1,72E-04	4,45E-03
Dubbel tegelvägg (Glasull)	k_{C4}	1,77E-02	3,31E-12	2,63E-05	4,03E-06	6,83E-06	1,55E-09	6,03E-02	6,03E-02	4,48E-03	8,80E-02
Dubbel tegelvägg (Glasull)	k_D	5,96E-04	-7,23E-12	3,71E-07	1,04E-06	1,78E-07	1,03E-12	1,80E-04	1,85E-04	-7,20E-05	-1,53E-03

Karaktäriseringsfaktorer för öppningar är identiska, oberoende av öppningstyp. Faktorerna är noll för transport i modul A (k_{A4}), för deponi i modul C (k_{C4}) och för fördelarna i modul D (k_D).

Karaktäriseringsfaktorer för öppningar som inte är noll listas härnäst.

Påverkan	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	RPE_total	Non_RPE	Non_RER
k_{A1A3}	1,39E-01	2,11E-12	5,98E-04	1,09E-04	5,02E-05	8,85E-07	1,64E+00	6,72E-02	0,00E+00	6,72E-02	1,71E+00	1,53E-02
k_{C2}	3,52E-04	4,82E-15	2,24E-06	3,07E-07	2,10E-07	1,33E-10	4,63E-03	3,99E-04	0,00E+00	3,99E-04	4,84E-03	0,00E+00

Påverkan	NonRPE_total	SM	RSF	Non_RSF	NFW	HWD	Non_HWD	RWD	CR	MR	MER	EE
k_{A1A3}	1,73E+00	0,00E+00	2,14E-05	1,97E-04	6,22E-04	0,00E+00	2,25E-01	3,36E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
k_{C2}	4,84E-03	0,00E+00	8,67E-06	1,87E-05	2,64E-06	0,00E+00	2,68E-02	8,47E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00