



Research & Innovation
Research Fund for Coal and Steel

LVS³

WALORYZACJA WŁAŚCIWOŚCI DLA ZRÓWNOWAŻONYCH KONSTRUKCJI STALOWYCH

Poradnik



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Praca naukowa finansowana ze środków finansowych na naukę w latach 2013-2014
przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego

Przygotowanie wersji krajowej w Instytucie Techniki Budowlanej

Michał Piasecki, Halina Prejzner, Dominik Bekierski

Tłumaczono w ITB, Polska

Wersja krajowa ISBN 978-83-249-6761-2

Instytut Techniki Budowlanej

Dział Upowszechniania Wiedzy

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

fax: 22 56 64 282, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Spis treści

1	Wprowadzenie i określenie celu	7
2	Język oprogramowania i środowisko	7
3	Podstawowe właściwości programu AMECO	8
3.1	Wstęp	8
3.2	Ustawienia	10
3.3	Języki	10
3.4	Stosowane jednostki	10
4	Opis techniczny	11
4.1	Definicja projektu	11
4.1.1	Definiowanie konstrukcji budowlanej i danych podstawowych	11
4.1.1.1	Parametry podstawowe	11
4.1.1.2	Płyty stropowe	13
4.1.1.3	Założenia dotyczące transportu	14
4.1.1.4	Koniec cyklu życia	15
4.1.2	Definiowanie mostu	16
4.1.2.1	Konstrukcja nośna	16
4.1.3	Obudowa zewnętrzna budynku	17
4.1.3.1	Parametry geometryczne elewacji	17
4.1.3.2	Właściwości elementów elewacji	17
4.1.3.3	Strop parteru	18
4.1.3.4	Parametry dodatkowe	19
4.1.3.5	Dach	20
4.1.4	Użytkowanie budynku	20
4.1.5	Instalacje w budynku	20
4.2	Czynniki stałe i parametry szczegółowe	21
4.3	Wyznaczenie oddziaływania środowiskowego konstrukcji	23
4.3.1	Zasady	23
4.3.1.1	Parametry opisujące oddziaływanie środowiskowe	24
4.3.1.2	Aspekty określające zasoby, materiały wtórne i paliwa oraz zużycie wody	26
4.3.1.3	Inne informacje środowiskowe dotyczące odpadów	27
4.3.1.4	Inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wyjściowe	27
4.3.2	Oddziaływanie środowiskowe budynku	28
4.3.2.1	Moduł A	28
4.3.2.2	Moduł B: Faza użytkowania	29
4.3.2.3	Moduł C	43
4.3.2.4	Moduł D	44
5	Obliczenia oprogramowania	46
5.1	Szczegółowy wynik dla fazy użytkowania	46
5.1.1	Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania	46
5.1.2	Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia	47
5.1.3	Zapotrzebowanie na energię do produkcji ciepłej wody użytkowej	48
5.1.4	Energia całkowita	48
5.1.5	Słoneczne zyski ciepła	49
5.2	Ogólne wyniki fazy użytkowej	49

6	Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3.....	51
6.1	Projekt	51
6.2	Budynek.....	52
6.2.1	Ogólne parametry.....	52
6.2.2	Lokalizacja.....	55
6.2.3	Fasada.....	57
6.2.4	Podłoga na gruncie	61
6.2.5	Dach	62
6.2.6	Użytkowanie	63
6.2.7	Systemy.....	64
6.2.8	Konstrukcja	65
6.2.9	Podłogi.....	66
6.2.10	Transport	67
6.2.11	Wynik.....	68
6.2.11.1	Wykresy słupkowe	68
6.2.11.2	Tablice	72
6.2.11.3	Wykres radarowy	73
6.2.11.4	Arkusz kalkulacyjny	74
7	Studium przypadku.....	77
7.1	Budynek biurowy.....	77
7.1.1	Wprowadzenie	77
7.1.2	Opis budynków	77
7.1.3	Analiza środowiskowa z oprogramowaniem AMECO3	81
7.1.3.1	Dane wejściowe w oprogramowaniu AMECO3	81
7.1.3.2	Wyniki obliczeń z AMECO3.....	85
7.2	Budynek mieszkalny – wielorodzinny obiekt CasaBuna w Rumunii.....	89
7.2.1	Opis budynku.....	89
7.2.2	Dane wejściowe do AMECO3	92
7.2.2.1	Wejściowe dane podstawowe dla budynku mieszkalnego w AMECO3.....	92
7.2.2.2	Dane wejściowe – geometria budynku (moduły A-C-D)	92
7.2.2.3	Dane wejściowe – komponenty budynku (moduły A-B-C-D).....	93
7.2.2.4	Dane wejściowe – faza użytkowania budynku (moduł B).....	94
7.2.2.5	Dane wejściowe – konstrukcja budynku (moduły A-C-D)	95
7.2.2.6	Dane wejściowe – transport elementów (moduł A)	96
7.2.3	Wyniki obliczeń AMECO3	97
7.3	Hala przemysłowa	102
7.3.1	Zakres analizy	102
7.3.2	Opis budynku.....	102
7.3.3	Konstrukcja nośna	102
7.3.4	Obudowa	104
7.3.5	Systemy HVAC	104
7.3.6	Dodatkowe założenia	104
7.3.7	Dane wejściowe do AMECO3	105
7.3.7.1	Podstawowe dane wejściowe dla budynku AMECO3	105
7.3.7.2	Dane wejściowe – geometria (moduły A-C-D)	105
7.3.7.3	Dane wejściowe – komponenty (moduły A-B-C-D).....	106
7.3.7.4	Dane wejściowe – faza użytkowania budynku (moduł B).....	107
7.3.7.5	Dane wejściowe – konstrukcja budynku (moduły A-C-D)	107

7.3.7.6	Dane wejściowe – element (moduł A)	108
7.3.8	Wyniki obliczeń AMECO3	109
7.3.8.1	Dla konstrukcji stalowej S235	109
7.3.8.2	System konstrukcyjny S460.....	114
7.3.8.3	Konstrukcja betonowa	115
7.3.8.5	Porównanie oddziaływań GWP dla 3 rozwiązań hali przemysłowej.....	118
7.3.9	Zyski środowiskowe wynikające ze zwiększenia izolacji.....	120
8	Bibliografia	124
	Załącznik 1. Architektura programu Ameco	125
	Załącznik 2. Tabele danych parametrów	126
	Załącznik 3. Tabele klimatyczne	132
	Załącznik 4. Parametry oddziaływań makrokomponentów	134

1 Wprowadzenie i określenie celu

Celem niniejszego dokumentu jest dostarczenie informacji dotyczących procedur obliczeniowych oceny środowiskowej budynków o konstrukcji stalowej i kompozytowej przy zastosowaniu programu komputerowego Ameco.

Dokument został opracowany w ramach upowszechniania projektu LVS³: Charakterystyka środowiskowa (waloryzacja efektu środowiskowego) konstrukcji stalowych (RFS2-CT-2013-00016). Poradnik skupia się na:

- opisie sposobu (procesu) obliczania: specyfikacja techniczna wyszczególnia kolejne kroki realizowane dla oceny środowiskowej budynków przy użyciu programu AMECO,
- wprowadzeniu w metodykę użycia narzędzia AMECO,
- zastosowaniu AMECO do konkretnych przykładów budynków.

Sposoby podejścia wykorzystane w omawianym narzędziu softwarowym zostały opracowane i zweryfikowane w ramach europejskiego programu RFCS projektu SB-steel: charakterystyka środowiskowa budynków o konstrukcji stalowej (SB_Steel, 2004).

Wspomniane metodologie (komplementarne sposoby postępowania) są następujące:

- podejście makroelementowe skupiające się na zagadnieniu oceny okresu użytkowania budynków i/lub elementów składowych budynków;
- podejście ukierunkowane na etap użytkowania budynku umożliwiające ocenę ilości energii zużywanej w okresie eksploatacji.

Dokument pt. „Założenia metodyczne”, opracowany w ramach projektu RFCS LVS³, umożliwia wgląd w szczegółowy opis wykorzystanej metodologii do oceny oddziaływania środowiskowego w okresie całego cyklu życia, jak i wyznaczania zapotrzebowania na energię dla budynku w trakcie okresu jego użytkowania.

2 Język oprogramowania i środowisko

AMECO stanowi narzędzie umożliwiające ocenę wpływu na środowisko konstrukcji nośnej budynku (stalowej i betonowej). AMECO 3 stanowi rozszerzenie wersji AMECO 2, uwzględniającej okres użytkowania obiektu.

AMECO 3 używa języka informatycznego VB2008. Język ten oparty jest na technologii Microsoft.NET. Zakłada się zatem, że system Microsoft.NET jest zainstalowany w komputerze użytkownika. System Microsoft.NET jest automatycznie instalowany w ramach systemów operacyjnych (OS) Microsoft Vista i Microsoft 7. W przypadku starszych systemów użytkownik musi zainstalować to oprogramowanie przed użyciem AMECO 3.

Rozwiązanie oparte jest o M.NET Framework w wersji 2.0, którą można zainstalować w następujących systemach operacyjnych: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98; Windows 98 Second Edition; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP Service Pack 2. Należy zwrócić uwagę, że AMECO 3 nie będzie kompatybilne z konfiguracją nie wykazaną powyżej.

3 Podstawowe właściwości programu AMECO

3.1 Wstęp

AMECO 3 stanowi narzędzie do oceny środowiskowej budynków i mostów o konstrukcji stalowej lub betonowej. Uwzględnia ono 24 rodzaje wielkości w ramach następujących grup:

- wielkości opisujące oddziaływanie środowiskowe (GPW, ODP, AP, EP, POCP, ADP-surowce i ADP-paliwa kopalne),
- wielkości opisujące użycie zasobów, materiałów wtórnych i paliw, a także zużycie wody (zużycia odnawialnych rodzajów energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów pierwotnej energii odnawialnej zużytej jako surowce, całkowitego zużycia pierwotnej energii odnawialnej (pierwotnej energii i zasobów energii pierwotnej użytych jako surowce), użycie pierwotnej energii nieodnawialnej z wyłączeniem zasobów pierwotnej energii nieodnawialnej zużytej jako surowce, zużycia zasobów energii nieodnawialnej użytych jako surowce, całkowitego zużycia pierwotnej energii nieodnawialnej (pierwotnej energii i zasobów energii użytych jako surowce), zużycia materiałów wtórnych, zużycia odnawialnych paliw wtórnych, zużycia nieodnawialnych paliw wtórnych oraz wody),
- innych informacji środowiskowych opisujących kategorię odpadów (odpady niebezpieczne zdeponowane, odpady nie niebezpieczne zdeponowane, odpady radioaktywne zdeponowane),
- inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wypływające (składniki do wtórnego wykorzystania, materiały do recyklingu, materiały do odzysku energii, energia wyeksportowana).

Każda z wielkości jest dzielona pomiędzy cztery moduły (etap wytwarzania i budowy, etap użytkowania, koniec okresu użytkowania, korzyści i obciążenia poza granicami systemu).

Tabela 1. Oddziaływania środowiskowe

Indeks	Dostępność danych	Skrót	Oznaczenie	Jednostka
Oddziaływanie środowiskowe				
1	Tak	GWP	Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego	tCO ₂ eq
2	Tak	ODP	Potencjał redukcji (zubożenia) warstwy ozonowej	tCFCEq
3	Tak	AP	Potencjał zakwaszania	tSO ₂ eq
4	Tak	EP	Potencjał eutrofizacji	tPO ₄ eq
5	Tak	POCP	Potencjał fotochemicznego wytwarzania ozonu	tEtheneeq
6	Tak	ADP-e	Potencjał zmniejszania zasobów nieożywionych – pierwiastki	tSbeq
7	Tak	ADP-ff	Potencjał zmniejszania zasobów nieożywionych – paliwa kopalne	GJ NCV

Aspekty środowiskowe				
8	Nie	RPE	Zużycie odnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów odnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce	GJ NCV
9	Nie	RER	Zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej wykorzystanych jako surowce	GJ NCV
10	Tak	RPE-całkowity	Całkowite zużycie odnawialnej energii pierwotnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej użytej jako surowce)	GJ NCV
11	Nie	nie-RPE	Zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce	GJ NCV
12	Nie	nie-RER	Zużycie zasobów nieodnawialnej energii wykorzystanych jako surowce	GJ NCV
13	Tak	nie-RPE-całkowity	Całkowite zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej użytej jako surowce)	GJ NCV
14	Nie	SM	Zużycie materiałów wtórnych	t
15	Nie	RSF	Zużycie odnawialnych paliw wtórnych	GJ NCV
16	Nie	nie-RSF	Zużycie nieodnawialnych paliw wtórnych	GJ NCV
17	Tak	NFW	Zużycie netto świeżej wody	10 ⁻³ m ³
Inne informacje dotyczące odpadów				
18	Tak	HWD	Zdeponowane odpady niebezpieczne	t
19	Tak	nie-HWD	Zdeponowane odpady nie niebezpieczne	t
20	Tak	RWD	Zdeponowane odpady radioaktywne	t
Inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wyjściowe				
21	Nie	CR	Składniki do wtórnego użycia	t
22	Nie	MR	Materiały do recyklingu	t
23	Nie	MER	Materiały do odzysku energii	t
24	Nie	EE	Energia wyeksportowana	GJ NCV

Zasadniczą dodatkową cechą AMECO 3 jest uwzględnienie okresu użytkowania w obliczeniach oddziaływania środowiskowego. Pozwala to na oszacowanie zapotrzebowania na energię dla różnych instalacji w budynkach (grzewczej, chłodzącej). Obliczenia te realizuje się w oparciu o kilka norm międzynarodowych, takich jak ISO 13370, ISO 13789 i ISO 13790, jak również europejską normę EN 15316. W przypadku AMECO istnieje możliwość wyboru między budynkiem a mostem. Jednak rozszerzenie dotyczące okresu użytkowania dostępne jest jedynie w odniesieniu do budynków.

3.2 Ustawienia

AMECO dostarczane jest z pakietem uruchamiania w postaci bezpłatnej aplikacji „Kreator instalacji” („Install Creator”), obejmującej:

- plik *.exe,
- wszystkie niezbędne dynamiczne i składowe biblioteki (pliki *.dll),
- bazy danych,
- pliki pomocy,
- pliki języków,
- ikony i niezbędne obrazy/rysunki.

3.3 Języki

AMECO jest aplikacją wielojęzyczną. Wszystkie teksty wyświetlane w interfejsie można czytać w osobnych plikach językowych, przyporządkowanych poszczególnym językom. Teksty w plikach językowych są zgrupowane w bloki i identyfikowane na podstawie słów kluczowych.

3.4 Stosowane jednostki

W odniesieniu do parametrów wymagających określenia uwzględnione są następujące jednostki:

masa	tony
wymiary	m
grubość płyty	mm
odległość	km
gęstość	kg/m ³
powierzchnia podłóg	m ²
zapotrzebowanie na energię	kWh

Jednostki stosowane do określenia oddziaływań środowiskowych podane są w tabeli 10 (patrz rozdz. 5.2: Dane dotyczące całkowitych strumieni wyjściowych w okresie użytkowania).

4 Opis techniczny

4.1 Definicja projektu

Obliczenie oddziaływań wymaga znajomości szeregu wielkości opisujących konstrukcję budynku, sposobu transportu użytego do przywiezienia elementów na budowę oraz wielu informacji odnośnie do sposobu dalszego wykorzystania tych elementów po demontażu z budowli.

Obliczenia dotyczące okresu użytkowania wymagają znajomości wielkości określających budynek, które opisano poniżej przed podaniem konkretnych równań. W zastosowanych opisach litera m oznacza miesiąc w postaci liczby w zakresie od 1 do 12, zaś skrót dir oznacza kierunek – odpowiednio N, W, E i S.

4.1.1 Definiowanie konstrukcji budowlanej i danych podstawowych

4.1.1.1 Parametry podstawowe

Podstawowe określenie budynku jest realizowane przez użytkownika poprzez podanie następujących danych:

długość	l_b
szerokość	w_b
liczba kondygnacji	$n_{b,fl}$
powierzchnia podłóg	$a_{b,fl,custom}$

Domyślna powierzchnia podłóg jest wyznaczana z równania:

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

Odnośnie do opcji obliczeniowych wybranych przez użytkownika powierzchnia podłóg użyta w obliczeniach jest następująca:

$$a_{b,fl} = a_{b,fl,custom} \quad \text{jeśli powierzchnię określa użytkownik} \quad (\text{równanie 2})$$

$$a_{b,fl} = a_{b,fl,default} \quad \text{w pozostałych przypadkach}$$

Położenie budynku należy wybrać spośród miast uwzględnionych w bazie danych. Dla każdego z miast zdefiniowano następujące parametry:

kraj	
$\Theta_{ext}(m)$	temperatura zewnętrzna w miesiącu m [°C],
$I_{sol,k}(m, dir)$	natężenie promieniowania słonecznego padającego w kierunku dir w miesiącu m [W/m ²],
$I_{sol,k,roof}(m)$	natężenie promieniowania słonecznego padającego na dach w miesiącu m [W/m ²],
$f_{H,hut}(m)$	udział dobowy nocy w miesiącu m dla trybu ogrzewania (dla uwzględnienia dodatkowej izolacji związanej z zastosowaniem urządzeń zacienniających [-]),
$f_{sh,with}(m, dir)$	ważony udział czasu, w trakcie którego urządzenia zacienniające są w użyciu [-],
Latitude	szerokość geograficzna miasta,
Climate	można wybrać spośród: sub-polarnego, tropikalnego i pośredniego.
Geiger Climate	może być Csa, Csb, Cfb, Dfb, Dfc.

Jeśli znany jest parametr Climate (klimat), wówczas wyznacza się parametr

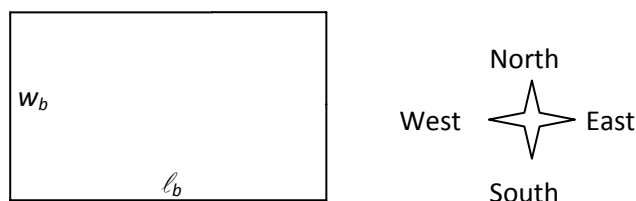
$\Delta\vartheta_{er}$ średnia różnica między temperaturą zewnętrzną i temperaturą nieboskłonu zależna od klimatu (patrz tabela 14), [°C].

Załącznik 3 podaje te wartości dla lokalizacji: Combra, Tampere i Timisoara.

Jest kilka opcji do wyboru jeśli chodzi o rodzaj budynku: budynek mieszkalny (RB), budynek biurowy (OB), budynek handlowy (CB) oraz przemysłowy (IB). Ten wybór ma wpływ na kilka wartości domyślnych wymienionych w kolejnych rozdziałach.

Kształt budynku jest prostopadłościenny. Powiązane dane są następujące:

l_b	długość elewacji N-S (północ-południe) [m],
w_b	długość elewacji E-W (wschód-zachód) [m],
$n_{b,fl}$	liczba pośrednich stropów [-],
h_{floor}	wysokość stropu (identyczna dla wszystkich stropów) [m],
$a_{b,fl,custom}$	urzędowa powierzchnia podłóg [m ²].



Rys 1. Kształt budynku

Całkowita powierzchnia budynku jest wyliczana ze wzoru:

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

Powierzchnia podłóg użyta w obliczeniach w modułach A, C i D stanowi powierzchnię stropów pośrednich. Powierzchnia ta jest automatycznie wyliczana zgodnie ze wzorem:

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

W użyciu są również trzy inne powierzchnie:

$A_{conditionedarea}$	powierzchnia stref klimatyzowanych [m ²],
A_{area1}	powierzchnia głównych stref klimatyzowanych [m ²],
A_{area2}	powierzchnia pozostałych stref klimatyzowanych [m ²].

Spełniają one warunek:

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

$A_{conditionedarea}$ jest równa całkowitej powierzchni budynku $a_{b,fl,default}$, podczas gdy A_{area1} i A_{area2} są wyliczane jako udział procentowy $A_{conditionedarea}$ przy wykorzystaniu tabeli 12 i załącznika 2 (powierzchnia 1 dla głównych stref klimatyzowanych i powierzchnia 2 dla pozostałych stref klimatyzowanych). Inne powierzchnie (3) nie są wyświetlane.

4.1.1.2 Płyty stropowe

Elementy stalowe

Elementy stalowe użyte w płytach stropowych są definiowane za pomocą następujących parametrów.

Rodzaj płyt należy wybrać spośród poniższej listy:

- płyty zwykłe (nie arkusze blachy),
- płyty kompozytowe,
- deskowanie tracone,
- prefabrykowane,
- suche podłogi (panele podłogowe).

Blachy stalowe należy wybrać z tej samej bazy danych, co Ameco [1].

Całkowita masa stalowego pokrycia w budynku jest wyznaczana ze wzoru:

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

gdzie:

- m_{ssu} masa pokrycia stalowego (w przeliczeniu na jednostkę powierzchni) wzięta z bazy danych,
- $a_{b,fl}$ powierzchnia stropów (podłóg) (patrz 4.1.1.1)

Elementy betonowe

Używa się następujących parametrów elementów betonowych:

rodzaj betonu wybrany spośród poniższej listy:

- wylewany / in situ,
- prefabrykowany;

marka betonu wybrana spośród listy:

- C20/25,
- C30/37.

Całkowita masa betonu m_{consl} jest obliczana ze wzoru:

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

gdzie:

- $a_{b,fl}$ powierzchnia stropów (porównaj 4.1.1.1),
- $\rho_{consl} = 2360 \text{ kg/m}^3$,
- t_{minss} minimalna grubość płyty stalowej pobrana z bazy danych,
- V_{tmin} objętość betonu dla minimalnej grubości płyty, wzięta z bazy danych.

Uwagi:

- dla paneli (suchych podłóg) $m_{consl} = 0$,
- dla płyt bez stalowych blach przyjęto w poprzednich wzorach $t_{minss} = 0$ i $V_{tmin} = 0$.

4.1.1.3. Konstrukcja nośna

Elementy stalowe

Parametry określające elementy stalowe konstrukcji są definiowane przez użytkownika:

całkowita masa belek	m_{tsb}
całkowita masa słupów (kolumn)	m_{tsc}
całkowita masa słupków (rozpórek)	m_{tst}
całkowita masa śrub	m_{tbo}
całkowita masa połączeń (łączników) płyt	m_{tpl}
szybkość utraty masy przez kształtowniki stalowe.	s_{plos}

Ten ostatni parametr oznacza, że aby wyznaczyć końcową masę m dla kształtownika w konstrukcji należy przemnożyć m ($1 + s_{plos}$).

Elementy betonowe

Parametrami opisującymi konstrukcję betonową są, podobnie jak w przypadku płyt stropowych:

całkowita masa belek	m_{tcb}
całkowita masa słupów (kolumn)	m_{tcc}
całkowita masa stali zbrojeniowej	m_{trs}

Rodzaj betonu należy wybrać spośród poniższej listy:

- wylewany / in situ,
- prefabrykowany.

Typ betonu wybrany spośród listy:

- C20/25,
- C30/37.

Elementy drewniane

Parametry opisujące elementy drewniane to:

całkowita masa belek	m_{twb}
całkowita masa słupów (kolumn)	m_{twc}

4.1.1.4. Założenia dotyczące transportu

Transport betonu z zakładu produkcyjnego na budowę:

Parametry definiujące transport betonu są następujące:

odległość dla betonu wytwarzanego na budowie	d_{conmix}
odległość dla betonu wytwarzanego w zakładzie prefabrykacji	d_{conreg}

Ameco wylicza udział (masowy) betonu produkowanego na budowie oraz prefabrykowanego w następujący sposób:

$$\text{udział betonu wytwarzanego na budowie} \quad m_{conmix} = m_1 + m_2 \quad (\text{równanie 5})$$

$$\text{udział betonu wytwarzanego w zakładzie prefabrykacji} \quad m_{conreg} = m_3 + m_4 \quad (\text{równanie 6})$$

gdzie:

$m_1 = m_{consl}$ – jeśli typ betonu dla płytowych elementów betonowych (por. 4.1.1.2) jest wylewany na budowie; w pozostałych przypadkach $m_1 = 0$,

$m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ – o ile typ betonu dla elementów betonowych konstrukcji nośnej (por. 4.1.1.3) jest wylewany na budowie; w pozostałych przypadkach $m_2 = 0$,

$m_3 = m_{consl}$ jeśli beton dla płytowych elementów betonowych (por. 4.1.1.2) jest prefabrykowany; w pozostałych przypadkach $m_3 = 0$,

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$, o ile beton dla elementów betonowych konstrukcji nośnej (por. 4.1.1.3) jest prefabrykowany; w pozostałych przypadkach $m_4 = 0$.

Transport stali z zakładu produkcyjnego na budowę

Użytkownik ma możliwość wyboru między wykorzystaniem średnich wartości z Europejskiej bazy danych albo nie.

Ameco wyliczy całkowitą masę transportowanej stali w następujący sposób:

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

Jeśli nie użyje się wartości średnich, wówczas potrzebne są dodatkowe, następujące parametry:

masa stali przewożonej koleją	m_{str}
odległość pokonywana przy transporcie stali koleją	d_{str}

masa stali regularnie transportowanej ciężarówkami	m_{sreg}
odległość pokonywana przy regularnym transporcie ciężarówkami	d_{sreg}

Ponadto konieczne jest spełnienie następującej zależności:

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

Transport drewna z zakładu produkcyjnego na budowę

Parametry określające transport drewna są następujące:

masa drewna przewożonego koleją	m_{wtr}
odległość pokonywana przy transporcie drewna koleją	d_{wtr}
masa drewna transportowanego regularnie ciężarówkami	m_{wreg}
odległość pokonywana przy regularnym transporcie drewna ciężarówkami	d_{wreg}

Ameco wyliczy całkowitą masę transportowanego drewna w następujący sposób:

$$m_{twtrtot} = m_{twb} + m_{twc} \quad (\text{równanie 9})$$

W odniesieniu do równania 9 spełniona musi być następująca zależność:

$$m_{twtrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \quad (\text{równanie 10})$$

4.1.1.5. Koniec cyklu życia

Użytkownik ma możliwość zmieniania wszystkich parametrów związanych z końcem okresu użytkowania elementów.

Stal:

Odnosnie do elementów stalowych część z nich jest poddawana recyklingowi po rozbiórce budynku. Udział elementów poddanych recyklingowi oznaczono jako $eoI_{elements}$. Ponadto niektóre belki i słupy mogą zostać powtórnie użyte i w odniesieniu do nich wprowadzono odpowiedni parametr określający ich udział re_{sbc} . Ta część materiału, która nie jest powtórnie użyta, ani nie zostaje poddana recyklingowi, ulega utracie.

W związku z tym udziały określające koniec okresu użytkowania stali, podane niżej, powinny zostać określone przez użytkownika:

recykliczacja stali zbrojeniowej	eoI_{srs}
recykliczacja pokrycia	eoI_{sd}
recykliczacja belek i słupów	eoI_{sbc}
wtórne użycie słupów i belek	re_{sbc}
recykliczacja słupków i śrub	eoI_{sstbo}
recykliczacja połączeń płyt	eoI_{spl}

Beton

Elementy betonowe nie podlegają recykliczacji, natomiast mogą być zwaloryzowane jeśli zostaną użyte jako kruszywo. Udział betonu zwaloryzowanego jako kruszywo oznakowany jest $val_{element}$.

Parametry określające tę waloryzację powinny zostać określone przez użytkownika:

waloryzacja dla stropów	val_{confi}
waloryzacja dla konstrukcji	val_{const}

Drewno

Po rozbiórce budynku część elementów drewnianych jest spalana. Podczas tego procesu część energii wyzwolona w wyniku spalania jest przekształcana w energię elektryczną w urządzeniach ciepłych. Parametr określający koniec okresu użytkowania drewna powinien zostać podany przez użytkownika:

spalenie elementów drewnianych z odzyskiem energii inc_w

4.1.2. Definiowanie mostu

4.1.2.1 Konstrukcja nośna

Parametry określające elementy stalowe konstrukcji mostowej są definiowane przez użytkownika:

całkowita masa profili (kształtowników)	m_{tspr}
całkowita masa słupków	m_{tsbr}
całkowita masa płyt	m_{tepr}
całkowita masa innych przekrojów	m_{totbr}
całkowita masa innych prętów zbrojeniowych	m_{torbr}
szybkość utraty masy przez kształtowniki stalowe	s_{plos}

Ten ostatni parametr oznacza, że aby wyznaczyć końcową masę m dla kształtownika w konstrukcji należy wyliczyć $m(1 + s_{plos})$.

Elementy betonowe

Parametrami opisującymi konstrukcję betonową będą, podobnie jak w przypadku płyt stropowych:

całkowita masa betonu	m_{tcbr}
całkowita masa stali zbrojeniowej	m_{trsbr}

Rodzaj betonu należy wybrać spośród poniższej listy:

- wylewany / in situ,
- prefabrykowany;

marka betonu, wybrana spośród listy:

- C20/25,
- C30/37.

4.1.2.2 Założenia dotyczące transportu

Transport betonu z zakładu produkcyjnego na budowę:

Parametry definiujące transport betonu są następujące:

odległość dla betonu wytwarzanego na budowie	$d_{conmixbr}$
odległość dla betonu wytwarzanego w zakładzie prefabrykacji	$d_{conregbr}$

Ameco wylicza udział (masowy) betonu produkowanego na budowie i prefabrykowanego w następujący sposób:

udział betonu wytwarzanego na budowie	$m_{conmixbr}$
udział betonu wytwarzanego w zakładzie prefabrykacji	$m_{conregbr}$

gdzie:

$m_{conmixbr} = m_{tcbr}$, jeśli beton dla elementów betonowych (por. 4.1.1.2) jest wylewany na budowie; w pozostałych przypadkach $m_{conmixbr} = 0$,

$m_{conregbr} = m_{tcbr}$, o ile elementy z betonu są prefabrykowane (por. 4.1.1.3); w pozostałych przypadkach $m_{conregbr} = 0$.

Transport stali z zakładu produkcyjnego na budowę

Użytkownik ma możliwość wyboru między wykorzystaniem średnich wartości z europejskiej bazy danych albo nie.

Ameco wyliczy całkowitą masę transportowanej stali w następujący sposób:

$$m_{tsttotbr} = m_{tspr} + m_{tsbr} + m_{tepr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \quad (\text{równanie 11})$$

Jeśli nie użyje się wartości średnich, wówczas potrzebne są dodatkowe, następujące parametry:

masa stali przewożonej koleją	m_{strbr}
odległość pokonywana przy transporcie stali koleją	d_{strbr}
masa stali transportowanej regularnie ciężarówkami	m_{sregbr}
odległość pokonywana przy regularnym transporcie ciężarówkami	d_{sregbr}

Ponadto konieczne jest spełnienie następującej zależności:

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

4.1.2.3 Koniec okresu użytkowania

W ten sam sposób jak dla budynku użytkownik ma możliwość zmiany wszystkich parametrów odnoszących się do końca okresu użytkowania elementów mostu.

Stal:

Jak w przypadku budynków, udziały określające koniec okresu użytkowania stali powinny zostać określone przez użytkownika:

recykliczacja profili (kształtowników)	eol_{spbr}
wtórne użycie profili (kształtowników)	re_{spbr}
recykliczacja słupów	eol_{stbr}
recykliczacja płyt	eol_{sepbr}
recykliczacja innych przekrojów	eol_{sorbr}
recykliczacja stali zbrojeniowej	eol_{srbr}

Beton

Podobnie, jak w przypadku budynków, udział betonu zwaloryzowanego jako kruszywo oznakowany jest: $val_{element}$ i powinien zostać określony przez użytkownika:

waloryzacja dla stropów	val_{conbr}
-------------------------	---------------

4.1.3. Obudowa zewnętrzna budynku

4.1.3.1 Parametry geometryczne elewacji

Opis ścian obejmuje następujące parametry:

$A_{lat,tot}(dir)$	powierzchnia ścian skierowanych w stronę dir wyliczana automatycznie z przemnożenia długości i wysokości [m^2],
$A_{lat,opening}(dir)$	powierzchnia otworów skierowanych w stronę dir zdefiniowana jako procent całkowitej powierzchni elewacji [m^2],
$A_{lat}(dir)$	powierzchnia netto ścian skierowanych w stronę dir wyliczana automatycznie jako różnica między: $A_{lat,tot}(dir)$ i $A_{lat,opening}(dir)$ [m^2],
$F_{glazing,sh}(dir)$	współczynnik zapory zacinającej otwory dla kierunku dir , domyślna (zakryta) wartość = 1,
$F_{walls,sh}(dir)$	współczynnik zapory zacinającej ściany dla kierunku dir , domyślna (zakryta) wartość = 1.

4.1.3.2 Właściwości elementów elewacji

Użytkownik wybiera typ ścian i otworów ($WallType$ i $OpeningType$) spośród znajdujących się na odpowiednich listach makrokomponentów (patrz tabela 15 i tabela 16 w załączniku 2) i odpowiednie zmienne zostają zaktualizowane:

U_{walls}	wartość U dla ściany [$W/(m^2K)$], niepodlegająca modyfikacjom,
$k_{m,walls}$	powierzchniowa pojemność cieplna [$J/(m^2K)$], zakryta i niepodlegająca modyfikacjom,
$U_{mean,opening}$	wartość U dla otworów [$W/(m^2K)$], niepodlegająca modyfikacjom,
g_n	przepuszczalność energii promieniowania słonecznego dla promieniowania padającego prostopadle do przeszklenia; parametr ukryty (patrz tabela 15 w załączniku 2) [-].

Wybór urządzenia zacinającego ($ShadingType$ i $ShadingColor$, patrz tabela 21 w załączniku 2) określa przypisaną doń zmienną:

f_f przepuszczalność energii promieniowania słonecznego przez okno z urządzeniem zacinającym [-].

Wartości domyślne dla *ShadingType* i *ShadingColor* to: „brak urządzenia zacieniającego” i „pośredni”. Kolor urządzenia zacieniającego nie jest wyświetlany.

Wybór żaluzji (*ShutterType*, patrz tabela 13 w załączniku 2) wpływa na wartości czterech zmiennych:

R_{sh} dodatkowy opór cieplny dla określonej przepuszczalności powietrza przez żaluzje [m^2K/W],
 ΔR_{high} dla dużej lub bardzo dużej przepuszczalności powietrza [m^2K/W],
 ΔR_{avg} dla średniej przepuszczalności powietrza [m^2K/W],
 ΔR_{low} dla małej przepuszczalności powietrza [m^2K/W].

Powyższe cztery zmienne są ukryte.

Ponadto następujące zmienne również są ukryte:

<i>NightHeatingActivation</i> (<i>Nocna Aktywacja Ogrzewania</i>)	dla sterowania żaluzjami, gdy są opuszczone w ciągu nocy w celu ograniczenia strat ciepła przez okna w sezonie zimowym; wartość domyślna zgodnie z tabelą 23 w załączniku 2,
<i>DayCoolingActivation</i> (<i>Dzienna Aktywacja Chłodzenia</i>)	dla sterowania żaluzjami, czy są opuszczone w ciągu dnia w celu ograniczenia słonecznych zysków ciepła przez okna w sezonie letnim; wartość domyślna zgodnie z tabelą 23 w załączniku 2,
<i>FrameAreaFraction</i> (<i>Udział Powierzchni Ramy w Powierzchni Okna</i>)	wartość domyślna 0,3 [-]

4.1.3.3 Strop parteru

Do zdefiniowania (scharakteryzowania) stropu parteru służą następujące parametry:

U_f wartość U dla podłogi parteru (1 kondygnacji) [m^2K/W],
GroundFloorType (*Rodzaj Podłogi Parteru*) rodzaj podłogi parteru do wyboru przez użytkownika,

$D_{concretebasefloor}$ grubość warstwy betonu (płyty betonowej) podłogi, wartość domyślna to 0,2 [m],

$M_{steelbasefloor}$ masa stali zbrojeniowej, wartość domyślna to 0 [t].

Typ gruntu (*SoilType*) – (ukryta wartość domyślna) zarządza dwoma zmiennymi:

(ρc) pojemność cieplna gruntu (patrz tabela 22 w załączniku 2), wartość ukryta [$J/(m^3K)$],

λ przewodność cieplna gruntu (patrz tabela 22), wartość ukryta [$W/(mK)$].

Użyto także innych ukrytych zmiennych:

w_{ground} grubość ściany fundamentowej, wartość ukryta 0,2 [m],

$P_{eri, custom}$ obwód parteru [m],

$A_{ground, custom}$ powierzchnia parteru [m^2].

Obwód i powierzchnia parteru nie są wyświetlane i są wyliczane automatycznie z:

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

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

W zależności od rodzaju podłogi parteru (*GroundFloorType*) określone zostają następujące, niewyświetlane, parametry:

- podłoga (*betonowa płyta podłogowa*) na gruncie
Do wyboru dostępnych jest kilka opcji w odniesieniu do izolacji cieplnej: „brak”, „pozioma”, „pionowa” i „oba rodzaje”.
Inne parametry to:
 $d_{n, hor}$ grubość izolacji poziomej [mm],
 λ przewodność cieplna poziomej izolacji cieplnej [$W/(mK)$],
 w_{hor} szerokość pionowej izolacji cieplnej [m],
 $d_{n, ver}$ grubość pionowej izolacji cieplnej [mm],
 λ przewodność cieplna pionowej izolacji cieplnej [$W/(mK)$],
 w_{vert} głębokość pionowej izolacji cieplnej [m].
- piwnica (*podłoga nad piwnicą*)
piwnica (*BasementType*) może być albo „ogrzewana”, albo „nieogrzewana”.

Dodatkowe parametry to:

h wysokość ściany powyżej poziomu gruntu [m],
 h_z wysokość ściany poniżej poziomu gruntu [m].

- podłoga podniesiona

parametry charakteryzujące podłogę podniesioną są następujące:

h wysokość ściany powyżej poziomu gruntu (tak samo jak dla podłogi nad piwnicą) [m],
 h_z wysokość ściany poniżej poziomu gruntu [m],
 A_{irflow} wymiana (przepływ) powietrza, wartość domyślna to 0,1 [wymiany/h],
 A_{wind} powierzchnia otworów wentylacyjnych podzielona przez długość obwodu, wartość ukryta, ustalona na 1 [m²/m],
 $W_{avgspeed}$ średnia prędkość wiatru na wysokości 10 m, wartość ukryta [m/s].

Ostatnie trzy parametry są powiązane w następujący sposób:

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

4.1.3.4. Parametry dodatkowe

Kilka dodatkowych parametrów jest powiązanych z zewnętrznymi przegrodami budynku:
 Wartości tych parametrów są ukryte:

R_{se} opór cieplny zewnętrznej powierzchni (wartość domyślna to 0,04 [m²K/W]),
 $\alpha_{s,c}$ współczynnik absorpcji dla promieniowania słonecznego (wartość domyślna to 0,5 [-]),
 h_r zewnętrzny współczynnik przenoszenia ciepła przez promieniowanie (wartość domyślna to 4,5 [W/(m²K)],
 C_m wewnętrzna pojemność cieplna [J/K] wyliczona jak poniżej:

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

gdzie:

$k_{m,walls}$ wewnętrzna pojemność cieplna ścian [J/K/m²]; wartość określona poprzez wybór rodzaju ścian jako makrokomponentu,
 $k_{m,roof}$ wewnętrzna pojemność cieplna dachu [J/K/m²]; wartość określona poprzez wybór rodzaju dachu jako makrokomponentu,
 $k_{m,ext,floor}$ wewnętrzna pojemność cieplna zewnętrznych podłóg (stropów) [J/K/m²]; wartość domyślna 50000 J/K/m²,
 $k_{m,ground}$ wewnętrzna pojemność cieplna podłóg parteru [J/K/m²]; wartość domyślna 50000 J/K/m²,
 $k_{m,interm,floor}$ wewnętrzna pojemność cieplna podłóg kondygnacji pośrednich [J/K/m²]; wartość domyślna 50000 J/K/m²,
 $k_{m,intern,walls}$ wewnętrzna pojemność cieplna ścian wewnętrznych [J/K/m²]; wartość domyślna równa podwojonej wartości $k_{m,walls}$ [J/K/m²],
 $Ratio_{intern,walls}$ stosunek powierzchni ścian wewnętrznych do elewacji, wartość domyślna to 40%.

4.1.3.5. Dach

Użytkownik wybiera makrokomponenty dla dachu zgodnie z tabelą 24 w załączniku 2. Poniżej opisano parametry charakteryzujące dach:

U_{roof}	wartość U dla dachu płaskiego, wartość domyślna zależna od makrokomponentu, niemodyfikowalna [W/(m ² K)],
$A_{ext, floor}$	powierzchnia zewnętrznych podłóg, wartość domyślna = 0 (ukryta) [m ²],
A_{roof}	powierzchnia poziomej części dachu, wartość domyślna obliczana na podstawie wymiarów budynku [m ²],
$A_{sloped roof}$	powierzchnia pochyłej części dachu, wartość domyślna = 0, ukryta [m ²],
$A_{roof, opening}$	powierzchnia otworów w dachu, wartość domyślna = 0, ukryta [m ²],
$F_{glazing, sh, roof}$	współczynnik zacienienia otworów dachowych, wartość domyślna = 0, ukryta,
$U_{sloped roof}$	wartość U dla dachu pochyłego, wartość domyślna = 0, ukryta [W/(m ² K)],
$U_{ext, floor}$	wartość U dla zewnętrznych podłóg, wartość domyślna = 0, ukryta [W/(m ² K)],
$U_{floorunconditioned space}$	wartość U dla podłóg, w pomieszczeniach nieklimatyzowanych, wartość domyślna = 0, ukryta [W/(m ² K)].

4.1.4. Użytkowanie budynku

Użytkowanie budynku jest podzielone na trzy okresy w ciągu doby, a ponadto odróżniono dni pracy od dni weekendowych. Ostatecznie dwie wielkości należy rozważyć w aspekcie użytkowania: z jednej strony – obecność mieszkańców (użytkowników), zaś z drugiej strony – zapotrzebowanie na światło. Dokonane wybory mogą być różne w odniesieniu do powierzchni klimatyzowanych (powierzchnia 1) i nieklimatyzowanych (powierzchnia 2).

Każda z 24 opcji wyboru jest opisana przez trzy wielkości:

$h_{function, beg, place, Date, i}$	czas początku [h],
$h_{function, end, place, Date, i}$	czas końca [h],
$Gain_{function, beg, place, Date, i}$	zysk wewnętrzny [h],

gdzie *funkcja* ε {obecność, światło}, *miejsce* ε {powierzchnia 1; powierzchnia 2}, *data* ε {poniedziałek do piątku; sobota i niedziela}, oraz ε {1; 2; 3}.

Wartości domyślne, w zależności od rodzaju budynków są zestawione w tabelach 26 do 29 (w załączniku 2).

Warunki środowiska wewnętrznego są związane z komfortem użytkowników i określone przez cztery parametry. Wartości domyślne ustalono według tabeli 30 w załączniku 2, i nie dają się one modyfikować:

$\theta_{int, set, H}$	temperatura grzewcza [°C],
$\theta_{int, set, C}$	temperatura chłodnicza [°C],
n_H	natężenie przepływu powietrza dla trybu grzania (na m ²) [m ³ /(hm ²)],
n_C	natężenie przepływu powietrza dla trybu chłodzenia (na m ²) [m ³ /(hm ²)].

4.1.5. Instalacje w budynku

Rozróżniono poniższe cztery rodzaje instalacji.

4.1.5.1 System grzewczy

Użytkownik musi wybrać typ systemu ogrzewania ($\eta_{HeatingType_System}$, patrz tabela 17 w załączniku 2). Ten wybór wpływa na efektywność instalacji grzewczej uwzględnianej w obliczeniach:

$\eta_{HeatingEfficiencySystem}$	efektywność instalacji grzewczej, ukryta w trybie normalnym [-]
----------------------------------	---

Rodzaj użytej energii ($EnergyType_{heating}$), o wartościach domyślnych określonych zgodnie z tabelą 32 w załączniku 2, zarządza współczynnikiem konwersji (przemiany) z energii końcowej na energię pierwotną:

$k_{energytype, heating}$	rodzaj energii (patrz tabela 20 w załączniku 2) [kgoe/kWh].
---------------------------	---

Te dwie wartości pozostają ukryte.

Następujące wielkości są użyte, ale nie wyświetlane. Ich wartości są określone zgodnie z tabelą 31 w załączniku 2.

$h_{begd,heating}$	początek czasu dla schematu pracy [h],
$h_{end,heating}$	koniec czasu dla schematu pracy [h],
$NbDay_{working,heating}$	liczba dni pracy w tygodniu [-].

4.1.5.2 Instalacja chłodnicza

Użytkownik musi wybrać typ systemu chłodzenia ($\eta_{CoolingType_System}$, patrz tabela 18 w załączniku 2). Ten wybór wpływa na efektywność instalacji chłodniczej uwzględnianej w obliczeniach:

$\eta_{coolingEfficiencySystem}$	efektywność instalacji chłodniczej, ukryta [-].
----------------------------------	---

Rodzaj użytej energii ($EnergyType_{cooling}$), o wartościach domyślnych określonych zgodnie z tabelą 32 w załączniku 2, zarządza współczynnikiem konwersji (przemiany) z energii końcowej na energię pierwotną:

$k_{energytype,cooling}$	rodzaj energii (patrz tabela 20 w załączniku 2) [kgoe/kWh]
--------------------------	--

Te dwie wartości pozostają ukryte.

Podobnie jak w przypadku instalacji grzewczej użyto, ale nie wyświetlano zmienną wielkość, której wartość domyślna określona została zgodnie z tabelą 33:

$NbDay_{working,cooling}$	liczba dni pracy w tygodniu [-].
---------------------------	----------------------------------

4.1.5.3 System wentylacyjny

Określenie właściwości systemu wentylacyjnego opiera się o użycie systemu odzysku ciepła ($HeatRecovery$). W tym przypadku cechy charakterystyczne instalacji wentylacyjnej określone są przez:

$HeatRecovery\%$ (odzysk ciepła %)	udział objętościowego przepływu (strumienia) powietrza, przechodzącego przez urządzenie odzyskujące ciepło (wymyennik ciepła), wartość domyślna = 0,8 (ukryta) [-],
η_{hru}	efektywność wymiennika ciepła, wartość domyślna = 0,6 (ukryta) [-].

4.1.5.4 Instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej (CWU)

Rodzaj instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej ($\eta_{TypeDHW}$, patrz tabela 19 w załączniku 2) jest powiązany z jej efektywnością:

η_{DHW}	efektywność instalacji przygotowania CWU (ukryta w trybie normalnym) [-].
--------------	---

Rodzaj energii użytej do przygotowania CWU ($EnergyType_{DHW}$) o wartościach domyślnych ustalonych zgodnie z tabelą 34, zarządza współczynnikiem konwersji (przemiany) z energii końcowej na energię pierwotną:

$k_{energytype,DHW}$	rodzaj energii (patrz tabela 20 w załączniku 2) [kgoe/kWh].
----------------------	---

Właściwości instalacji CWU zależą od kilku parametrów:

$\theta_{w,t}$	pożądana temperatura wody w punkcie dostępu (kranie), wartość domyślna 60, ukryta [$^{\circ}\text{C}$],
$\theta_{w,outside}$	temperatura wody na wejściu do instalacji, domyślna 15, ukryta [$^{\circ}\text{C}$],
$DHW_{energyreduction}$	udział energii ze źródeł odnawialnych do przygotowania CWU, wartość domyślna 0, ukryta [-].

4.2. Czynniki stałe i parametry szczegółowe

Stałe ogólne:

$MonthLength(m)$	liczba sekund w miesiącu m w mega sekundach,
$MonthDay(m)$	liczba dni w miesiącu m [-],
$NbDayWorking(m)$	liczba dni roboczych w miesiącu m [-].

Podane niżej szczegółowe wielkości są traktowane w specjalny sposób. Początkowo są one danymi wejściowymi, jednak jeśli ich znaczenie nie jest jasne dla użytkownika AMECO 3, traktuje się je jako wielkości stałe.

F_w	współczynnik korekcyjny dla oszklenia nierozpraszającego światła [-],
f_w	współczynnik korekcyjny na efekt chłodzenia szyby (przez wiatr) [-],
$b_{tr,U}$	współczynnik regulacyjny dla przestrzeni nieklimatyzowanych [-],
$F_{r,v}$	współczynnik napromieniowania dla pionowych dachów [-],
$F_{r,h}$	współczynnik napromieniowania dla poziomych ścian [-].

Parametry szczególne dla trybu grzewczego:

$k_{D,cor,H}$	współczynnik korekcyjny na przepływ ciepła przez przenoszenie [-],
$k_{cor,ve,H}$	współczynnik korekcyjny na przepływ ciepła przez wentylację [-],
$k_{cor,int,H}$	współczynnik korekcyjny na wewnętrzne zyski ciepła [-],
$k_{cor,H}$	współczynnik korekcyjny na solarne zyski ciepła [-],
α_{H0}	bezwymiarowy porównawczy parametr numeryczny [-],
τ_{H0}	referencyjna stała czasowa [h],
$b_{H,red}$	empiryczny współczynnik korelacyjny (ustawiony na 3) [-].

Niektóre spośród tych parametrów zależą od klimatu Geigera i od obecności urządzeń zacieniających (patrz tabela 25).

Parametry szczególne dla trybu chłodzenia:

$k_{D,cor,C}$	współczynnik korekcyjny na przepływ ciepła przez przenoszenie [-],
$k_{cor,ve,C}$	współczynnik korekcyjny na przepływ ciepła przez wentylację [-],
$k_{cor,int,C}$	współczynnik korekcyjny na wewnętrzne zyski ciepła [-],
$k_{cor,C}$	współczynnik korekcyjny na solarne zyski ciepła [-],
α_{C0}	bezwymiarowy porównawczy parametr numeryczny [-],
τ_{C0}	referencyjna stała czasowa [h],
$b_{C,red}$	empiryczny współczynnik korelacyjny (ustawiony na 3) [-].

Niektóre spośród tych parametrów zależą od klimatu Geigera i od obecności urządzeń zacieniających (patrz tabela 25).

W oparciu o EN 15316-3-1 zdefiniowano trzy stałe do przygotowania CWU (dla budynków mieszkalnych):

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

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

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

4.3. Wyznaczenie oddziaływania środowiskowego konstrukcji

4.3.1. Zasady

Metodyka zastosowana w Ameco obejmuje 24 wskaźniki oddziaływania środowiskowego, każdy spośród nich podzielony pomiędzy cztery moduły:

- moduł A: faza wytwarzania i budowy,
- moduł B: faza użytkowania,
- moduł C: koniec okresu użytkowania,
- moduł D: korzyści i obciążenia poza granicami okresu objętymi przez system.

Te 24 wskaźniki są wykorzystywane w tych samych równaniach. Jedyną różnicą między nimi jest wartość współczynników. Wszystkie współczynniki przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Oznakowania współczynników przedstawiono w tabeli 2, a ich wartości określono w kolejnych rozdziałach. Wartości parametrów zdefiniowanych w niniejszym rozdziale mogą być wyświetlane przez Ameco. Wszystkie parametry z niniejszego rozdziału mają takie same wartości dla budynków, jak dla mostów. Nie da się ich zmienić.

W programie Ameco współczynniki oddziaływania zostały określone dla 10 wskaźników. Dla pozostałych 14 wskaźników ich wartości ustawiono na zero.

Tabela 2. Oznakowanie współczynników

Przedmiotowy współczynnik oddziaływania	Oznakowanie
RER: płyta stalowa worldsteel	$K_{RERStPI}$
RER: kształtowniki (przekroje) stalowe worldsteel	$K_{RERStSec}$
GLO: stalowe pręty worldsteel	K_{GLOSt}
RER: stal ocynkowana zanurzeniowo worldsteel	$K_{RERStHDG}$
DE: beton C20/25 PE	$K_{DEConC20}$
DE: beton C30/37 PE	$K_{DEConC30}$
DE: drewno klejone warstwowo PE (na 1 kg)	K_{DEW}
GLO: wartość złomu worldsteel	K_{GLO}
Rozbiórka budynku o konstrukcji stalowej – oddziaływanie w przeliczeniu na 1 kg	$K_{StBldgDem}$
CH: usuwanie, budynek, beton, niezbrojony, na składowisko końcowe	K_{CHCon}
CH: usuwanie, budynek, stal zbrojeniowa, na składowisko końcowe	K_{CHSt}
CH: usuwanie, budynek, beton, niezbrojony, na składowisko do sortowania [włącznie z 40% na składowisko odpadów sanitarnych]	$K_{CHConPlt}$
CH: usuwanie, budynek, beton, stal zbrojeniowa, na składowisko sortownicze	$K_{CHStPlt}$
CH: usuwanie, beton, 5% wody, na składowisko odpadów obojętnych	$K_{CHConLdf}$
CH: żwir, niewyspecyfikowany, w miejscu wydobycia	K_{CHGr}
RER: składowisko odpadów obojętnych (stal) PE	$K_{RERStLdf}$
EU-27: spalanie odpadów na bazie drewna (OSB, płyty wiórowe) ELCD/CEWEP <p-agg>[1 kg drewna]	K_{EUWWa}
opłata za spalanie śmieci (agg minus p-agg)	K_{Wa}
EU-27: składowisko odpadów drewnopochodnych (OSB, płyty wiórowe) PE <p-agg>	K_{EUWLD}
CH: deponowanie materiałów obojętnych, 0% wody na składowisko odpadów sanitarnych	K_{CHLdf}
RER: transport ciężarówką PE [na 1 tkm]	K_{RERALT}
transport koleją [na 1 tkm]	K_{Tr}
transport betonowozem [na 1 tkm]	K_{Cont}
średni europejski transport dla stali [na 1 t na średnioeuropejski dystans]	K_{StAvg}
EU-27: mix sieci elektrycznej [1 kWh]	K_{EUElec}
odzysk mocy wyjściowej	K_{EOR}
RER: płyta stalowa worldsteel (wsad złomu)	$K_{RERStPI0}$
RER: kształtowniki (przekroje) stalowe worldsteel (wsad złomu)	$K_{RERStSec0}$
RER: stal ocynkowana zanurzeniowo worldsteel (wsad złomu)	$K_{RERStHD0}$
GLO: stalowe pręty worldsteel (wsad złomu)	K_{GLOSt0}

Skróty użyte w tabeli 2 oznaczają:

- GLO: global = światowy (średni);
- DE: German = niemiecki (średni);
- CH: Swiss = szwajcarski (średni).

Ostatnie 5 współczynników (bezwymiarowych) ma taką samą wartość dla wszystkich wskaźników oddziaływań:

Tabela 3. Wartości dla współczynników dotyczących wsadu złomu

k_{EOR}	8.865E-01
$k_{RERStPI0}$	1,125E-01
$k_{RERStSec0}$	8,492E-01
$k_{RERStHD0}$	9,162E-02
k_{GLOSt0}	6,983E-01

4.3.1.1 Parametry opisujące oddziaływanie środowiskowe

Tabela 4 zawiera wartości współczynników dla wskaźników GWP, ODP, EP, POCP, ADP-elementy, ADP-paliwa ze źródeł nieodnawialnych

Tabela 4. Wartości współczynników środowiskowych

	GWP	ODP	AP	EP	POCP	APD-e	ADP-ff
	t CO ₂ eq / t	t CFC eq / t	t SO ₂ eq / t	t Ethene eq / t	t PO ₄ eq / t	t Sb eq / t	GJ NCV / t
k_{RERSPI}	2.458E+00	9.112E-09	6.229E-03	4.424E-04	1.170E-03	5.396E-07	2.538E+01
k_{RERSec}	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
$k_{RERSHDG}$	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
$k_{RERSLdf}$	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

4.3.1.2 Aspekty określające zasoby, materiały wtórne i paliwa oraz zużycie wody

Tabela 5 zawiera wartości współczynników dla trzech wskaźników:

- całkowitego zużycia pierwotnej energii odnawialnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej wykorzystanych jako surowce), [RPE-Total],
- całkowitego zużycia pierwotnej energii nieodnawialnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej wykorzystanych jako surowce), [Non RPE-Total],
- zużycia netto świeżej wody [NFW].

Tabela 5. Wartości do wykorzystania zasobów, materiałów wtórnych i paliw oraz współczynników zużycia wody

	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

W związku z brakiem danych, współczynniki dla następujących wskaźników ustalono na zero (co prowadzi do zerowej wartości oddziaływania):

- zużycie odnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów odnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce [RPE],
- zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce [RER],
- zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce [Non-RPE],
- zużycie zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce [Non-RER],
- zużycie materiałów wtórnych [SM],
- zużycie odnawialnych, wtórnych paliw [RSF],
- zużycie nieodnawialnych, wtórnych paliw [Non-RSF].

4.3.1.3 Inne informacje środowiskowe dotyczące odpadów

Tabela 6 zawiera wartości współczynników dla następujących wskaźników:

- zdeponowane odpady niebezpieczne,
- zdeponowane odpady nie niebezpieczne,
- zdeponowane odpady radioaktywne.

Tabela 6. Wartości dla innych danych środowiskowych opisujących kategorię odpadów

	Zdeponowane odpady niebezpieczne	Zdeponowane odpady nie niebezpieczne	Zdeponowane odpady radioaktywne
	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

4.3.1.4. Inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wyjściowe

Dla poniższych czterech wskaźników brak jest znanych współczynników i są one ustawione na zero w Ameco 3:

- komponenty do ponownego użycia,
- materiały do recykliczacji,
- materiały do odzysku energii,
- wyeksportowana energia.

4.3.2. Oddziaływanie środowiskowe budynku

4.3.2.1 Moduł A

Równania dla oceny oddziaływań środowiskowych dla modułu A są następujące (tabl. 7):

Tabela 7. Oddziaływania środowiskowe w module A

Moduł A			
Faza produkcji	A1 Dostawa surowców	Beton stropów (podłóg)	$m_{consl} k_{DECon}$
		Płyty stalowe	$m_{tss} k_{RERStHDG}$
		Beton konstrukcji	$(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$
		Zbrojenie stalowe	$(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$
		Belki stalowe	$m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Słupy stalowe	$m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Belki drewniane	$m_{twb} k_{DEW}$
		Słupy drewniane	$m_{twc} k_{DEW}$
	A3 Wytwarzanie	Straty produkcyjne	$(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$
		Stalowe słupki i śruby	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$
		Łączniki płyt	$m_{tpl} k_{RERStPI}$
	A1 do A3	Makrokomponent	
Faza procesu budowy	A4 Transport	Beton- betonowóz z mieszarką	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		Beton - betonowóz	$m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$
		Stal – regularna ciężarówka	$m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$
		Stal - kolej	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		Stal – średnio transport	$m_{tstrtot} k_{StAvg}$
		Drewno - pociąg	$m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$
		Drewno - regularna ciężarówka	$m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$
		Makrokomponent	
		Całkowity moduł A	

W tabeli 7 podświetlone równania przedstawiają zależności zmienne lub dodane w ramach projektu LVS³.

Po uwzględnieniu dodanych parametrów dla parteru zmodyfikowano następujące równania:

Całkowita masa betonu $m_{consl,LVS3}$

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

Masa zbrojenia stalowego:

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

Dodatkowa część jest uwzględniana dla etapu produkcji:

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

Całkowita masa przewożonej stali $m_{tstrtot,LVS3}$ wynosi obecnie:

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

Dodatkowa część jest uwzględniana dla fazy produkcji:

$$Makrokomponent_{A4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) k_{A4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) k_{A4,opening}$$

Wartości $k_{A1-A3,wall}$, $k_{A4,wall}$, $k_{A1-A3,opening}$ and $k_{A4,opening}$ są prezentowane w Aneksie 4.

4.3.2.2 Moduł B: Faza użytkowania

Obliczenia do okresu użytkowania obejmują kilka kroków. Pierwszy krok jest poświęcony obliczeniom właściwości parteru. Następnie ocenia się zapotrzebowanie na energię do ogrzewania pomieszczeń i powiązane słoneczne zyski ciepłe. Podobna procedura jest wykorzystana dla chłodzenia pomieszczeń i powiązanych słonecznych zysków ciepłych.

Następny krok jest poświęcony wewnętrznej (domowej) instalacji ciepłej wody użytkowej. W ostatniej części sumuje się wszystkie wyniki tych wyliczeń.

4.3.2.2.1 Określenie właściwości stropu parteru (ISO 13370)

Celem niniejszej części jest wyliczenie H_g , H_{pi} , H_{pe} , α i β .

Niezależnie od rodzaju podłogi parteru (*GroundFloorType*) szacowaniu podlegają następujące pośrednie zmienne:

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

Jeśli zakładamy, że temperatura wewnętrzna jest stała, mamy wówczas:

$$H_{pi} = 0$$

Ponadto, dla danego rodzaju podłogi (stropu) parteru wartość α jest unikalna:

$$\alpha = 0$$

Pozostałe wielkości zależą od **rodzaju podłogi parteru**.

- **płyta na parterze**

wartość β jest ustalona na 1 dla tej konstrukcji podłogi parteru (płyta stropowa)

$$\beta = 1$$

wyliczenie wartości H_g :

$$U = \begin{cases} U_g & \text{jeżeli } d_{ground} < B' \\ \frac{\lambda}{0,457B' + d_{ground}} & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

To prowadzi do:

$$H_g = U A_{ground}$$

Wyliczenie wartości H_{pe}

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

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

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

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

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37 P_{eri} \lambda \ln \left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}} \right) & \text{jeżeli edgeinsulation = brak} \\ H_{pe,hor} & \text{jeżeli edgeinsulation = pozioma} \\ H_{pe,vert} & \text{jeżeli edgeinsulation = pionowa} \\ \min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & \text{w innych przypadkach} \end{cases}$$

• Piwnica

wartość β jest ustalona na jeden dla tej konstrukcji podłogi parteru (obecność piwnicy)

$$\beta = 1$$

wyliczenie wartości H_g :

$$U_{bf} = \begin{cases} \frac{2\lambda}{\pi B' + d_{ground} + 0,5h_z} \ln \left(1 + \frac{\pi B'}{d_{ground} + 0,5h_z} \right) & \text{jeżeli } d_{ground} + 0,5h_z < B' \\ \frac{\lambda}{0,457B' + d_{ground} + 0,5h_z} & \text{w innych przypadkach} \end{cases}$$

$$d_w = \frac{\lambda}{U_{walls}}$$

$$U_{bw} = \begin{cases} \frac{2\lambda}{\pi h_z} \left(1 + 0,5 \frac{d_w}{d_w + h_z} \right) \ln \left(1 + \frac{h_z}{d_w} \right) & \text{jeżeli } d_w < d_{ground} \\ \frac{2\lambda}{\pi h_z} \left(1 + 0,5 \frac{d_{ground}}{d_{ground} + h_z} \right) \ln \left(1 + \frac{h_z}{d_{ground}} \right) & \text{w innych przypadkach} \end{cases}$$

$$V = A_{ground} (h + h_z)$$

$$U'_H = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground} U_{bf} + h_z P_{eri} U_{bw} + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_H V}}$$

$$U'_C = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground} U_{bf} + h_z P_{eri} U_{bw} + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_C V}}$$

$$H_g = \begin{cases} A_{ground} \cdot U_{bf} + h_z \cdot P_{eri} \cdot U_{bw} & \text{jeżeli BasementType = ogrzewana} \\ U'_H \cdot A_{ground} & \text{jeżeli BasementType = nieogrzewana dla obliczeń grzewczych} \\ U'_C \cdot A_{ground} & \text{jeżeli BasementType = nieogrzewana dla obliczeń chłodniczych} \end{cases}$$

Obliczenie H_{pe}

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37 P_{eri} \lambda \left[\exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2 \left(1 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right) \right] & \text{jeżeli BasementType = ogrzewana} \\ A_{ground} U_f \frac{0,37 P_{eri} \lambda \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_H V}{\frac{(A_{ground} + h_z P_{eri}) \lambda}{\delta} + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_H V + A_{ground} U_f} & \text{jeżeli BasementType = nieogrzewana dla obliczeń grzewczych} \\ A_{ground} U_f \frac{0,37 P_{eri} \lambda \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_C V}{\frac{(A_{ground} + h_z P_{eri}) \lambda}{\delta} + h P_{eri} U_{walls} + 0,33 n_C V + A_{ground} U_f} & \text{jeżeli BasementType = nieogrzewana dla obliczeń chłodniczych} \end{cases}$$

- **podłoga podniesiona**

wartość β jest ustalona na 0 dla tej konstrukcji podłogi parteru (podłoga podniesiona)

$$\beta = 0$$

wyliczenie wartości H_g :

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

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

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

wyliczenie wartości H_{pe}

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

4.3.2.2.2 Zapotrzebowanie na energię do ogrzewanie pomieszczeń i zyski ciepła

Procedura obliczania zapotrzebowania na energię i zysków ciepła od słońca jest bardzo podobna dla ogrzewania i chłodzenia. Jedynie kilka równań różni się i niektóre zmienne mają inne wartości zależ-

nione od danego trybu pracy (*ogrzewanie / chłodzenie*). W związku z tym obliczenia są oparte na tym samym module w AMECO 3, a tylko różnice uwarunkowane trybem pracy zostaną wzięte pod uwagę.

- Przyporządkowanie wstępne**

Przed rozpoczęciem obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania pomieszczeń należy określić wielkości związane z ogrzewaniem. Są to:

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

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

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

$$\Theta_l = \Theta_{int,set,H}$$

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

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

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

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

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

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$\alpha_0 = \alpha_{H0}$$

$$T_0 = T_{H0}$$

$$b_{red} = b_{H,red}$$

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

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

- Przenikanie ciepła**

- Transport ciepła przez przenikanie**

Poniżej przedstawiono równania opisujące transport ciepła do gruntu.

Przeciętna (średnio-rocza) temperatura zewnętrzna opisana jest wzorem:

$$\bar{\theta}_e = \sum_m \frac{\theta_{ext}(m)}{12}$$

Amplitudy zmian miesięcznej, średniej temperatury są następujące:

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

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

Wartości średnich, miesięcznych temperatur dla danego miesiąca m są określone wzorami:

$$\theta_i(m) = \bar{\theta}_l - \hat{\theta}_l \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

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

Gdzie τ_m jest wskaźnikiem miesiąca o minimalnej temperaturze zewnętrznej.

Miesięczne natężenie przepływu ciepła (szybkość przepływu ciepła) wynosi:

$$\phi(m) = H_g (\bar{\theta}_l - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_l \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m + \alpha}{12}\right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m - \beta}{12}\right)$$

Prowadzi to do miesięcznej wartości współczynnika przenikania ciepła do gruntu:

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

Ostatecznie całkowita ilość ciepła przenikająca do gruntu wynosi:

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

Transport ciepła przez przenikanie jest określany dla szeregu elementów osłony budynku, a konkretnie dla: ścian, oszklenia, dachu, zewnętrznych stropów (podłóg) i stropu (podłogi) parteru.

Ściany

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

Przy uwzględnieniu całkowitej powierzchni bocznej ścian współczynnik przenikania ciepła przez ściany do otoczenia zewnętrznego jest obliczany w następujący sposób:

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

Następnie całkowity przepływ ciepła przez ściany na drodze przenikania:

$$Q_{tr,walls}(m) = \frac{H_{D,walls}}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Przeszklenie

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

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

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

Współczynnik przenikania ciepła przez oszklenie do środowiska zewnętrznego wynosi:

$$H_{D,glazing}(m) = \begin{cases} U_{W+shut}(m) \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{jeżeli NightHeatdingActivation = działa} \\ U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Całkowity współczynnik przenikania ciepła przez oszklenie:

$$Q_{tr,glazing}(m) = \frac{H_{D,glazing}(m)}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Zewnętrzne podłogi i strop parteru

Dla zewnętrznych podłóg współczynnik przenoszenia ciepła na drodze przenikania ma następujący wzór:

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

W związku z tym całkowity przepływ ciepła przez podłogi zewnętrzne na drodze przenikania oblicza się ze wzoru:

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

Całkowity przepływ ciepła do gruntu na drodze przenikania określa wzór:

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

Dach

Współczynniki przepływu ciepła przez przenikanie dla dachów są zdefiniowane w następujący sposób:

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

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

Równania opisujące całkowity przepływ ciepła na drodze przenikania przez dach mają postać:

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

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

Całkowity przepływ ciepła na drodze przenikania wylicza się wg wzoru:

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

Współczynniki przepływu ciepła przez przenikanie do gruntu i do pomieszczeń nieklimatyzowanych są szacowane poprzez:

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

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

Ogólny współczynnik przepływu ciepła przez przenikanie jest wyliczany z wzorów:

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

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

• Przenoszenie ciepła przez wentylację

Transport ciepła przez wentylację jest opisywany przy użyciu poniższych wzorów.

Szybkość przepływu powietrza (natężenie) [m³/s]:

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

Współczynnik dopasowania temperatury:

$$b_{ve,k} = \begin{cases} 1 & \text{jeśli HeatRecovery = brak} \\ 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100} \eta_{hru} & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Średnia w czasie szybkość przepływu powietrza (natężenie) [m³/s]:

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

Udział czasu, w ciągu dnia, w którym istnieje przepływ powietrza, wynosi:

$$f_{ve,t,k} = 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100}$$

Współczynnik zmienia się od 0,99 do 1,0, gdyż η_{hru} zawarty jest w granicach między 0 i 1.

Współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację wynosi:

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

Związana z nim wielkość całkowitego przepływu ciepła poprzez wentylację:

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

• Wewnętrzne zyski ciepła

Wewnętrzne zyski ciepła oblicza się przy użyciu takich samych metod zarówno dla zysków związanych z obecnością użytkowników i urządzeń w budynku, jak i tych spowodowanych oświetleniem (emisją ciepła przez instalację oświetleniową).

Wprowadzono kilka pośrednich zmiennych:

$$\begin{aligned} PartA = A_{area1} [& |h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}| Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \\ & + |h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}| Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \\ & + |24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} + h_{occ,end,kitch,MtoF,3}| Gain_{occ,kitch,MtoF,3}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PartB = A_{area2} [& |h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1}| Gain_{occ,other,MtoF,1} \\ & + |h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2}| Gain_{occ,other,MtoF,2} \\ & + |24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} + h_{occ,end,other,MtoF,3}| Gain_{occ,kitch,MtoF,3}] \end{aligned}$$

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

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

Następnie, obliczono zyski ciepła od użytkowników i urządzeń:

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

PartA2 (częśćA2), *PartB2*, *PartC2*, *PartD2* są wyliczane w taki sam sposób, jak *PartA*, *PartB*, *PartC* i *PartD*, ale przy wartościach dla „oświetlenie”(„light”) zamiast „obecność użytkowników” („occupancy”). Zyski ciepła od oświetlenia (instalacji oświetleniowej) są następujące:

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

Całkowite zyski ciepła od źródeł wewnętrznych są ostatecznie szacowane ze wzoru:

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

• Solarne zyski ciepła

Obliczanie solarnych zysków ciepła podzielone jest na dwie części. Pierwsza dotyczy oszklenia, zaś druga ścian.

Oszklenie

Promieniowanie słoneczne przenikające przez powierzchnie przeszkłone jest oszacowywane poprzez:

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

zaś promieniowanie emitowane w kierunku nieboskłonu:

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

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

Następnie przepływ ciepła jako zyski solarne poprzez oszklenie jest wyznaczany z:

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

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

Całkowite słoneczne zyski ciepła przez oszklenie są wyliczane ze wzoru:

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

Ściany

Promieniowanie słoneczne dla ścian jest szacowane z:

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

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

zaś promieniowanie w kierunku nieboskłonu z:

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

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

Podobnie jak dla oszklenia, przepływ ciepła jako zyski solarne poprzez ściany (obliczenia nie uwzględniają współczynnika redukcyjnego na zacienienie ścian) jest wyznaczany z wzorów:

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

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

Ostatecznie całkowite słoneczne zyski ciepła przez ściany są wyliczane z wzoru:

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

- Sumaryczny (całkowity) transport ciepła i zyski ciepła**

Całkowity przepływ ciepła Q_{ht} oraz zyski ciepła Q_{gn} są obliczane zgodnie z równaniami:

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

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

• Zapotrzebowanie na energię grzewczą

Ostatnia część poświęcona jest obliczaniu zapotrzebowania na energię na cele grzewcze. Zawiera się ono w dwóch krokach: oszacowaniu parametrów dynamicznych oraz długości miesiąca grzewczego.

Parametry dynamiczne

Wprowadza się pierwszy współczynnik wykorzystania zysków:

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

Stała czasowa budynku jest zdefiniowana w następującej postaci:

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

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

Ponadto, zostaje użyty drugi współczynnik wykorzystania zysków:

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

Długość miesięcy grzewczych

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

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

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

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

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

$$\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli } \gamma_1(m) > \gamma_{lim} \text{ lub } \gamma_1(m) < 0 \\ \text{"LESS"} & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

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

Zdefiniowane zostają dwie wielkości pośrednie:

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

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

Jeden warunek uzależniony jest od wartości jakie przybierają wielkości dla miesiąca grzewczego:

$$cond(m) = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli } \gamma_{1bool}(m) \neq "MNIEJ" \\ 1 & \text{jeżeli } \gamma_{2bool}(m) \neq "WIĘCEJ" \\ val(m) & \text{jeżeli } \gamma_H(m) > \gamma_{lim} \\ interm(m) & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Na koniec zmienna $\gamma_{cor}(m)$ może zostać oszacowana:

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} cond(m) & \text{jeżeli } \gamma_1(m) > 0 \text{ lub } \gamma_2(m) > 0 \\ 0 & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Zapotrzebowanie na energię grzewczą

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

$$a_{red}(m) = \begin{cases} f_{hr} & \text{jeżeli } 1 - \frac{b_{red}\tau_0\gamma_H(m)(1-f_{hr})}{\tau} < f_{hr} \\ 1 & \text{jeżeli } 1 - \frac{b_{red}\tau_0\gamma_H(m)(1-f_{hr})}{\tau} > 1 \\ 1 - \frac{b_{red}\tau_0\gamma_H(m)(1-f_{hr})}{\tau} & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Miesięczne zapotrzebowanie na energię jest obliczane ze wzoru:

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

Zatem roczne zapotrzebowanie na energię wynosi:

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

Dostarczona w ciągu roku (końcowa i wtórna) energia jest określona poprzez:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli użytkownik nie wybrał systemu grzewczego} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Natomiast powiązane, roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, wynosi:

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

4.3.2.2.3 Zapotrzebowanie energii na chłodzenie i słoneczne zyski ciepła

Jak to podano w p. 4.3.2.2.2 większość równań użytych w odniesieniu do ogrzewania pozostaje ważna również dla trybu chłodzenia. Dlatego w niniejszym punkcie opisane zostaną jedynie te równania, które uległy zmianie.

- Przyporządkowanie wstępne**

Przed rozpoczęciem obliczeń zapotrzebowania na energię do chłodzenia pomieszczeń należy określić wielkości związane z ogrzewaniem. Są to:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$AFR_{floor} = n_C$$

$$a_0 = a_{C0}$$

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

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

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

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

- Transport ciepła do gruntu**

W tej części równania pozostają niezmiennione.

- Przepływ ciepła przez przenikanie**

Przepływ ciepła na drodze przenikania poprzez oszklenie przyjmuje postać:

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

- Przepływ ciepła przez wentylację**

Poniższe równania przyjmują uproszczoną formę dla trybu chłodzenia:

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

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

- Zyski wewnętrzne**

Równania pozostają takie same jak w trybie grzewczym.

- Solarne zyski ciepłe**

Przy oszkleniu równania dla promieniowania słonecznego przyjmują postać:

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

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

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

- Całkowity przepływ ciepła i zyski ciepłe**

Równania są identyczne.

- Parametry dynamiczne**

Drugi współczynnik wykorzystania zysków przyjmuje obecnie postać:

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

- Długość miesiąca chłodniczego**

Długość kroku miesiąca grzewczego jest teraz nazywana długością kroku miesiąca chłodniczego. Nawet jeżeli podejście jest generalnie takie samo, nowa postać równań wygląda następująco:

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

$$inv\gamma_H(m) = \frac{1}{\gamma_H(m)}$$

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

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

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

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

$$inv\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli } inv\gamma_1(m) > inv\gamma_{lim} \\ "LESS" & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

$$inv\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} "MORE" & \text{jeżeli } inv\gamma_2(m) > inv\gamma_{lim} \\ 1 & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

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

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

$$invcond(m) = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli } inv\gamma_{1bool}(m) \neq LESS \\ 1 & \text{jeżeli } inv\gamma_{2bool}(m) \neq MORE \\ invval(m) & \text{jeżeli } inv\gamma_H(m) > inv\gamma_{lim} \\ invinterm(m) & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} invcond(m) & \text{jeżeli } inv\gamma_1(m) > 0 \text{ lub } inv\gamma_2(m) > 0 \\ 1 & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

• Zapotrzebowanie energii na chłodzenie

Podobnie, jak przy kroku długości miesiąca chłodniczego, zapotrzebowanie energii na krok chłodniczy wyznacza się z zapotrzebowania energii na krok grzewczy.

Zmianie ulegają jedynie dwa równania:

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

oraz miesięczne zapotrzebowanie energii na chłodzenie:

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

Roczne zapotrzebowanie pierwotnej energii na chłodzenie wynosi:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli użytkownik nie wybrał systemu chłodniczego} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

4.3.2.2.4 Zapotrzebowanie na energię do przygotowania ciepłej wody użytkowej (CWU)

W pierwszej kolejności należy wyliczyć kilka wielkości pośrednich:

$$a = \begin{cases} \frac{X \ln(A_{conditionedarea}) - Y}{Z} & \text{jeżeli } A_{conditionedarea} > 30 \\ & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

$$V_w = a A_{conditionedarea}$$

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

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

Roczne zapotrzebowanie energii na przygotowanie CWU wynosi:

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

Dostarczona w ciągu roku (końcowa lub wtórna) energia na potrzeby CWU wyniesie:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli użytkownicy nie wybrał instalacji CWU} \\ Q_{DHW,nd} \frac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] & \text{w innym przypadku} \end{cases}$$

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby CWU wyniesie:

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

4.3.2.3 Moduł C

Równania do oceny oddziaływań środowiskowych dla modułu C są następujące:

Tabela 8. Oddziaływania środowiskowe dla modułu C

Moduł C			
Koniec okresu użytkowania	C1 Rozbiórka	Stalowe blachy	$m_{tss} k_{StBldgDem}$
		Stalowe belki	$m_{tsb} k_{StBldgDem}$
		Stalowe słupy	$m_{tsc} k_{StBldgDem}$
		Stalowe słupki i śruby	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{StBldgDem}$
		Połączenia płyt	$m_{tpl} k_{StBldgDem}$
	C2 transport	Stalowe blachy	$m_{tss} k_{REALT} / 10$
		Stalowe belki	$m_{tsb} k_{REALT} / 10$
		Stalowe słupy	$m_{tsc} k_{REALT} / 10$
		Stalowe słupki i śruby	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{REALT} / 10$
		Połączenia płyt	$m_{tpl} k_{StBldgDem}$
		Drewniane belki	$m_{twb} k_{REALT} / 10$
		Drewniane słupy	$m_{twc} k_{REALT} / 10$
		Makro-komponent	
	C3 przetwarzanie odpadów	Beton ze stropów (podłóg) do sortowni	$m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$
		Beton z konstrukcji do sortowni	$(m_{tsb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$
		Pręty zbrojeniowe do sortowni	$(m_{consr} + m_{trs}) eol_{srs} k_{Corr}$
	C4 deponowanie	Stalowe blachy	$m_{tss} (1 - eol_{sd}) k_{RERStLdf}$
		Stalowe belki	$m_{tsb} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$
		Stalowe słupy	$m_{tsc} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$
		Stalowe słupki i śruby	$(m_{tst} + m_{tbo}) (1 - eol_{spl}) k_{RERStLdf}$
		Połączenia płyt	$m_{tpl} (1 - eol_{spl}) k_{RERStLdf}$
		Beton ze stropów (podłóg) do zdeponowania na wysypisku	$m_{consl} [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confi}) k_{CHConLdf}]$
		Beton z konstrukcji do zdeponowania na wysypisku	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLdf}]$
		Pręty zbrojeniowe do zdeponowania na wysypisku	$(m_{conrs} + m_{trs}) [(1 - eol_{srs}) k_{CHSt}]$
		Belki drewniane	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLDf})$
		Słupy drewniane	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLDf})$
		Makrokomponent	
	Razem Moduł C		Suma wszystkich wielkości w module C

Równania zmodyfikowane albo dodane w ramach LVS³ zostały wyróżnione podświetleniem.

Uwzględniając parametry dodane dla parteru, zmodyfikowano następujące równania:

Dodatkowa część została wzięta pod uwagę w odniesieniu do transportu:

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

Całkowita masa betonu $m_{consl,LVS3}$:

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

Pręty zbrojeniowe do sortowni:

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

Pęty zbrojeniowe na miejsce zdeponowania (wysypisko):

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

Ponadto, dodatkowa część została uwzględniona dla transportu:

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

Wartości $k_{C2,wall}$, $k_{C4,wall}$, $k_{C2,opening}$ and $k_{C4,opening}$ zostały przedstawione w załączniku 4.

4.3.2.4. Moduł D

Równania dla oszacowania oddziaływań środowiskowych dla modułu D są następujące:

Tabela 9. Oddziaływania środowiskowe modułu D

Moduł D			
Korzyści i obciążenia poza granicami systemu	D korzyści	Beton stropów (podłóg)	- $m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$
		Stalowe blachy	- $m_{tss} (eol_{SD} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$
		Beton konstrukcji	- $(m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$
		Stalowe zbrojenie	- $(m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Stalowe belki	- $m_{tsb}[(eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Stalowe słupy	- $m_{tsc}[(eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Stalowe słupki i śruby	- $(m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}$
		Połączenia płyt	- $m_{tpl}[(eol_{spl} - k_{RERStPI0}) k_{GLO}$
		Drewniane belki	- $m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3,6)$
		Drewniane słupy	- $m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3,6)$
			Makrokomponent
Razem Moduł D		Suma wszystkich wielkości w module D	

Równania zmodyfikowane albo dodane w ramach LVS³ zostały wyróżnione podświetleniem.

Uwzględniając parametry dodane dla parteru, zmodyfikowano następujące równania:

Całkowita masa betonu $m_{consl,LVS3}$:

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

Oddziaływanie od prętów zbrojeniowych:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$$

Ponadto, dodatkowa część została uwzględniona dla transportu:

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

Wartości $k_{D,wall}$, $k_{D,opening}$ zostały przedstawione w załączniku 4.

5. Obliczenia oprogramowania

Wyniki obliczeń AMECO będą wyświetlane w następujący sposób w karcie wyników, w zależności od opcji wybranej przez użytkownika:

- w arkuszu kalkulacyjnym,
- jako histogram lub tabela wybranego oddziaływania. Histogram będzie rozróżniał moduły A, C, D i całkowitą A do C i A do D,
- jako wykres radarowy podsumowujący całkowitą A do C i D dla wszystkich oddziaływań.

Szczegółowy wynik dla fazy użytkowania będzie wyświetlany w dedykowanych tabelach w arkuszu kalkulacyjnym według opisu w punkcie 5.1. Wyniki oddziaływań będą wyświetlane w arkuszu kalkulacyjnym oraz w interfejsie graficznym.

5.1. Szczegółowy wynik dla fazy użytkowania

Tablice z wynikami dla fazy użytkowania zostaną wyświetlone w arkuszu kalkulacyjnym. Dotyczą one: zapotrzebowania na energię do ogrzewania, zapotrzebowania na energię do chłodzenia pomieszczeń, zapotrzebowania na energię do produkcji ciepłej wody użytkowej, podsumowania energii i wreszcie dedykowana dla słonecznych zysków ciepła. Graficzny układ oparty jest na pliku Excel dostarczonym przez Uniwersytet z Coimbrzy.

5.1.1. Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania

Dla strat ciepła przez przenikanie wyświetlana jest suma w miesiącach, w których występuje i obejmuje:

$$\begin{aligned}
 Q_{tr,ściany} &= \sum_m \max(Q_{tr,ściany}(m), 0) \\
 Q_{tr,okna} &= \sum_m \max(Q_{tr,okna}(m), 0) \\
 Q_{tr,patio} &= \sum_m \max(Q_{tr,patio}(m), 0) \\
 Q_{tr,dach} &= \sum_m \max(Q_{tr,dach}(m), 0) + \max(Q_{tr,smołowanydach}(m), 0) \\
 Q_{tr,grunt} &= \sum_m \max(Q_{tr,grunt}(m), 0) \\
 Q_{tr,suma} &= \sum_m \max(Q_{tr}(m), 0)
 \end{aligned}$$

Dla strat ciepła przez wentylację oraz zysków ciepła sumy liczone są w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 Q_{ve} &= \sum_m \max(Q_{ve}(m), 0) \\
 Q_{sol,okna} &= \sum_m \max(Q_{sol,okna}(m), 0) \\
 Q_{sol,nieprzejrzyste} &= \sum_m Q_{sol,ściany}(m) \\
 Q_{wew} &= \sum_m Q_{wew}(m)
 \end{aligned}$$

Ponadto, podział strat ciepła (straty przez przenikanie oraz wentylację) jest wyświetlany na wykresie słupkowym.

Oprócz tych wartości, miesięczne zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzewania pomieszczeń i związane z nimi ilości globalne również są widoczne. Obliczane są także wartości na metr kwadratowy powierzchni nieklimatyzowanych.

ENERGY FOR SPACE HEATING										Heating season length: 4.5		
HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION						kWh/year	HEAT TRANSFER BY VENTILATION		kWh/year	HEAT GAINS		
										GLAZED OPAQUE INTERNAL		
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$		Q_{ve}	$Q_{sol,GLAZ}$		$Q_{sol,OPAQ}$	Q_{int}	
2395.1	4373.4	321.2	0.0	782.0	9038.0		2849.2			17162.7	470.0	6679.3
ENERGY NEED FOR HEATING												
$Q_{H,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	211.5	140.5	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.7	178.3
kWh/m ²	1.7	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4
ENERGY BREAKDOWNS												
BUILDING TOTALS FOR HEATING												
ENERGY NEED		681.8	kWh/year									
		5.5	kWh/m ² /year									
DELIVERED ENERGY		170.4	kWh/yea		PRIMARY		49.4	kgoe/yea				
COP:		4	1.4	kWh/m ² /		f_{conv} :		0.29	0.4	kgoe/m ² /		

Rys. 2. Arkusz Excel ukazujący wyniki zapotrzebowania na energię do ogrzewania

5.1.2. Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia

Ponieważ te same ilości obliczane są zarówno dla trybu ogrzewania, jak i trybu chłodzenia, wyniki przedstawione są w ten sam sposób (patrz rys. 3).

ENERGY FOR SPACE COOLING							Cooling season length: 5.2					
HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION						kWh/year	HEAT TRANSFER BY VENTILATION		kWh/year	HEAT GAINS		
										GLAZED	OPAQUE	INTERNAL
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$		Q_{ve}	Q_{sol}		Q_{sol}	Q_{int}	
4278.0	9914.4	573.8	0.0	1458.3	18460.5		10517.4	8836.4		565.1	7547.6	
ENERGY NEED FOR COOLING												
$Q_{c,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	334.1	676.9	853.7	717.0	578.4	78.9	0.0	0.0
kWh/m ²	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	5.5	6.9	5.8	4.7	0.6	0.0	0.0
BUILDING TOTALS FOR COOLING												
ENERGY NEED		3239.1	kWh/year									
		26.2	kWh/m ² /year									
DELIVERED ENERGY		1079.7	kWh/yea		PRIMARY		313.1	kgoe/yea				
COP:		3	8.7	kWh/m ² /	f_{conv} :		0.29	2.5	kgoe/m ² /			

Rys. 3. Arkusz Excel ukazujący wyniki zapotrzebowania na energię do chłodzenia

5.1.3. Zapotrzebowanie na energię do produkcji ciepłej wody użytkowej

Do produkcji ciepłej wody użytkowej są zliczane tylko miesięczne zapotrzebowania na energię oraz roczne wartości powiązane, jak pokazano na rysunku 4.

ENERGY NEED FOR DWH 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 DWH 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		f_{conv} :		0.29		6.9		
				kWh/m ² /						kgoe/m ² /year		

Rys. 4. Arkusz Excel ukazujący wyniki zapotrzebowania na energię do produkcji ciepłej wody użytkowej

5.1.4. Energia całkowita

Istotna część w karcie wyników jest poświęcona całkowitym wartościom energii obliczanym, jak poniżej:

$$Q_{ciep\text{ł}o+ch\text{ł}ód,nd}(m) = Q_{ciep\text{ł}o,miesięczne}(m) + Q_{ch\text{ł}ód,miesięczne}(m)$$

$$Q_{C,nd}(m) = Q_{ciep\text{ł}o,miesięczne}(m) + Q_{ch\text{ł}ód,miesięczne}(m) + Q_{c.w.u,miesięczne}(m)$$

Roczne zapotrzebowanie na energię całkowitą jest sumą rocznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania, rocznego zapotrzebowania na energię do chłodzenia pomieszczeń i rocznego zapotrzebowania na energię dla CWU. Całkowita dostarczona energia oraz energia pierwotna obliczane są w taki sam sposób.

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		TOTAL PRIMARY ENERGY		1214.1		kgoe/year		
		33.8		kWh/m ² /				9.8		kgoe/m ² /year		

Rys. 5. Arkusz Excel ukazujący wyniki całkowitego zapotrzebowania na energię

5.1.5. Słoneczne zyski ciepła

Miesięczne zyski ciepła dla przeszkleń i ścian są ukazane w dwóch tablicach (rys. 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

Rys. 6. Arkusz Excel ukazujący wyniki słonecznych zysków ciepła

5.2. Ogólne wyniki fazy użytkowej

Celem AMECO jest ocena wpływu na środowisko, tym samym szczegółowe informacje obliczone w fazie użytkowania muszą być ocenione pod względem oddziaływania na środowisko. W tym celu, stosuje się następującą procedurę dla każdego z 24 oddziaływań:

$$\text{Moduł } B_{\text{oddziaływanie}} = Q_{\text{ciepło dost.}} \cdot k_{\text{ciepło}} + Q_{\text{chłód dost.}} \cdot k_{\text{chłód}} + Q_{\text{c.w.u. dost.}} \cdot k_{\text{c.w.u.}}$$

gdzie $k_{\text{ciepło}}$, $k_{\text{chłód}}$, $k_{\text{c.w.u.}}$ jest zależne od źródła energii oraz oddziaływania w oparciu o tablicę 10.

Tablica 10. Współczynniki oddziaływania z fazy użytkowej

Skrót	Pełna nazwa	Energia elektryczna	Gaz	Paliwa płynne	Paliwa stałe	Biomasa	Jednostka
Oddziaływanie środowiskowe							
GWP	Potencjał globalnego ocieplenia	4.82E-01	4.84E-01	4.33E-01	2.92E-01	0	tCO ₂ eq
ODP	Potencjał uszczuplania stratosferycznej warstwy ozonowej	4.32E-10	7.97E-11	3.11E-11	3.02E-11	0	tCF ₂ eq
AP	Potencjał zakwaszania gleby i wody	2.28E-03	1.61E-03	2.95E-03	1.34E-03	0	tSO ₂ eq
EP	Potencjał eutrofizacji	1.20E-04	7.85E-05	1.46E-04	1.70E-04	0	tPO ₄ eq
POCP	Potencjał tworzenia ozonu troposferycznego	1.34E-04	3.49E-04	4.41E-04	1.43E-04	0	tEtheneeq
ADP-e	Potencjał uszczuplenia zasobów abiotycznych (ADP-pierwiastki) dla zasobów niekopalnych	6.63E-08	1.18E-07	1.04E-07	5.01E-09	0	tSbeq
ADP-ff	Potencjał uszczuplenia zasobów abiotycznych (ADP-paliwa kopalne) dla zasobów kopalnych	8.48E+00	5.02E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV

Zużycie surowców, materiałów wtórnych i paliw							
RPE	Zużycie odnawialnej energii pierwotnej, z wyłączeniem zasobów odnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
RER	Zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce	0	0	0	0	0	GJ NCV
RPE-total	Całkowite zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej (energia pierwotna i zasoby energii pierwotnej stosowane jako surowce)	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
Non-RPE	Zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej, z wyłączeniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce	4.90E+00	5.05E+00	8.06E+00	1.28E+00	0	GJ NCV
Non-RER	Zużycie zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce	3.60E+00	4.52E+01	4.26E+01	2.66E+01	0	GJ NCV
Non-RPE-total	Całkowite zużycie zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej (energia pierwotna i zasoby energii pierwotnej stosowane jako surowce)	8.50E+00	5.03E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV
SM	Zużycie materiałów wtórnych	0	0	0	0	0	t
RSF	Zużycie odnawialnych paliw wtórnych	1.73E-04	3.37E-04	2.97E-04	1.53E-05	0	GJ NCV
Non-RSF	Zużycie nieodnawialnych paliw wtórnych	1.82E-03	3.54E-03	3.13E-03	1.60E-04	0	GJ NCV
NFW	Zużycie zasobów słodkiej wody	1.84E+00	3.12E-01	1.36E-01	6.88E-02	0	10 ³ m ³

Inne informacje środowiskowe opisujące kategorie odpadów							
HWD	Odpady niebezpieczne, usunięte	0	0	0	0	0	t
Non-HWD	Usunięte odpady inne niż niebezpieczne	1.92E+00	3.32E-01	1.10E-01	4.94E+00	0	t
RWD	Odpady radioaktywne, usunięte	1.25E-03	2.07E-04	6.31E-05	2.47E-05	0	t

Inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wyjściowe							
CR	Elementy do ponownego zastosowania	0	0	0	0	0	t
MR	Materiały do recyklingu	0	0	0	0	0	t
MER	Materiały do odzyskiwania energii	0	0	0	0	0	t
EE	Energia eksportowana	0	0	0	0	0	t

6. Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3

AMECO3 pozwala na obliczenia oddziaływania na środowisko każdego typu budynków i mostów. Przy zastosowaniach budowlanych AMECO3 pozwala także na obliczenie zużycia energii operacyjnej, w tym zużycia na potrzeby ogrzewania, chłodzenia i produkcji ciepłej wody.

Niniejszy poradnik ma na celu dostosowanie menu pomocy poprzednich wersji AMECO według nowych uaktualnień, uzyskanych w ramach projektu LVS³, dla projektu budowlanego.

Różne moduły dostępne są dla danych wsadowych oraz ich obróbki. Moduły wybierane są z paska narzędzi analizy i są wyświetlane w obszarze roboczym. Dla kompletnej analizy budynku, w tym w fazie użytkowania, moduły te są następujące:

- Projekt,
- Budynek,
- Fasada,
- Podłoga na gruncie,
- Dach,
- Użytkowanie,
- Systemy,
- Kondygnacje,
- Struktura,
- Transport,
- Wyniki.

Jeśli w polu „Tylko struktura” zostało wybrane „Tak”, wtedy będą dostępne tylko następujące moduły:

- Projekt,
- Budynek,
- Kondygnacje,
- Struktura,
- Transport.

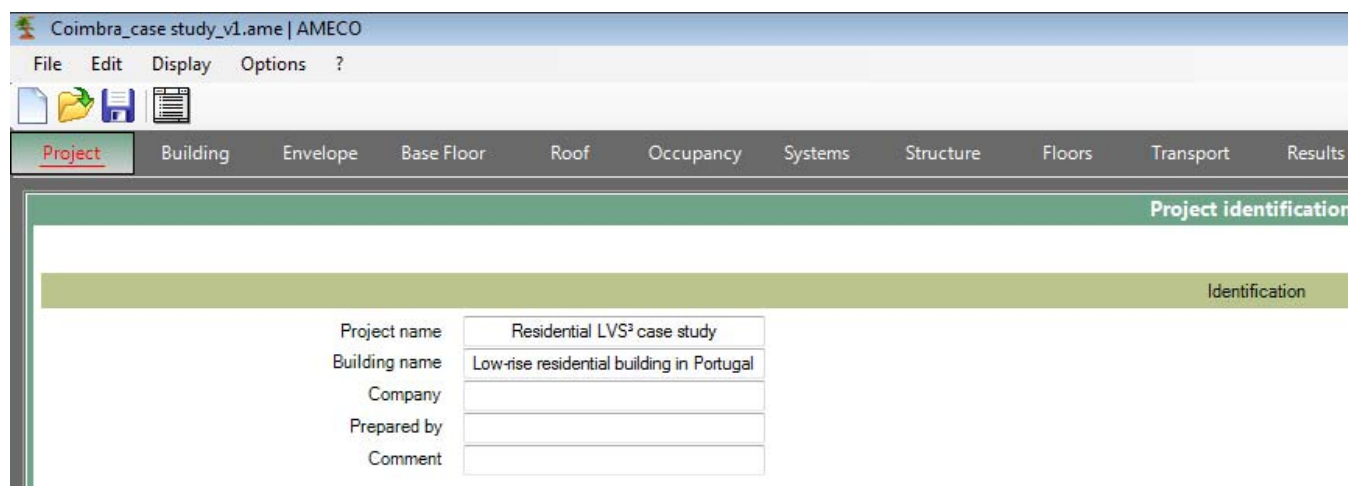
Użytkownik może wybrać cel obliczeń przez moduł budynku.

6.1. Projekt

W tym module, opcjonalne parametry zostaną określone do identyfikacji projektu. Parametry te stosuje się do edycji arkusza kalkulacyjnego, ale pola mogą pozostać puste, bez wpływu na obliczenia. Można wprowadzić pięć następujących parametrów:

- nazwa projektu,
- nazwa budynku,
- właściciel projektu,
- nazwa użytkownika,
- komentarz.

Te rubryki są opcjonalne i mogą pozostać puste, bez znaczenia na wyniki obliczeń.



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 LVS³ case study

Building name: Low-rise residential building in Portugal

Company:

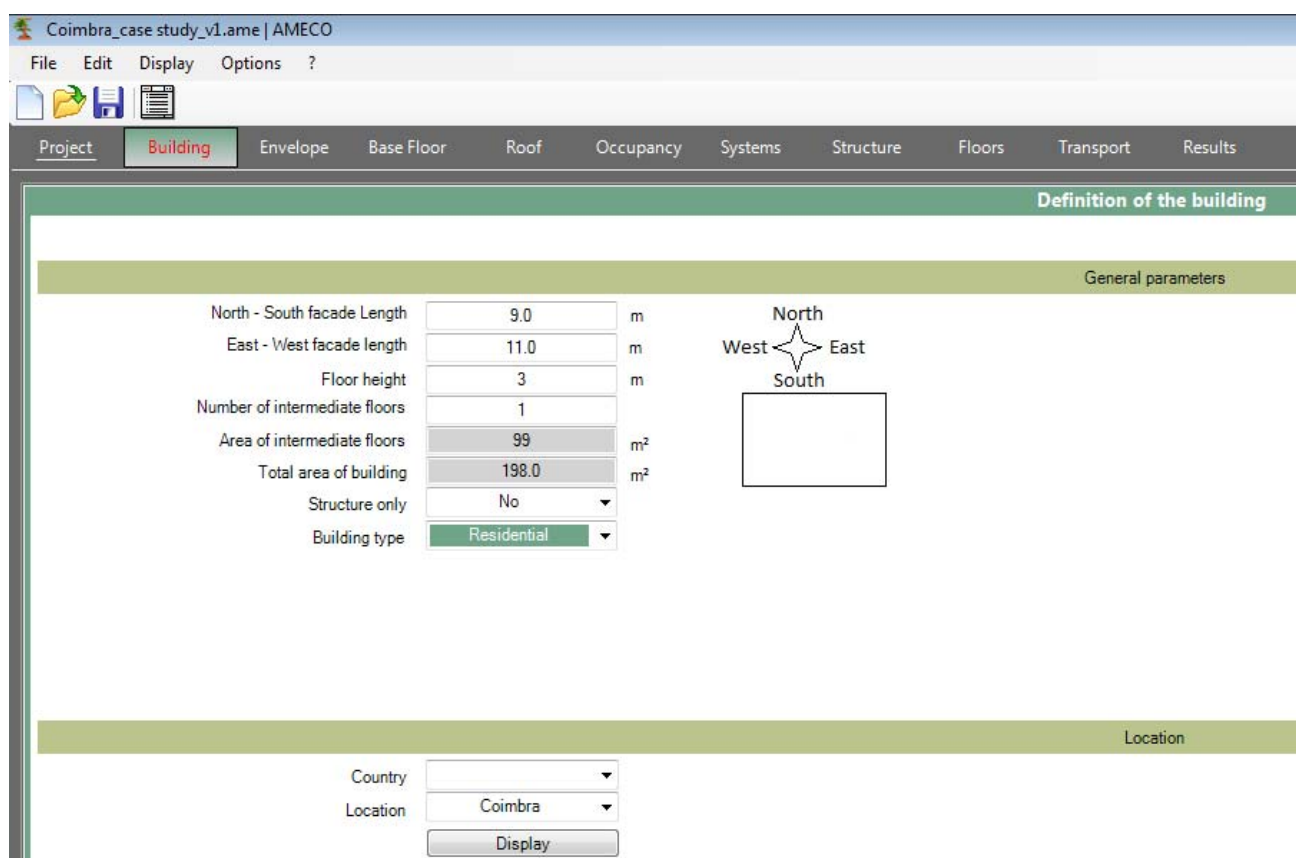
Prepared by:

Comment:

Rys 7. Definiowanie projektu

6.2. Budynek

6.2.1. Ogólne parametry



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 m²

Total area of building: 198.0 m²

Structure only: No

Building type: Residential

Country: Coimbra

Location: Coimbra

Display

North
West East
South

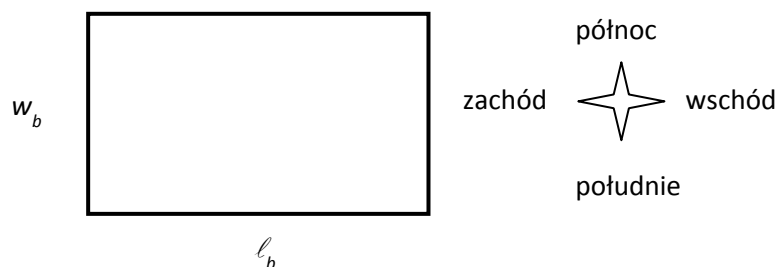
Location

Rys. 8. Charakterystyka budynku, włączając fazę użytkową

W tym module użytkownik określa ogólne parametry budynku:

- długość; północ - południe ℓ_b ;
- długość; wschód - zachód W_b ;

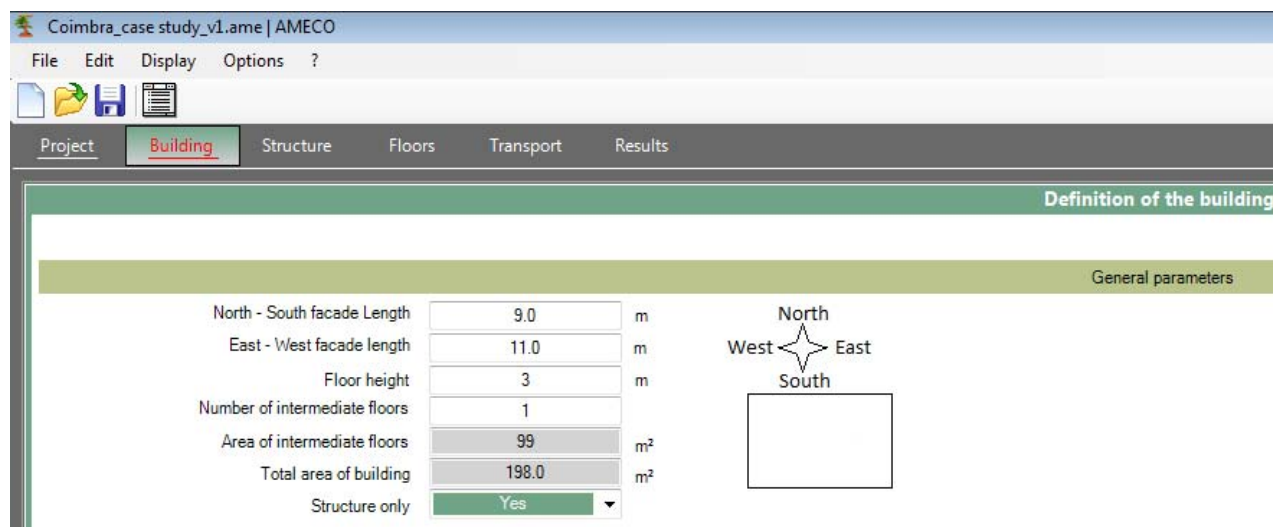
Definicja tych wymiarów pozwala na zorientowanie budynku. Tylko budynek prostokątny może być wprowadzony w AMECO3.



Rys. 9. Kształt budynku

- wysokość stropów;
- ilość stropów n ;
- całkowite obszary stropów, obliczone z powyższych parametrów. Obliczenie opiera się na $a_{\text{stropów}} = n \cdot l_b \cdot w_b$, przy założeniu, że na każdym piętrze jest ten sam obszar. Wartość ta wyklucza powierzchnię parteru;
- Całkowita powierzchnia budynku, obliczona z uwzględnieniem N+1 kondygnacji;
- Cel obliczenia przez pole "tylko struktura".

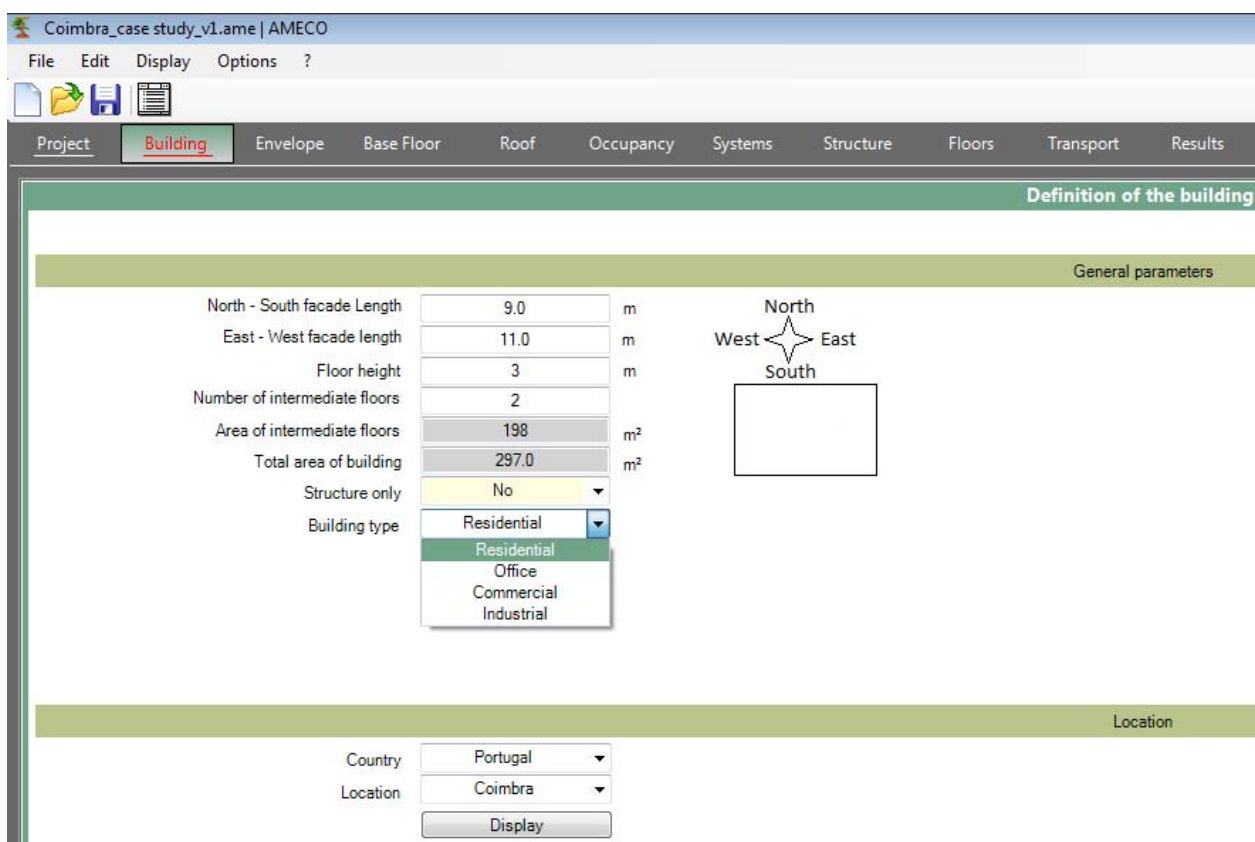
Ta opcja daje możliwość użytkownikowi, wybierając "Tak", przejście do obliczenia zużycia energii. W tym przypadku, tylko oddziaływanie środowiskowe wynikające z materiałów używanych do wznoszenia konstrukcji budynku, takie jak belki i kolumny, stropy wraz z odpowiednim oddziaływaniem transportu, będą brane pod uwagę przy obliczeniach.



Rys. 10. Charakterystyka główna budynku, wyłączając obliczenia fazy użytkowej

Jeśli użytkownik wybierze „Nie”, wyświetlane są moduły uzupełniające, związane z definicją parametrów wymaganych do obliczenia energii operacyjnej budynku. Pierwsze pole wyświetlane, jeśli faza użytkowania ma zostać uwzględniona w obliczeniach, to typ budynku;

- Typ budynku można wybrać z menu rozwijanego, pomiędzy budownictwem:
 - o mieszkalnym,
 - o biurowym,
 - o usługowym,
 - o przemysłowym,



Rys. 11. Wybór rodzaju budynku

Typ budynku ma wpływ jedynie na obliczenia w fazie użytkowania. Rzeczywiście, użytkownicy budynku mają wpływ na zużycie energii. Na przykład, systemy oświetlenia wytwarzają dodatkową energię ciepłą w biurach, która może potencjalnie zwiększyć zapotrzebowanie na chłód.

Dla każdego typu budynku, stosuje się szczególny scenariusz użytkowania, taki jak zdefiniowane ilości użytkowników, światło i podziału między strefami o różnych funkcjach w tym samym budynku, wyrażone jako udział procentowy całkowitej powierzchni. Szczegóły scenariusza użytkowania odpowiedniego dla każdego typu budynku przedstawiono w kolejnych rozdziałach przewodnika projektowania.

6.2.2. Lokalizacja

W dolnej części modułu, użytkownik określa lokalizację obiektu, wybierając:

- kraj,
- miejscowość odniesienia.

23 kraje oraz 48 miast jest dostępnych w AMECO3:

Kraj	Miasto
Austria	Wiedeń, Graz
Białoruś	Mińsk
Belgia	Bruksela
Czechy	Praga
Wielka Brytania	Londyn
Finlandia	Helsinki, Tampere
Francja	Nantes, Paryż, Montpellier, Marsylia, Nicea
Niemcy	Berlin, Monachium, Hamburg
Grecja	Saloniki, Ateny
Włochy	Mediolan, Rzym, San Remo, Genewa
Holandia	Amsterdam
Norwegia	Oslo
Polska	Warszawa
Portugalia	Lizbona, Porto, Coimbra
Rumunia	Bukareszt, Timisoara
Rosja	Moskwa, Archangielsk
Słowacja	Bratysława
Słowenia	Ljubljana
Hiszpania	Madryd, Barcelona, Sewilla, La Coruna, Salamanca, Vigo, Bilbao
Szwecja	Sztokholm, Kiruna, Ostersund
Szwajcaria	Zurich
Turcja	Istambuł, Ankara
Ukraina	Kijów

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

Rys. 12. Wybór kraju

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

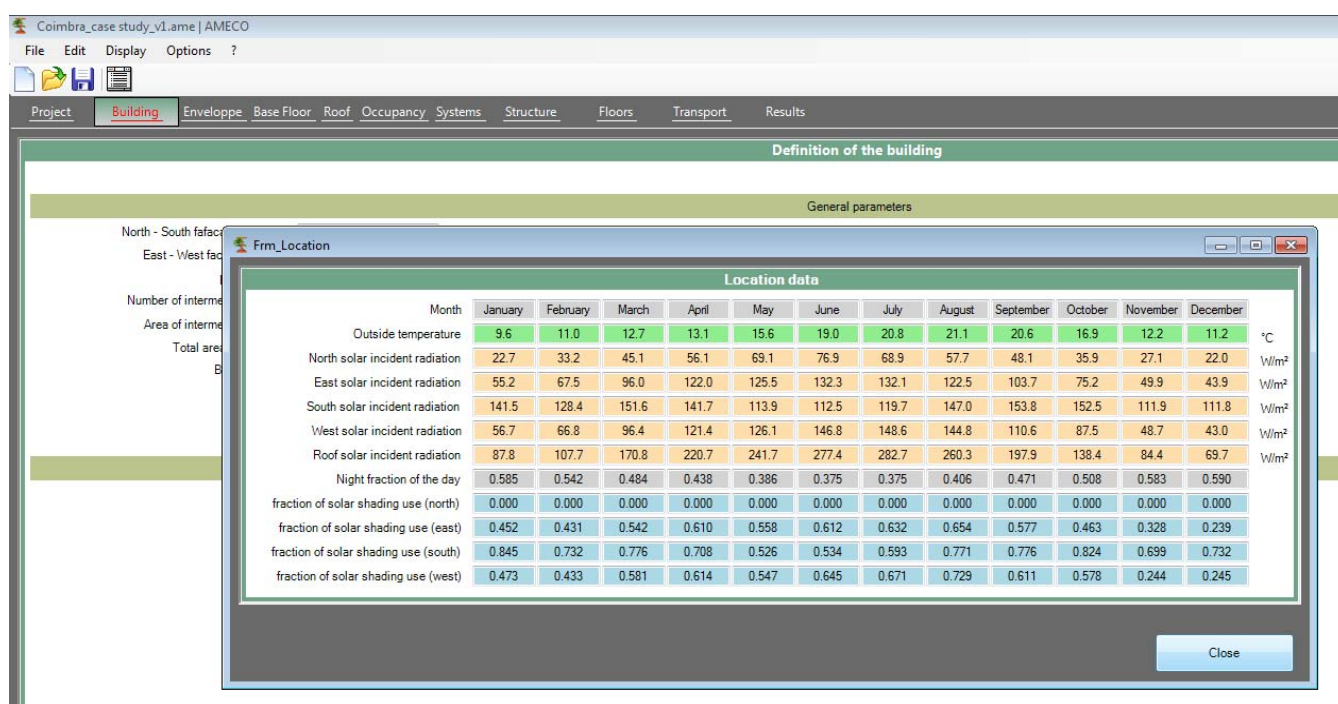
Location

Country: Portugal

Location: Coimbra, Coimbra_dbg, Lisbon, Porto

Rys. 13. Wybór miejscowości odniesienia

Klikając na przycisk "Pokaż", użytkownik może zobaczyć dane klimatyczne związane z wybraną lokalizacją, jak pokazano na poniższym rysunku 14.



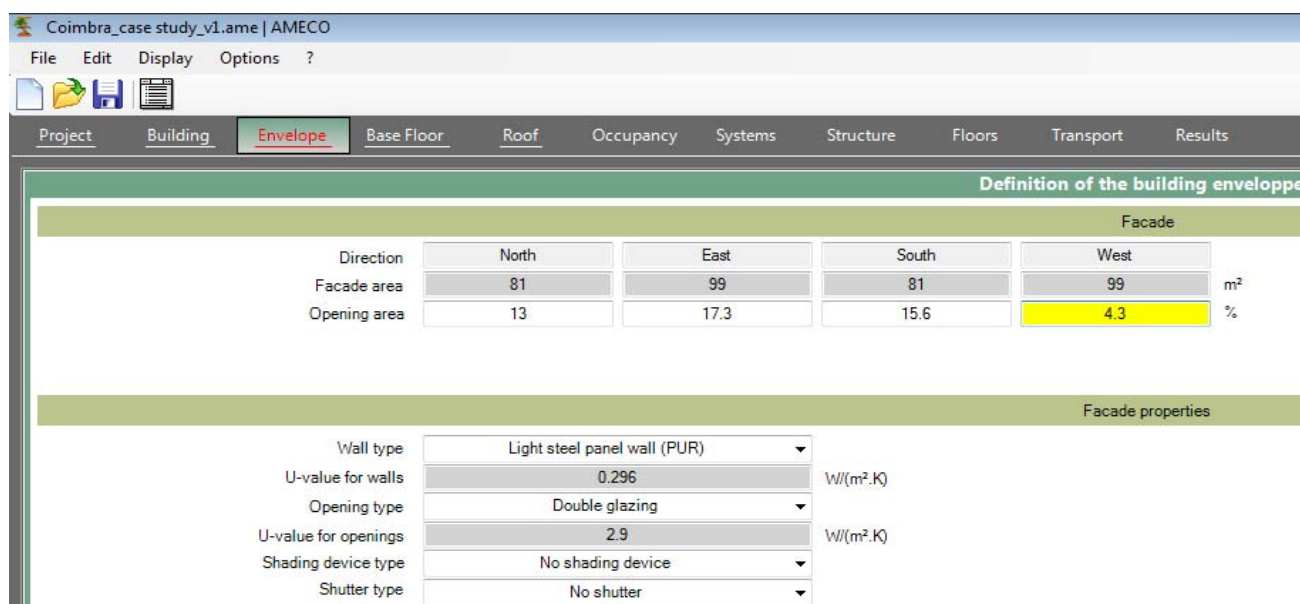
Rys. 14. Dane z lokalizacji

6.2.3. Fasada

W górnej części sekcji „ściany budynku”, użytkownik ma dostęp do funkcji związanych z elewacją.

Na górnej części sekcji elewacji, użytkownik ma dostęp do funkcji elewacyjnych:

- Powierzchnie przegród są wyliczane automatycznie dla każdej orientacji. Obszary te są otrzymywane przez pomnożenie odpowiedniej długości przez wysokość budynku przez liczbę pięter + 1;
- Obszary z otworami dla każdej orientacji, definiując procent całkowitej powierzchni elewacji.



Rys. 15. Opis elewacji

W dolnej części sekcji „ściany budynku” właściwości elewacji są zdefiniowane:

- Rodzaj przegrody, wchodzącej w skład elewacji.
- Istnieją 3 główne typy przegród zdefiniowane w AMECO 3:
- o Z lekkimi stalowymi płytami ściennymi;
 - o przegrody trójwarstwowe,
 - o system panelowy.

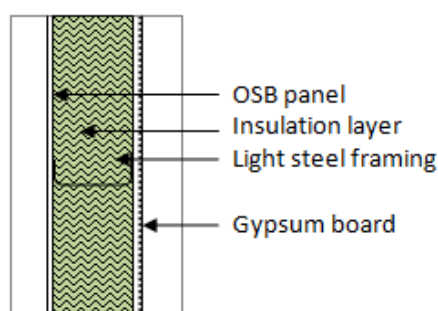
Lekka stalowa płyta ścienna i trójwarstwowa przegroda dostępne są z różnego rodzaju produkowaną izolacją:

- o wełna skalna;
- o EPS (polistyren ekspandowany);
- o XPS (polistyren ekstrudowany);
- o PUR (poliuretan).

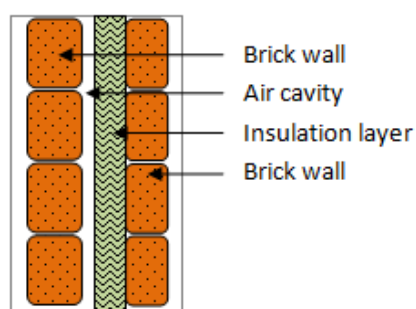
Sytem panelowy oparty jest na pianie poliuretanowej o różnej grubości: 80 mm i 200 mm.

Rodzaj przegrody wskazany jest na poniższych rysunkach.

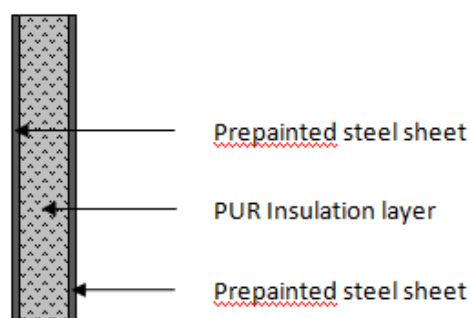
Light steel panel wall:



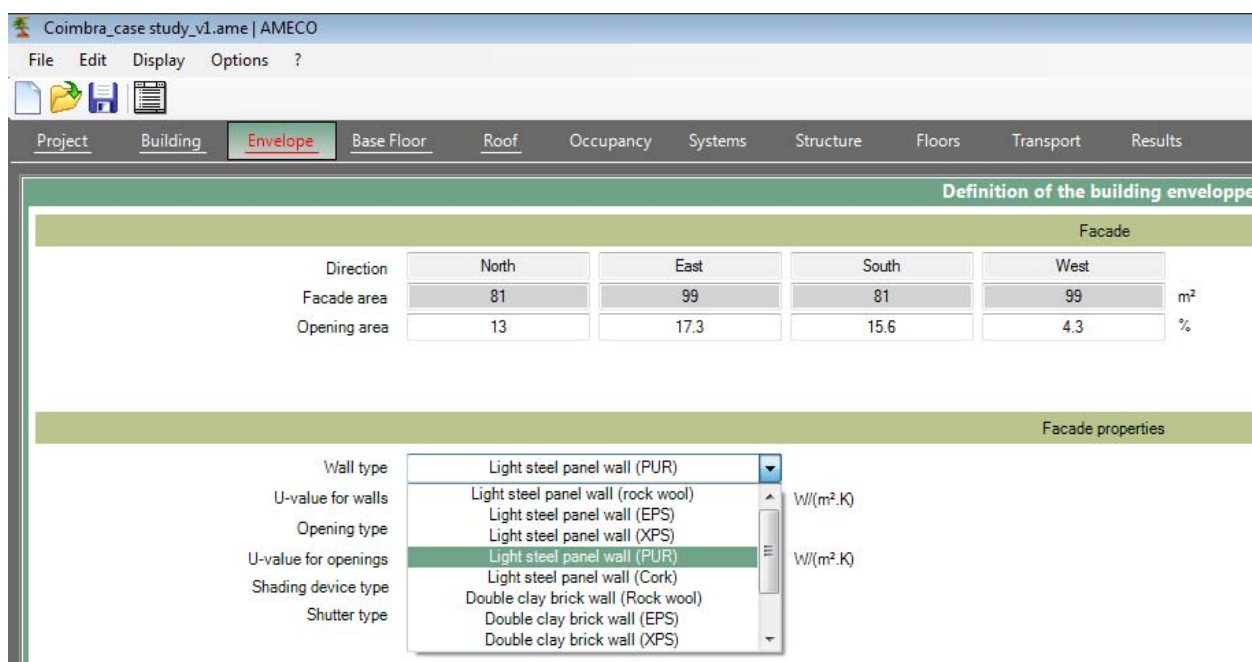
Double clay brick wall:



Sandwich panel:



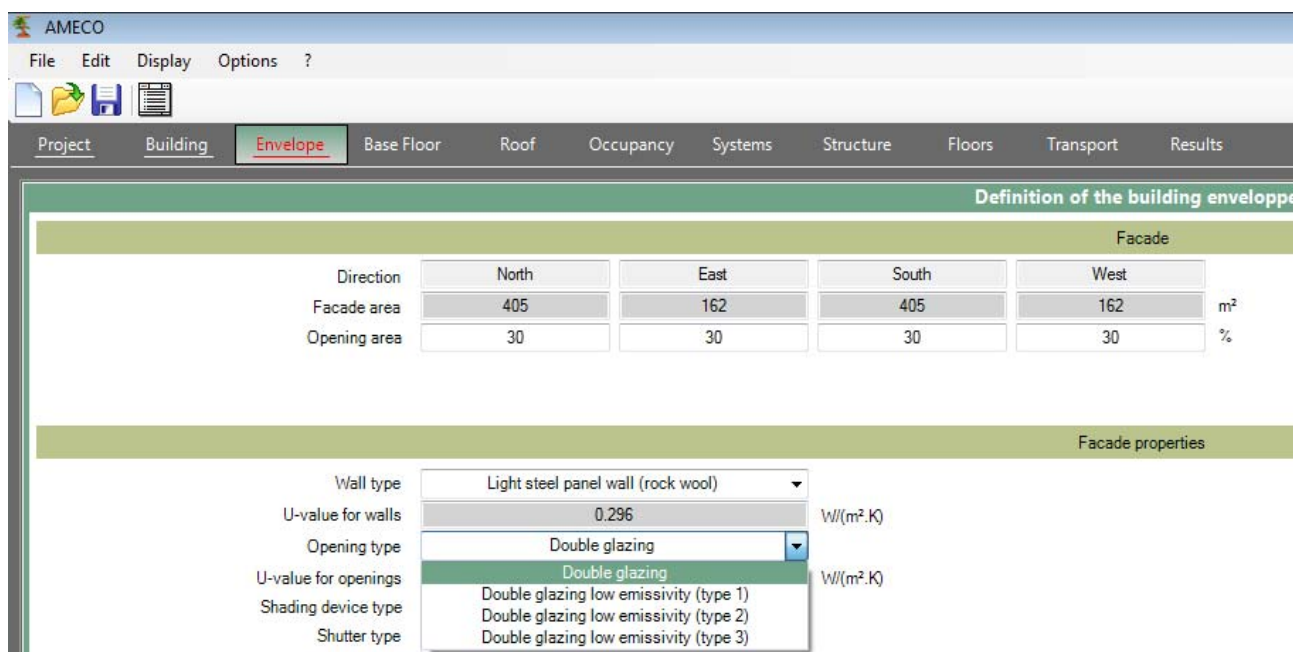
Rys. 16. Schemat i opis komponentów przegród



Rys. 17. Wybór typu ściany

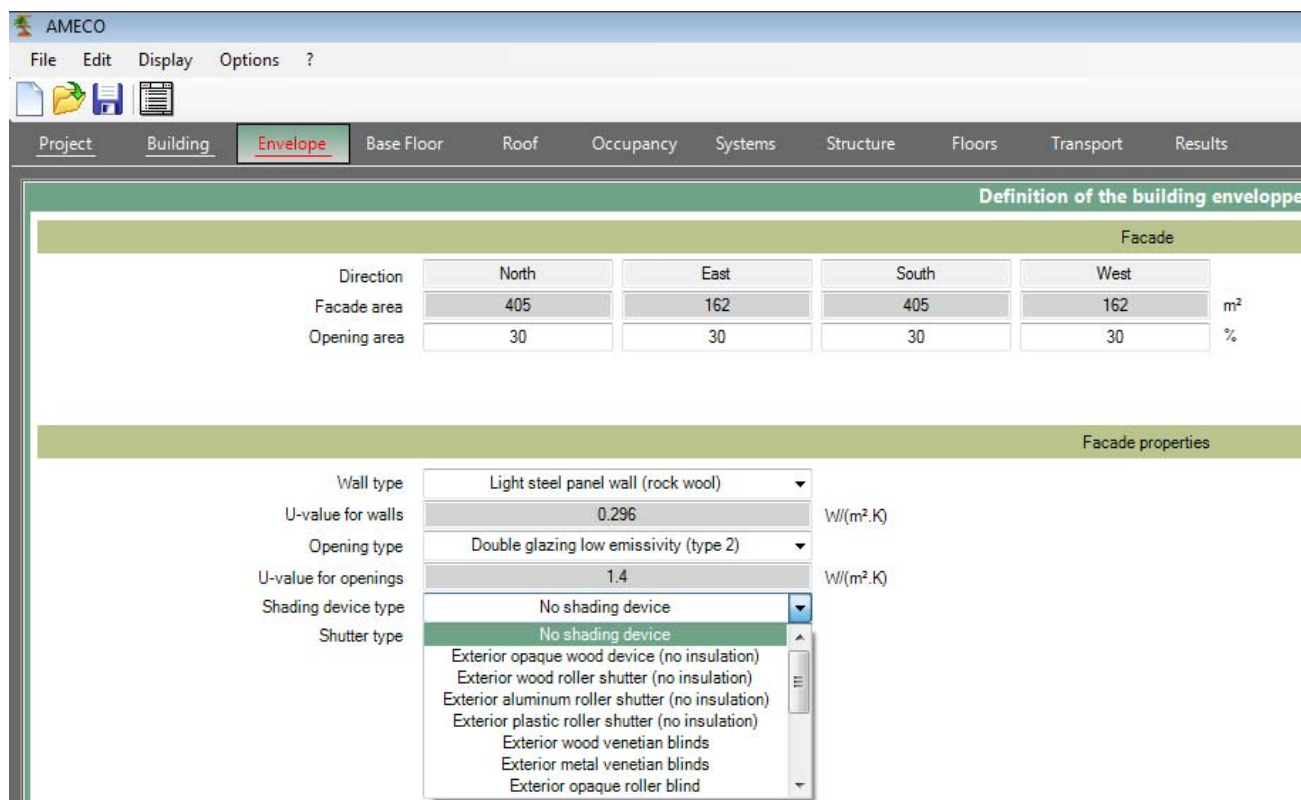
Powiązane z konfiguracją ścian oddziaływania środowiskowe opisane są w drugim dokumencie merytorycznym projektu LVS3 (wytyczne metodyczne).

- Wartość U, znana również, jako współczynnik przenikania ciepła jest wyświetlana stosownie do wyboru użytkownika.
Wartości U typów przegród zostały obliczone z uwzględnieniem mostków cieplnych.
- Typy okien z różnymi wartościami U, takie jak:
 - o szkło podwójne,
 - o szkło podwójne o niskiej emisyjności (typ 1),
 - o szkło podwójne o niskiej emisyjności (typ 2),
 - o szkło podwójne o niskiej emisyjności (typ 3).



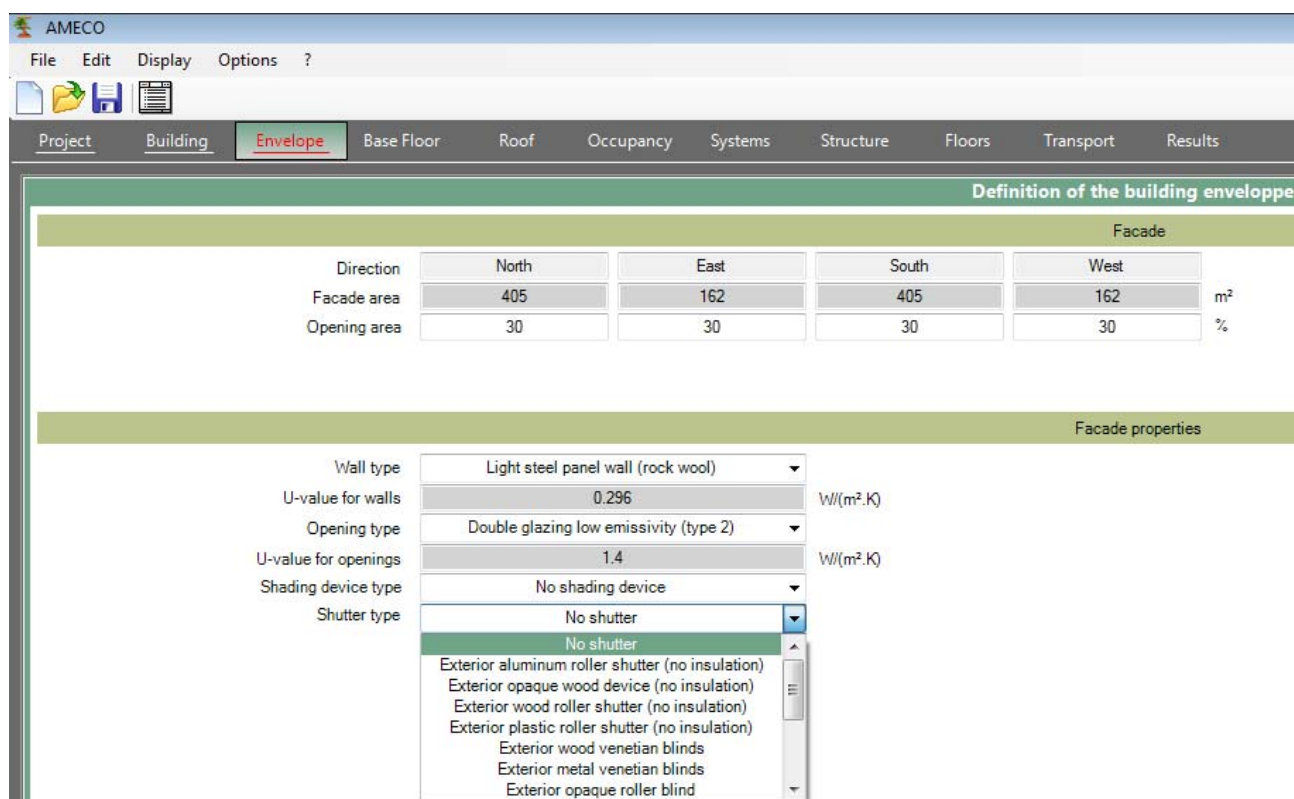
Rys. 18. Wybór typu okna

- Wartość U dla wybranego typu okna.
- Urządzenia zacieniające, takie jak:
 - o brak urządzenia zacieniającego,
 - o zewnętrzna nieprzezroczysta instalacja z drewna (bez izolacji),
 - o zewnętrzna drewniana roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzna aluminiowa roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzna plastikowa roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzne drewniane żaluzje,
 - o zewnętrzne metalowe żaluzje,
 - o zewnętrzne nieprzezroczyste żaluzje.



Rys. 19. Wybór urządzenia zacieniającego

- Typ okiennic do wyboru z poniższej listy:
 - o brak urządzeń zacieniających,
 - o zewnętrzna nieprzezroczysta instalacja z drewna (bez izolacji),
 - o zewnętrzna drewniana roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzna aluminiowa roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzna plastikowa roleta (bez izolacji),
 - o zewnętrzne drewniane żaluzje,
 - o zewnętrzne metalowe żaluzje,
 - o zewnętrzne nieprzezroczyste żaluzje.



Rys. 20. Wybór okiennic

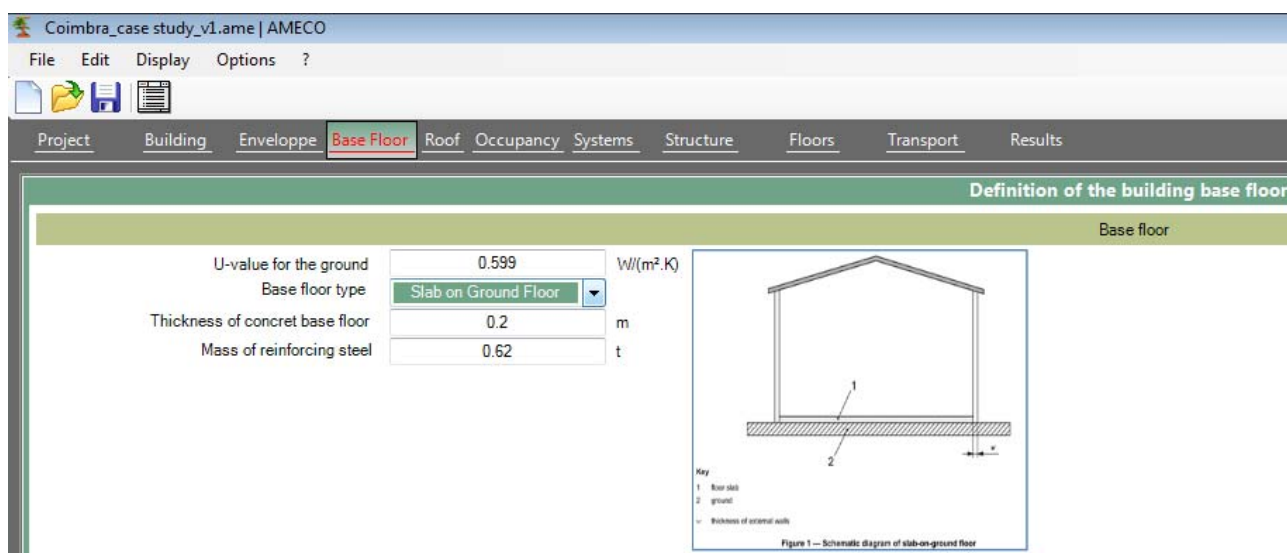
6.2.4. Podłoga na gruncie

Moduł ten umożliwia zdefiniowanie właściwości podłogi na gruncie:

- wartość U dla podłogi na gruncie w zależności od ilości izolacji;
- podłoga na gruncie jest wybierana spośród następujących możliwości:
 - o płyta na gruncie,
 - o strop nad piwnicą.

Typ podłogi na gruncie ma wpływ na zachowanie cieplne budynku. Typ charakteryzuje się parametrami domyślnymi w celu uproszczenia działania programu. Parametry te, ustawione jako wartości domyślne, są w pełni opisane w instrukcji wytyczne metodyczne.

- grubość płyty podłogowej w metrach oraz
- całkowita masa prętów zbrojeniowych w tonach do uzbrojenia płyty.



Rys 21. Opis podłogi na gruncie

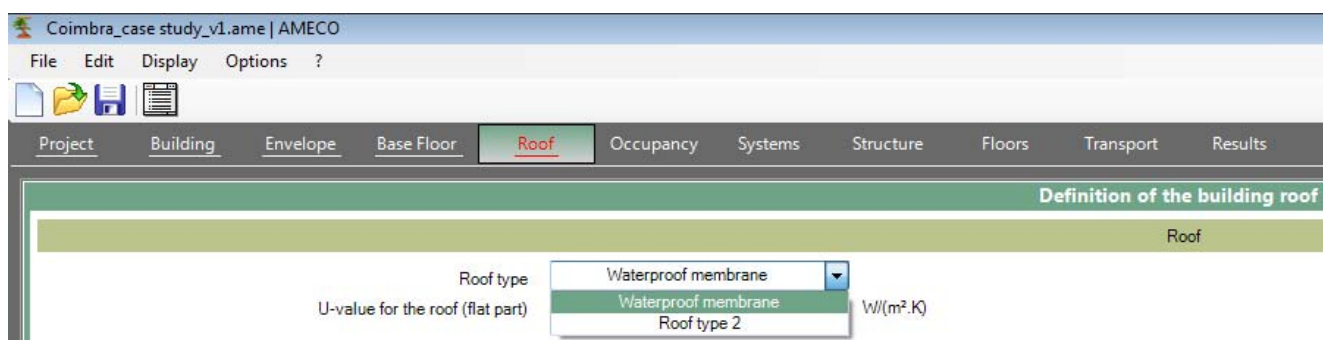
6.2.5. Dach

Moduł ten prowadzi do zdefiniowania pokrycia dachowego:

- typ dachu;
- odpowiednia wartość U jest wyświetlana.

Dostępne są dwa rodzaje dachu:

- stalowy dach z wodoszczelną membraną,
- dach typu 2.

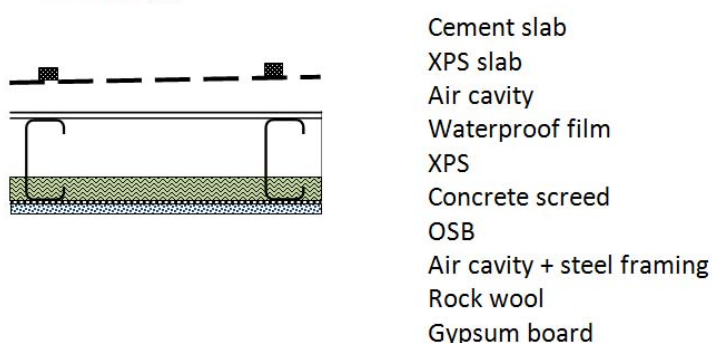


Rys. 22. Wybór typu dachu

Weatherproof membrane steel roof:



Roof type 2 :

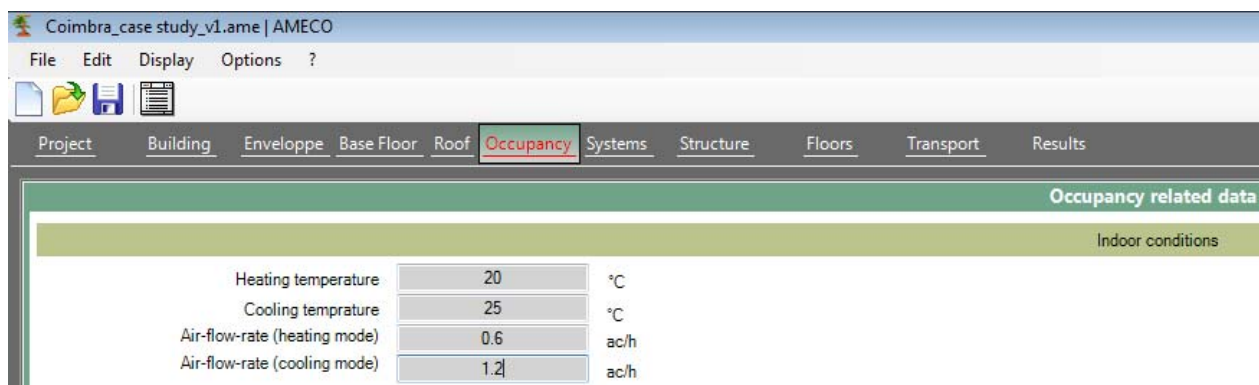


Rys 23. Dostępne typy dachu w AMECO3

6.2.6. Użytkowanie

Moduł ten prowadzi do zdefiniowania parametrów środowiska wewnętrznego na potrzeby obliczeń:

- temperatura wnętrza, w stopniach Celsjusza, przy której automatyczny system ogrzewania zostanie uruchomiony;
- temperatura wnętrza, w stopniach Celsjusza, przy której automatyczny system chłodzenia zostanie uruchomiony;
- strumień powietrza, w ilościach wymian na godzinę, uwzględniający tryb ogrzewania;
- strumień powietrza uwzględniający tryb ogrzewania.



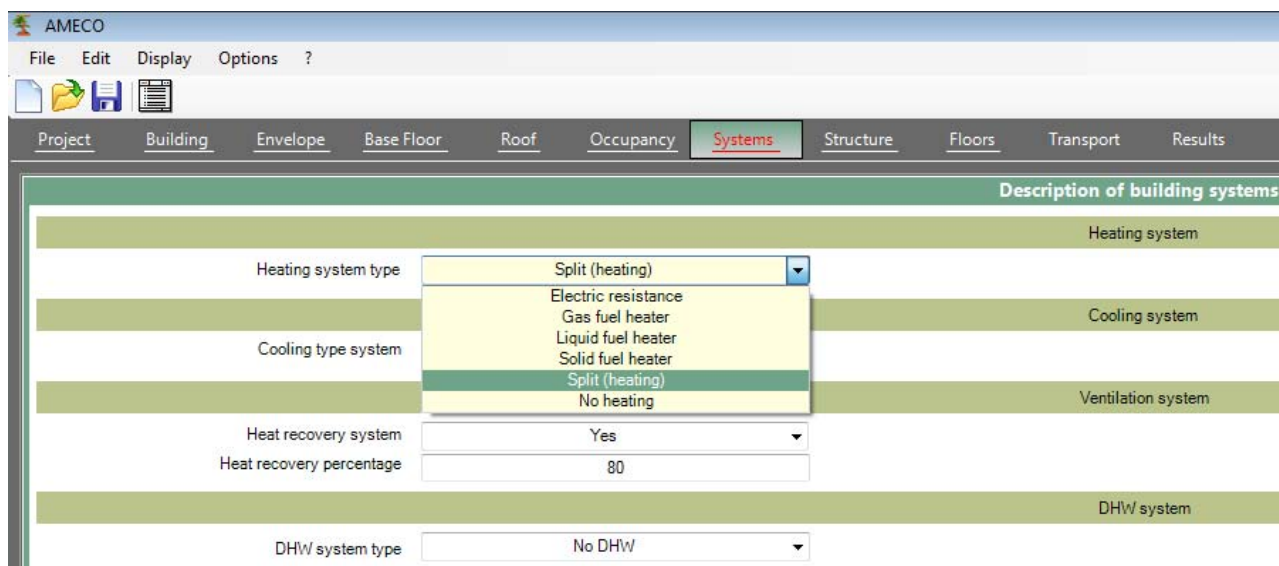
Rys. 24. Parametry związane z użytkowaniem budynków mieszkalnych

Parametry są ustawione jako wartości stałe i zależne od wybranego przez użytkownika typu budynku w module Budynek.

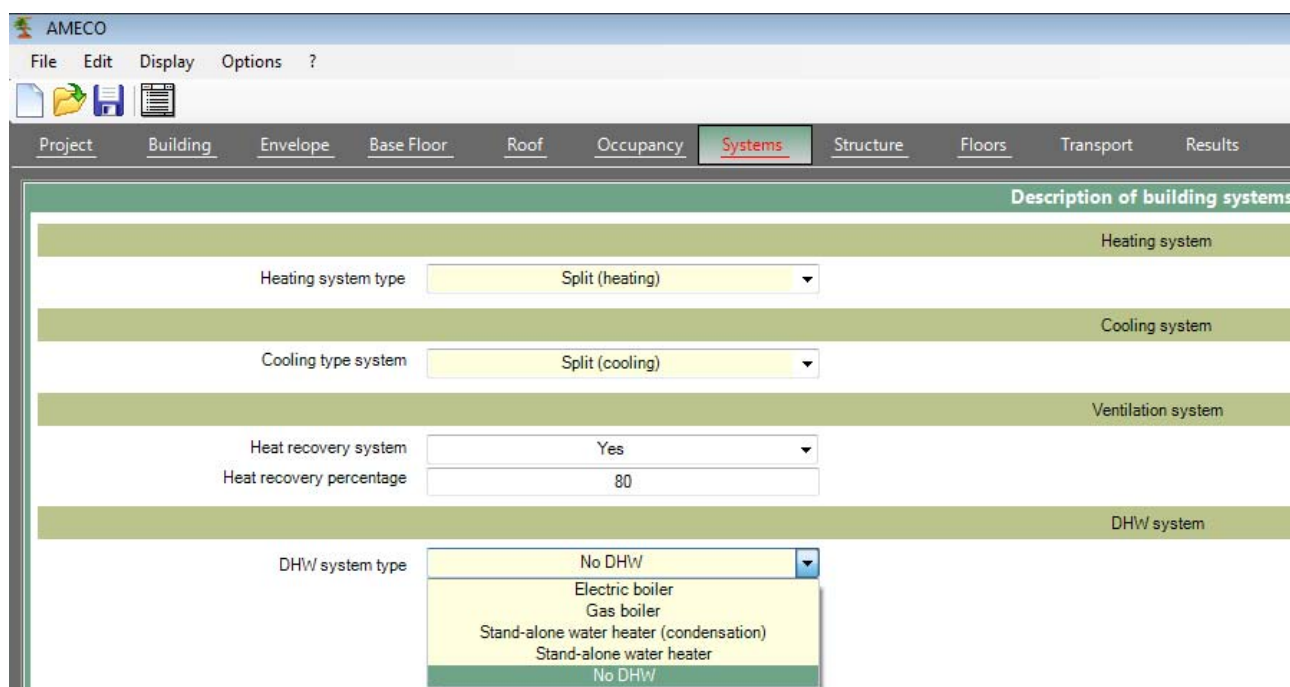
6.2.7. Systemy

Moduł ten służy do zdefiniowania systemu zasilania w energię:

- System grzewczy może być wybrany spośród poniższych możliwości:
 - o Oporowo-elektryczny,
 - o Kocioł gazowy,
 - o Kocioł na paliwa płynne,
 - o Kocioł na paliwa stałe,
 - o Pompa ciepła (ogrzewanie),
 - o Brak ogrzewania.
- System chłodzenia może być wybrany spośród:
 - o Pompa ciepła (chłodzenie),
 - o Chłodziarka (cykl kompresji),
 - o Chłodziarka (cykl absorpcji),
 - o Brak chłodzenia.
- System odzysku ciepła. Ten parametr, wyrażony w procentach, musi być określony, jeśli budynek jest wyposażony w dwustrumieniową kontrolowaną wentylację mechaniczną. W przypadku wentylacji grawitacyjnej, system odzysku ciepła nie ma zastosowania w budynku.
- System podgrzewania c.w.u. (cieplej wody użytkowej) może być wybrany z spośród:
 - o Boiler elektryczny,
 - o Boiler gazowy,
 - o Niezależny podgrzewacz wody (kondensacyjny),
 - o Niezależny podgrzewacz wody,
 - o Brak systemu CWU.



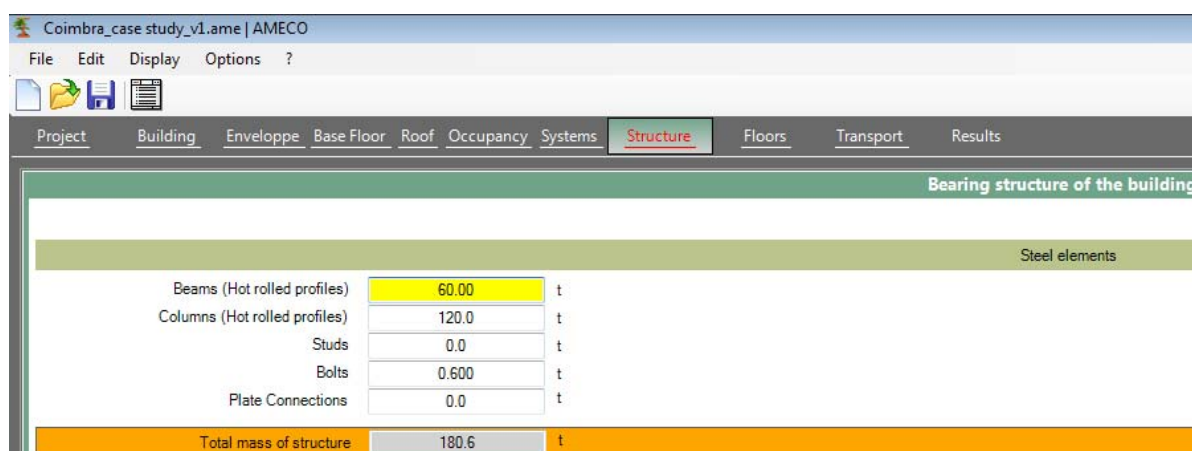
Rys 25. Wybór typu ogrzewania



Rys 26. Wybór systemu ciepłej wody użytkowej

6.2.8. Konstrukcja

W tym module elementy stalowe konstrukcji budynku muszą być scharakteryzowane i wyrażone w tonach.



Rys 27. Określenie wagi poszczególnych elementów stalowych

Elementy stalowe

- całkowita masa stalowych belek;
- całkowita masa stalowych słupów;
- całkowita masa rygli;
- całkowita masa śrub;
- całkowita masa elementów stalowych (płyty, kątowniki).

6.2.9. Podłogi

W tym module parametry podłóg są określane.

Steel elements		
Type of slab	Permanent formwork	
Steel deck		
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	
Concrete Grade	C30/37	
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

Rys. 28. Wybór i określenie elementów wchodzących w skład podłogi.

Zależnie od wyboru rozwiązań technicznych podłogi, należy określić właściwości stali i / lub betonowych elementów podłogowych.

Elementy stalowe

- typ płyty może być wybrany spośród:
 - o płyta zwykła,
 - o płyta kompozytowa,
 - o stały szalunek,
 - o prefabrykowane oraz
 - o suche podłogi.

Wszystkie te typy z wyjątkiem tych pierwszych opierają się na wykorzystaniu konkretnych pokryć ochronnych ze stali.

- blachę ze stali stosuje się do płyty (jeśli nie jest to zwykła płyta), może zostać wybrana spośród listy zgodnie z wybranym typem podłóg z bazy pokryć ze stali,
- grubość pokryć stalowych (jeśli nie jest to zwykła płyta), może zostać wybrana spośród listy zgodnie z wybranym arkuszem z bazy pokryć ze stali,
- jeśli nie jest to zwykła płyta, gęstość wybranych pokryć stalowych jest wyświetlana jako całkowita masa pokryć dla obiektów.

Elementy betonowe

- zawartość cementu w betonie używanym do podłóg,
- domyślna gęstość betonu jest automatycznie obliczana z zawartości cementu,
- gęstość podłóg betonowych jest określana albo poprzez wartości domyślne lub wprowadzona przez Użytkownika,
- całkowita głębokość podłóg (włączając pokrycia stalowe, jeśli występują),
- od tej wartości, gęstość betonu oraz powierzchnia podłóg, całkowita masa betonu użytego na podłogi jest obliczana i wyświetlana,
- całkowita masa stalowego zbrojenia użytego na podłogi również musi zostać wprowadzona.

Jeśli budynek nie ma stropów pośrednich to Użytkownik powinien przejść do kolejnego modułu.

6.2.10. Transport

W tym module wprowadzane są dane dotyczące transport elementów budynku.

Transport elementów stalowych

Użytkownik ma możliwość wyboru pomiędzy średnimi danymi dla transportu w Europie a danymi Użytkownika. W pierwszym przypadku, wartości domyślne, wyszczególnione w instrukcji wytyczne metodyczne, są podstawą w obliczeniach. W drugim przypadku, dane Użytkownika mogą być określone wg poniższej listy:

- masa stali przewiezionej koleją elektryczną;
- dystans przejechany przez kolej elektryczną (w jedną stronę od fabryki do miejsca budowy);
- masa stali przewiezionej samochodem ciężarowym;
- dystans przejechany przez samochody dostawcze (w jedną stronę od fabryki do miejsca budowy);
- sumaryczna masa stali przewiezionej przez kolej oraz samochody ciężarowe jest równa całkowitej wadze stali w budynku, włączając belki, słupy, śruby i inne stalowe elementy, stalowe pokrycia i zbrojenie.

Elementy betonowe

Do transportu betonu, możliwe są dwa sposoby: albo beton jest produkowany na miejscu, co oznacza transport betonu przez betonowozy lub beton prefabrykowany jest w fabrykach, co oznacza transport prefabrykatów regularnymi ciężarówkami. Następujące parametry muszą zostać sprecyzowane do transportu betonu:

- masa betonu produkowanego na miejscu, a następnie przewożonego betonowozami;
- dystans przejechany przez betonowozy (w jedną stronę od fabryki do miejsca budowy);
- masa betonu prefabrykowanego, transportowana regularnymi ciężarówkami;
- dystans przejechany przez samochody ciężarowe (w jedną stronę od fabryki do miejsca budowy);
- sumaryczna masa betonu wytwarzanego na miejscu oraz prefabrykowanego, jest równa całkowitej masie betonu w budynku (piętra i konstrukcja).

Używane średnie wartości wyszczególnione są w instrukcji wytyczne metodyczne.

Coimbra_case study_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

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

Transport parameters

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

Rys 29. Określenie parametrów związanych z transportem materiałów, w trybie domyślnym

Jeśli wybrane są “wartości użytkownika” to poniższe parametry (rys. 30) transportu muszą zostać określone:

The screenshot shows the 'Transport parameters' window in the AMECO software. It is divided into two main sections: 'Steel elements' and 'Concrete elements'. Each section contains input fields for 'Total mass transported', 'Values for the transport impacts' (a dropdown menu set to 'User values'), and specific transport data for 'electric train' and 'regular trucks' (mass and distance).

Category	Parameter	Value	Unit
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

Rys 30. Określenie parametrów związanych z transportem materiałów, w trybie wartości użytkownika

6.2.11. Wynik

Obliczenia są przeprowadzone po tym, jak użytkownik wybierze ikonę „Wynik”.

Wyniki obliczeń mogą być zapisane w arkuszu kalkulacyjnym lub bezpośrednio wyświetlane w interfejsie użytkownika w module z wynikami. W tym ostatnim, opisanym poniżej, wykresy słupkowe, wykresy radarowe i tabele są dostępne.

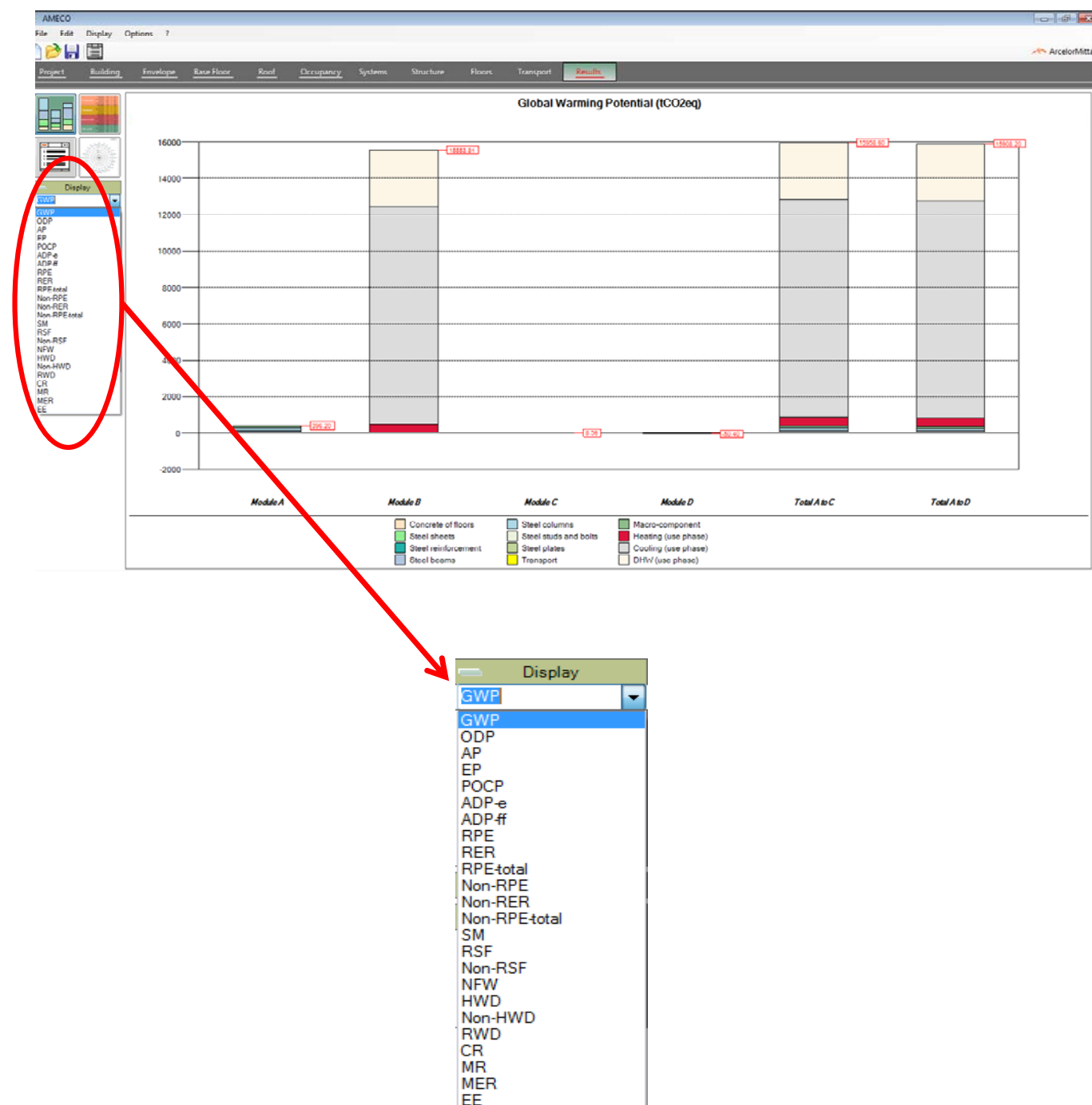
6.2.11.1 Wykresy słupkowe

Dla każdego wskaźnika specyficzny wykres może być:

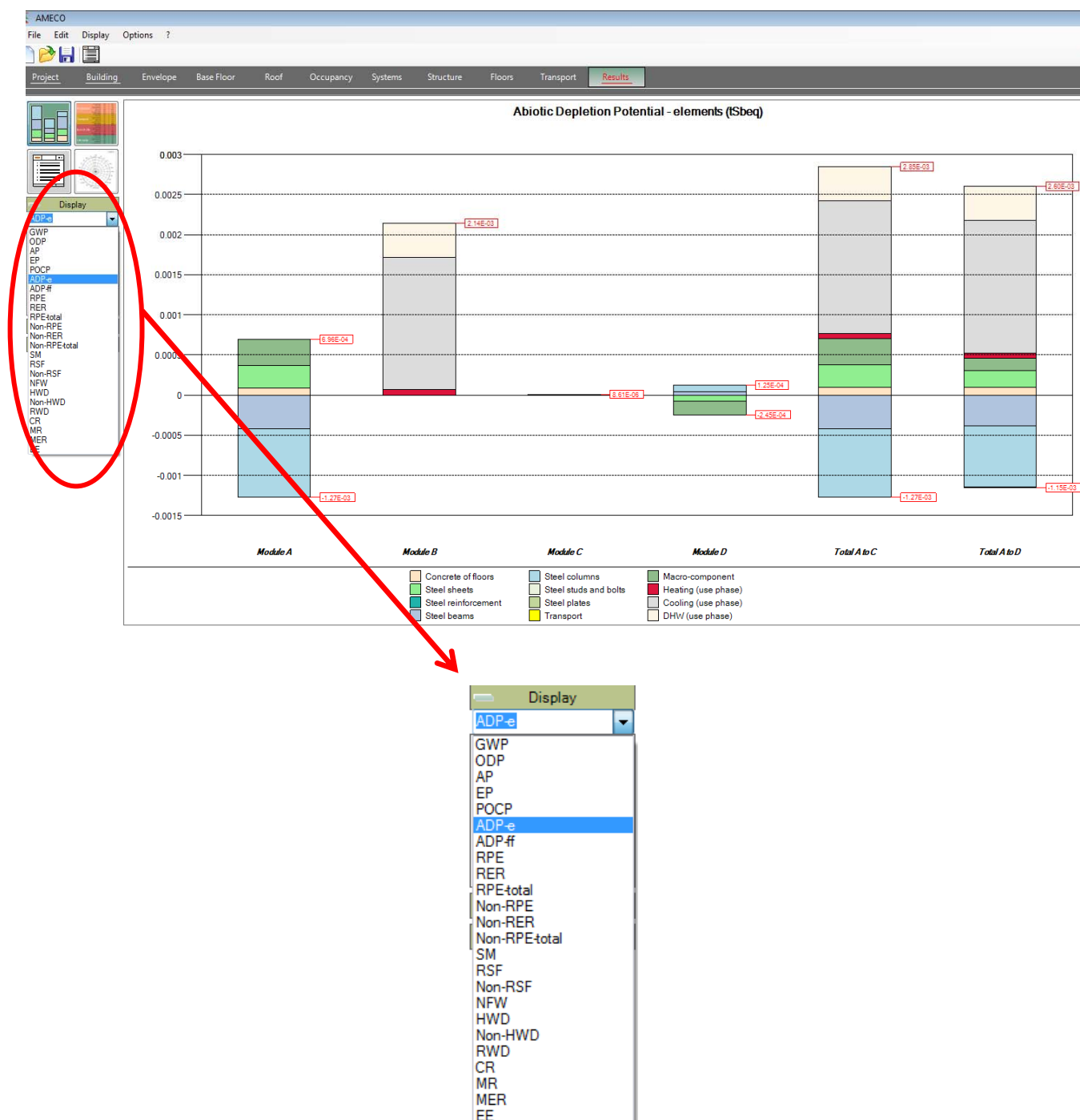
- Wskaźniki opisujące oddziaływanie środowiskowe (EN15978):
 - o Potencjał globalnego ocieplenia, GWP (ekwiwalent kg CO₂),
 - o Potencjał uszczuplania stratosferycznej warstwy ozonowej, ODP (ekwiwalent kg CFC 11),
 - o Potencjał zakwaszania gleby i wody; AP (ekwiwalent kg SO₂),
 - o Potencjał eutrofizacji, EP (ekwiwalent kg (PO₄)³),
 - o Potencjał tworzenia ozonu troposferycznego, POCP (ekwiwalent kg etylenu),
 - o Potencjał uszczuplenia zasobów abiotycznych (ADP-pierwiastki) dla zasobów niekopalnych, ADP_elements (ekwiwalent kg Sb),
 - o Potencjał uszczuplenia zasobów abiotycznych (ADP-paliwa kopalne) dla zasobów kopalnych, ADP_fossil fuels (MJ, wartość kaloryczna netto).
- Wskaźniki opisujące zużycie zasobów (EN15978):
 - o Zużycie odnawialnej energii pierwotnej, z wyłączeniem zasobów odnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce, (MJ, wartość kaloryczna netto),
 - o Zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce (MJ, wartość kaloryczna netto),
 - o Zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej, z wyłączeniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce (MJ, wartość kaloryczna netto),

- o Zużycie zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej stosowanej jako surowce (MJ, wartość kaloryczna netto),
 - o Zużycie materiałów wtórnych (kg),
 - o Zużycie odnawialnych paliw wtórnych (MJ),
 - o Zużycie nieodnawialnych paliw wtórnych (MJ),
 - o Zużycie zasobów słodkiej wody, netto (m³).
- Wskaźniki opisujące kategorie odpadów (EN15978):
 - o Odpady niebezpieczne, usunięte (kg),
 - o Usunięte odpady inne niż niebezpieczne (kg),
 - o Odpady radioaktywne, usunięte (kg).
- Wskaźniki opisujące strumienie wyjściowe (EN15978):
 - o Elementy do ponownego zastosowania (kg),
 - o Materiały do recyklingu (kg),
 - o Materiały do odzyskiwania energii (niepodlegające spaleniu) (kg),
 - o Energia eksportowana (MJ na nośnik energii).

Wybór wskaźników jest możliwy z menu Widok:



Rys 31. Wykres słupkowy oraz wybór wyświetlanego wskaźnika GWP



Rys. 32. Wykres słupkowy oraz wybór wyświetlanego wskaźnika: Potencjał uszczuplenia zasobów abiotycznych

Wyniki wyświetlane są dla cyklu życia budynku, dla wszystkich modułów:

- Moduł A : Faza wyrobu i faza wznoszenia,
- Moduł B : Faza użytkowania,
- Moduł C : Faza końca życia,
- Moduł D : Zyski i straty poza granicą systemu,
- Moduł A to C (np.. suma 3 modułów A, B oraz C),
- Moduł A to D : Informacje o ocenie budynku (np. suma 4 wcześniejszych modułów).

Dla każdego z modułów oddziaływania są prezentowane z uwzględnieniem następujących elementów (jeśli występują w konstrukcji):

Komponenty konstrukcji:

- Beton podłogowy,
- Beton konstrukcyjny,
- Arkusze ze stali,
- Stalowe zbrojenie,
- Stalowe belki,
- Stalowe słupy,
- Stalowe śruby i rygle,
- Stalowe panele.

Komponenty fasady:

- Komponenty makro.

Transport komponentów:

- Transport.

Faza użytkowa

- Ogrzewanie,
- Chłodzenie,
- Produkcja ciepłej wody użytkowej.

6.2.11.2 Tablice

Wyniki oddziaływania mogą zostać wyświetlone w tablicy dla poszczególnych faz oraz zestawu elementów zastosowanych w wykresach słupkowych.

AMECO

FileEditDisplayOptions?

ProjectBuildingEnvelopeBase FloorRoofOccupancySystemsStructureFloorsTransportResult

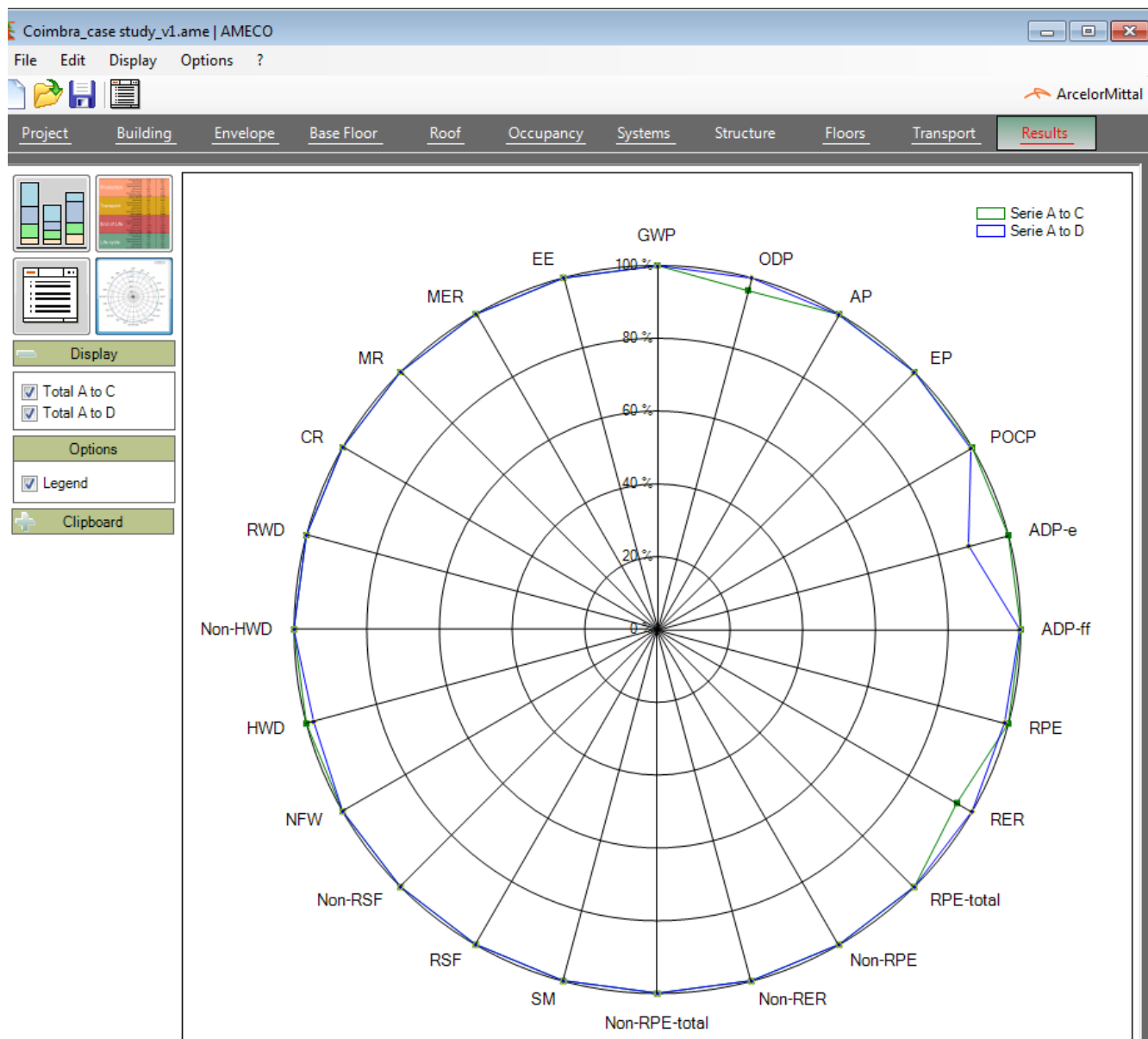
 
 
Display
ADP-e
☒ Module A
☒ Module B
☒ Module C
☒ Module D
☒ Total A to C
☒ Total A to D
Options
Clipboard

Building 1	ADP-e (tSbeq)	
Module A	Concrete of floors	8.57E-05
	Steel sheets	2.85E-04
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	-4.24E-04
	Steel columns	-8.49E-04
	Steel studs and bolts	-1.26E-06
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	2.65E-07
	Macro-component	3.25E-04
	Module A	-5.78E-04
Module B	Energy need for space heating	6.41E-05
	Energy need for space cooling	1.65E-03
	Energy need for DHW production	4.28E-04
	Module B	2.14E-03
Module C	Concrete of floors	8.38E-06
	Steel sheets	9.58E-09
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	4.68E-08
	Steel columns	9.36E-08
	Steel studs and bolts	4.68E-10
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	0.00E00
	Macro-component	8.09E-08
	Module C	8.61E-06
Module D	Concrete of floors	-4.30E-07
	Steel sheets	-7.67E-05
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	4.16E-05
	Steel columns	8.33E-05
	Steel studs and bolts	-1.10E-06
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	0.00E00
	Macro-component	-1.67E-04
	Module D	-1.20E-04
	Concrete of floors	9.41E-05
	Steel sheets	2.85E-04
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	-4.24E-04
	Steel columns	-8.48E-04

Rys. 33. Tablica z wynikami dla wybranego wskaźnika

6.2.11.3 Wykres radarowy

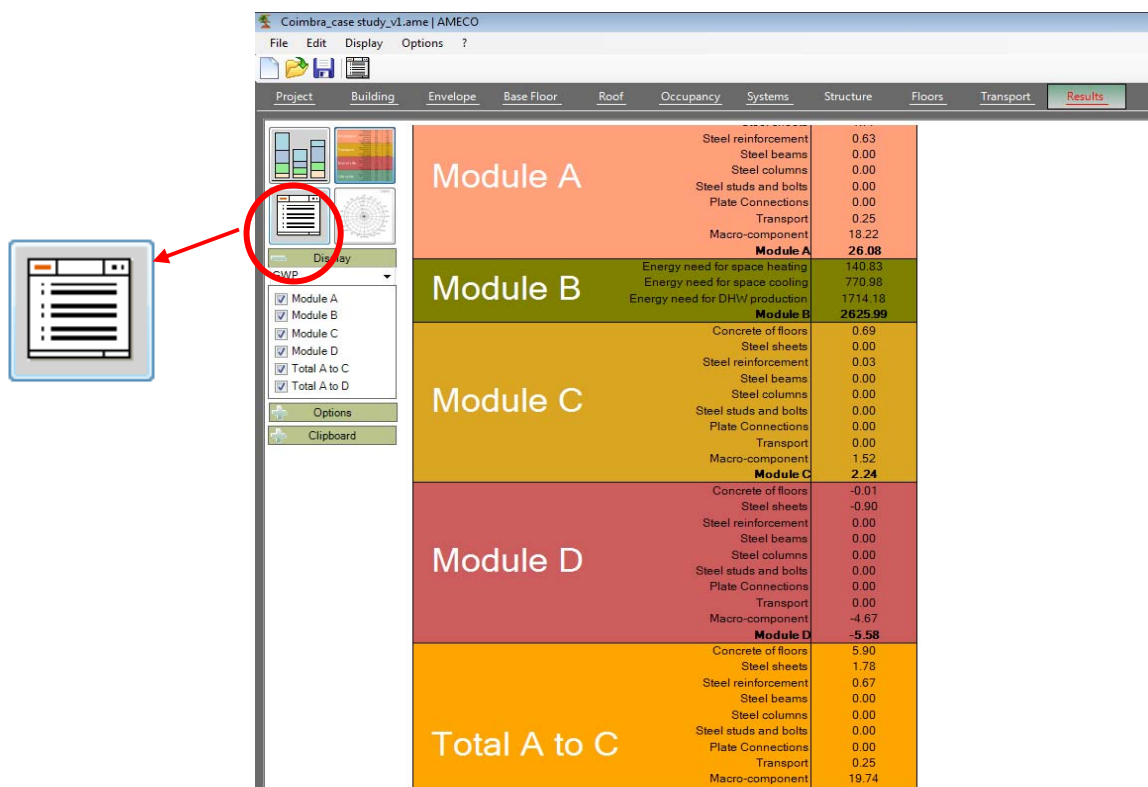
Użytkownik również ma możliwość projekcji wyników na wykresie radarowym, ukazującym wyniki modułów A do C oraz A do D dla wszystkich wskaźników.



Rys 34. Wykres radarowy

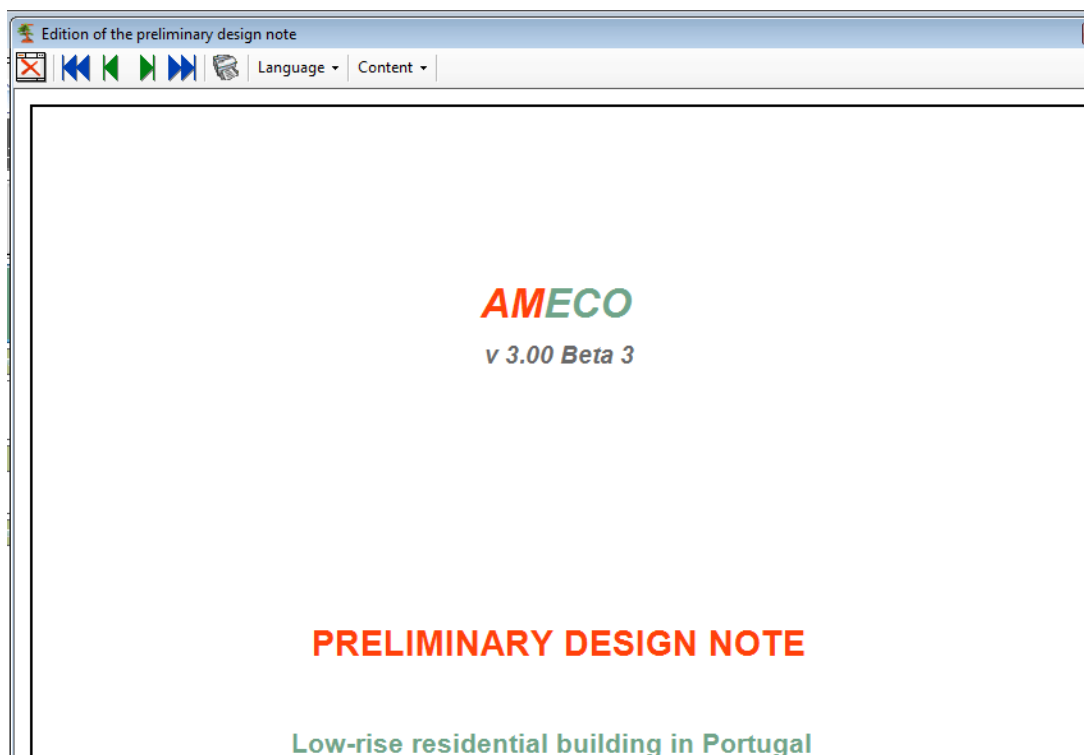
6.2.11.4 Arkusz kalkulacyjny

Arkusz kalkulacyjny, zwany również “wstępnym arkuszem projektowym”, może zostać wygenerowany poprzez wybór ikony:



Rys. 35. Ikona arkusza kalkulacyjnego

Raport, który może być wydrukowany, ukazuje wszystkie dane wejściowe i wyjściowe budynku.



Rys 36. Wstępny arkusz projektowy

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

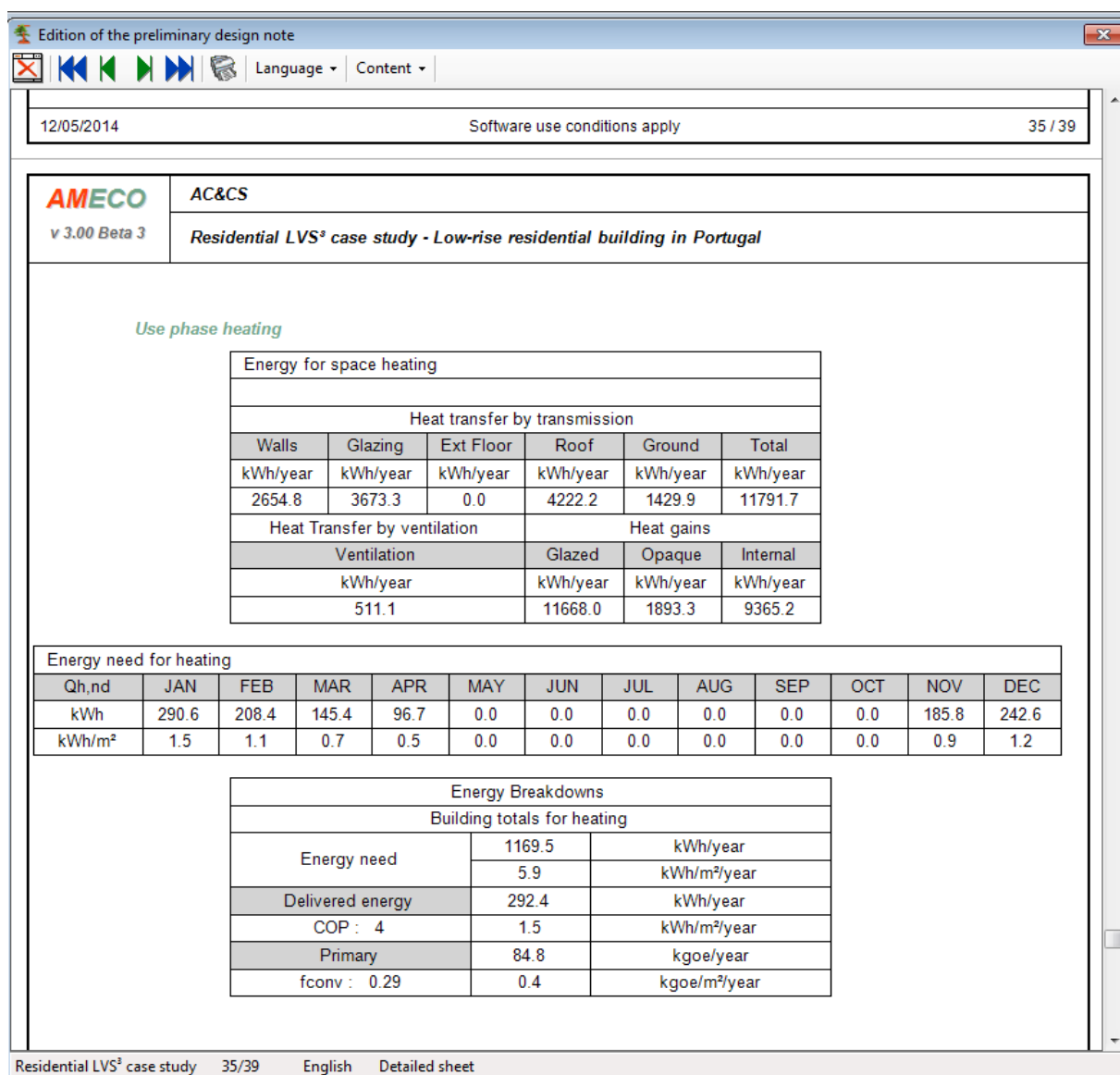
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO ₂ eq)	26.08	2625.99	2.24	-5.58	2654.32	2648.73
ODP (tCFCeq)	1.70E-07	2.36E-06	1.50E-07	9.90E-08	2.68E-06	2.78E-06
AP (tSO ₂ eq)	6.81E-02	1.24E01	5.44E-03	-1.74E-02	1.25E01	1.25E01
EP (tPO ₄ eq)	8.29E-03	6.55E-01	1.55E-03	-6.36E-04	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

Rys 37. Tablice dostępne we wstępnym arkuszu projektowym, ukazujące wyniki dla wszystkich wskaźników

Szczegółowe wyniki dla fazy użytkowej podane są we wstępnym arkuszu projektowym.



Rys 38. Zużycie w trakcie fazy użytkowej

7. Studium przypadku

7.1. Budynek biurowy

7.1.1. Wprowadzenie

Celem jest przedstawienie wyników obliczeń oddziaływania środowiskowego dla budynku biurowego oraz porównanie różnych typów konstrukcji za pomocą oprogramowania AMECO3.

Analizowane są trzy typy systemów konstrukcyjnych:

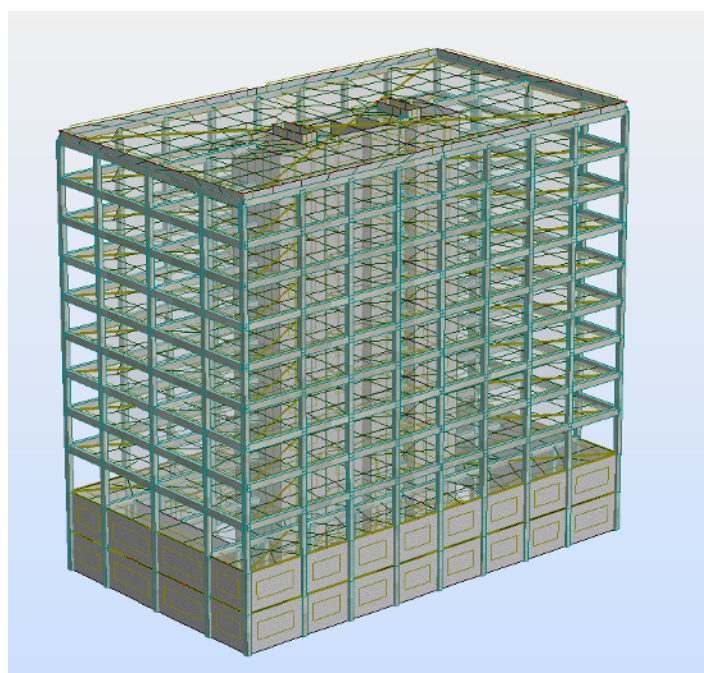
- konstrukcja żelbetowa,
- konstrukcja betonowa,
- zoptymalizowana konstrukcja żelbetowa (optymalizacja została przeprowadzona na podstawie ECO-Design).

Projekt konstrukcyjny został opracowany przez zewnętrzne biuro inżynieryjne w zakresie pracy zleconej przez ArcelorMittal. Ponadto, projekt konstrukcyjny został również oceniony przez grupę niezależnych ekspertów [4].

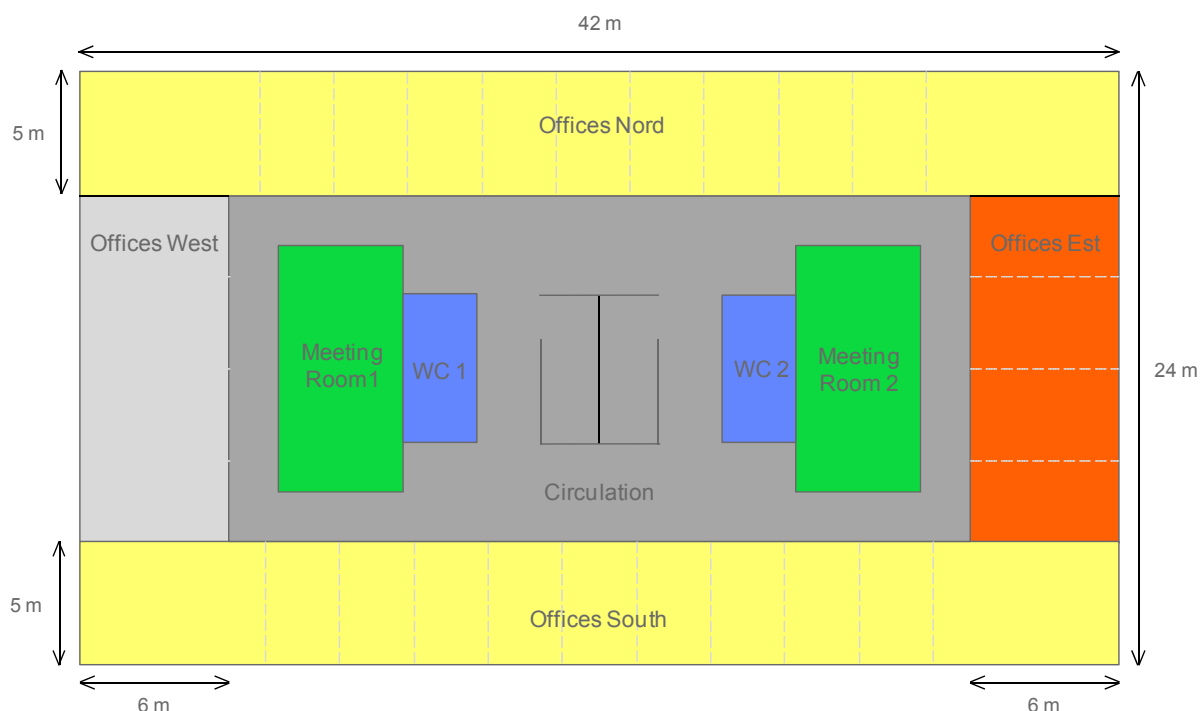
Wybrane 3 systemy są najbardziej popularnymi rozwiązaniami dla budynków biurowych w Europie.

7.1.2. Opis budynków

Wymiary budynku	42,4 m x 24,4 m
Liczba kondygnacji nadbudowy	R + 8
Liczba kondygnacji podziemnych	2
Wysokość budynku	31,2 m
Wysokość kondygnacji (od powierzchni podłogi do powierzchni podłogi)	3,4 m (z wyjątkiem poziomu parteru 4,0 m)



Rys. 39. Projekcja 3D budynku, uwzględniająca poziomy podziemne



Rys 40. Typowy plan piętra

Różne rozwiązania:

Elementy różniące te 3 budynki obejmują tylko rozwiązania nadbudowy (słupy, belki i płyty) oraz centralny rdzeń stabilizujący. Inne elementy konstrukcji (fundamenty i infrastruktura), fasada oraz wykończenie wnętrz są identyczne.

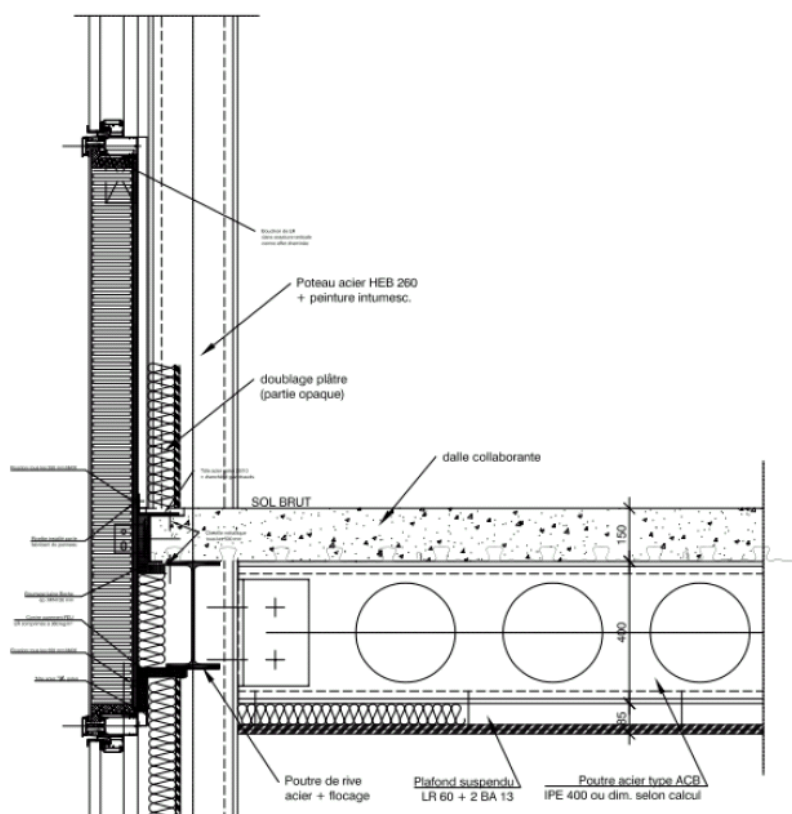
Usługi świadczone w budynkach są uważane za równoważne, jeśli powierzchnie użytkowe budynków są równe. Objętość budynku jest nieco wyższa w przypadku struktur kompozytowych niż w przypadku konstrukcji betonowych.

Budynki zostały zaprojektowane w regionie klimatycznym Paryża.

Długość życia (LTS – *Life Time Scheduled*) dla budynków wynosi 100 lat. W rzeczywistości, w budynkach biurowych, w większości przypadków elementy konstrukcyjne określają żywotność budynku; inne elementy mogą być odnowione lub wymienione. Jednakże materiały konstrukcyjne są zbliżone do trwałości w okresie 100 lat. Na koniec warto zauważyć, że LTS nie jest cechą rozróżniającą poszczególne budynki przytoczone w analizie.

1. Rozwiązania konstrukcji żelbetowej

Budynek żelbetowy ma żelbetową nadbudowę i betonowy rdzeń.



Rys. 41. Szczegółowy rzut systemu konstrukcyjnego

Jak pokazano na rysunku 41 system konstrukcyjny jest wykonany z kompozytowych belek ażurowych ze stali S355 połączonych stalową śrubą z płytą kompozytową.

Płyta kompozytowa składa się z blachy COFRA + 60 i betonu C30/37.

Rdzeń budynku jest z betonu.

Struktura odpowiada rzeczywistemu stanowi techniki konstrukcji biurowców na rynku francuskim.

2. Rozwiązanie konstrukcji betonowej

Budynek z betonu ma prefabrykowany pusty w środku rdzeń z płyty wspierany przez konstrukcję zbrojonego betonu i betonowego rdzenia. Prefabrykowany pusty rdzeń oraz beton zbrojony wykonane są z betonu C30/37. Rdzeń budynku jest z betonu.

Ta struktura odpowiada rzeczywistemu stanowi techniki konstrukcji biurowców na rynku francuskim

3. Eko-zoptymalizowana konstrukcja żelbetowa

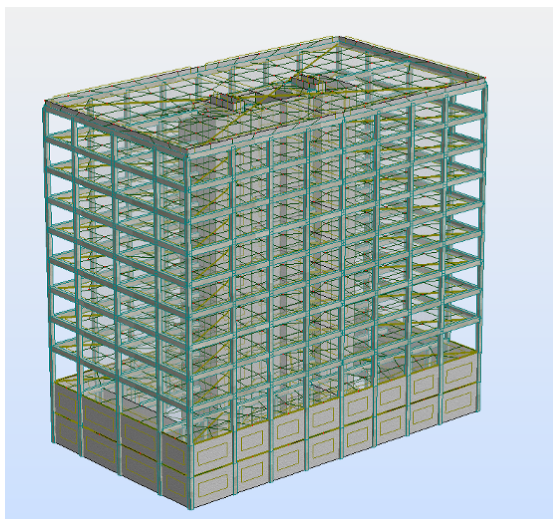
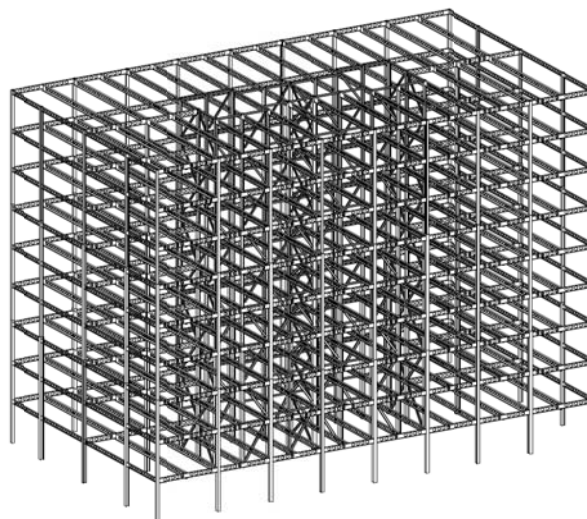
Eko-zoptymalizowany budynek żelbetowy ma żelbetową nadbudowę i betonowy rdzeń.

Układ konstrukcyjny jest wykonany z kompozytowych belek ażurowych ze stali S460 połączonych stalową śrubą z płytą kompozytową.

Płyta kompozytowa składa się z blachy COFRA + 60 i betonu C30/37.

Rdzeń budynku jest ze stali.

Ta struktura odpowiada rzeczywistemu stanowi techniki konstrukcji biurowców na rynku francuskim, ale została zoptymalizowana w zakresie zużycia materiałów w celu ograniczenia śladu ekologicznego.

Centralny rdzeń budynków**Rys. 42.** Rdzeń betonowy (rozwiązanie 1 i 2)**Rys. 43.** Rdzeń ze stali (rozwiązanie 3)

Dane konstrukcyjne trzech rozwiązań:

Nadbudowa	Konstrukcja				Płyta podłogowa			
Wartości w tonach (t)	Sekcje ze stali	Połączenia płyt stalowych	Beton C30/37	Stalowe zbrojenie	Elementy stalowe	Grubość	Podłoga betonowa	Stalowe zbrojenie
Stal S355	239,9 t	14,994 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
Beton	-	-	1199 t	59,1 t	-	240 mm + 70 mm deski równające	4688 t	16,56 t
Stal S460	197,1 t	11,827 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
Stalowy rdzeń	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
Betonowy rdzeń	-	-	1941 t	44,16 t				

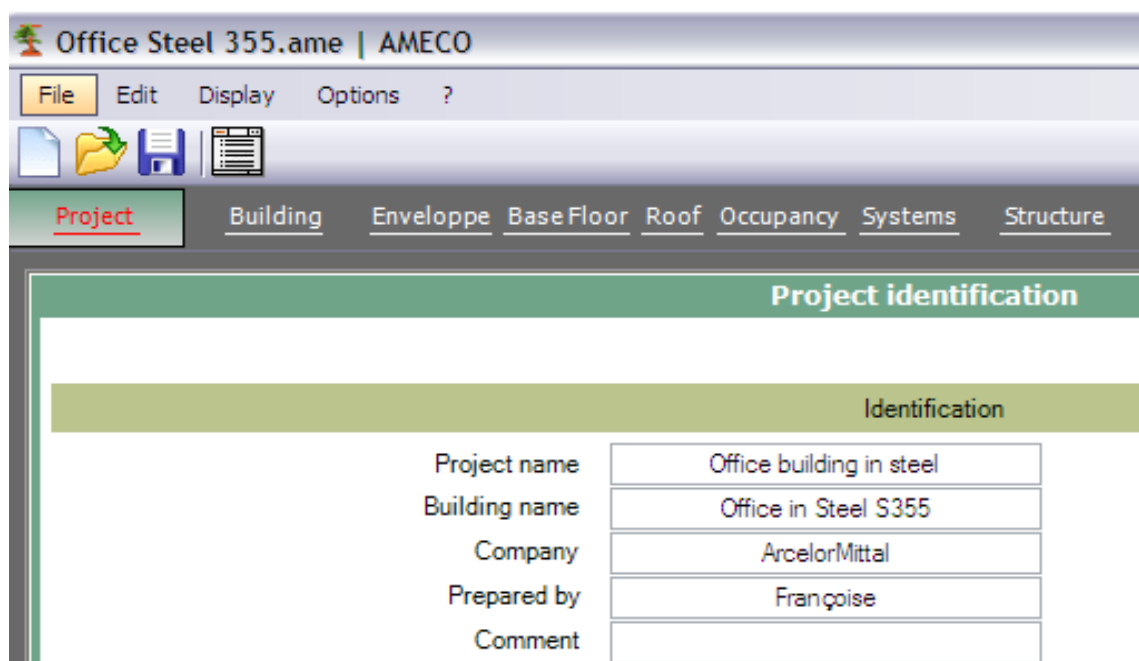
gdzie: budynek 1 = konstrukcja ze stali S355 oraz z betonowym rdzeniem,
 budynek 2 = konstrukcja z betonu oraz z betonowym rdzeniem,
 budynek 3 = konstrukcja ze stali S460 oraz ze stalowym rdzeniem,

gęstość betonu = 2500 kg/m³.

7.1.3. Analiza środowiskowa z oprogramowaniem AMECO3

7.1.3.1 Dane wejściowe w oprogramowaniu AMECO3

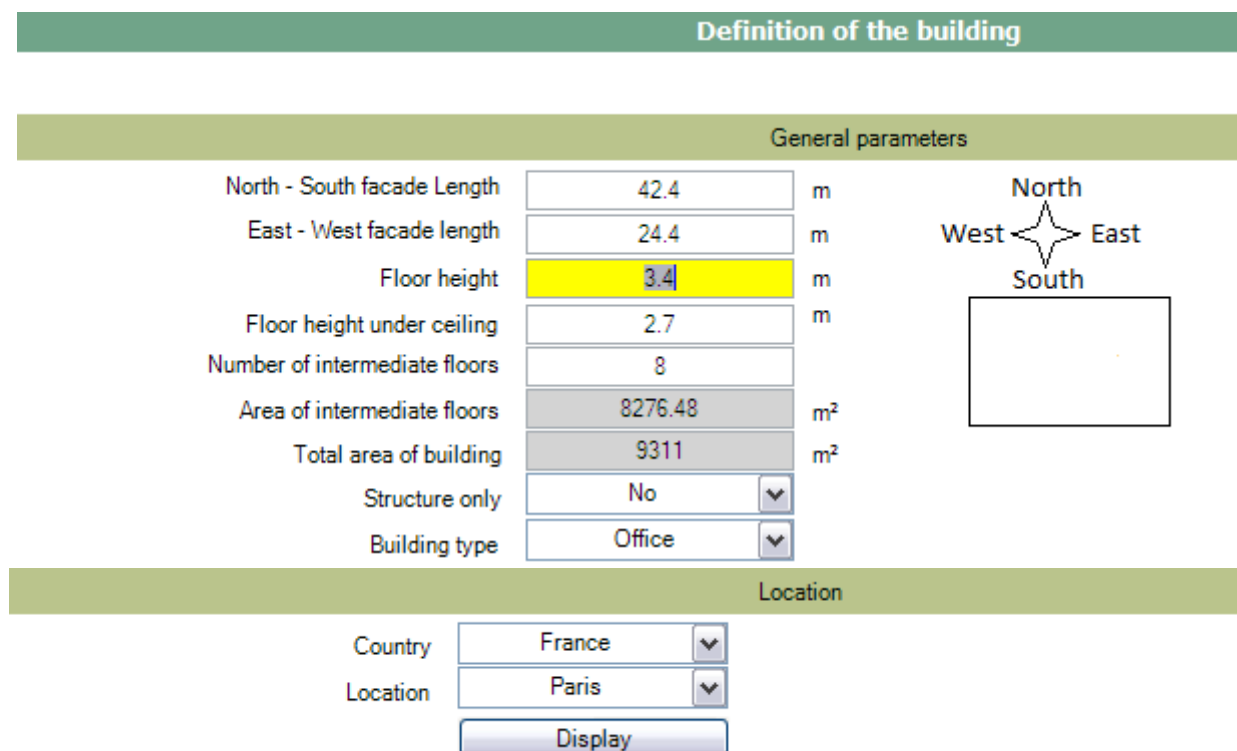
⇒ *Ogólne dane wejściowe budynku 1 w AMECO3*



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

⇒ *Dane wejściowe dla fasady (moduły A-C-D)*

Określenie danych ogólnych budynku



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	m²
Total area of building	9311	m²
Structure only	No	
Building type	Office	

North
West  East
South

Location

Country: France

Location: Paris

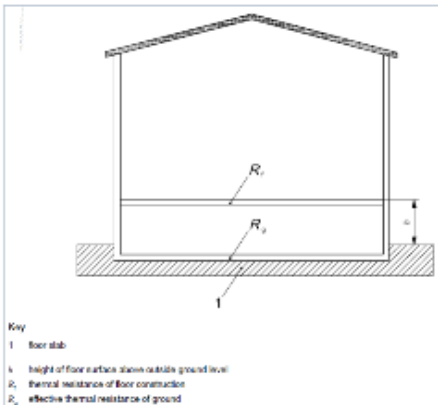
Display

Określenie fasady budynku: charakterystyka cieplna (wartości U) zastosowanych materiałów na fasadzie (przegrody, otwory, podłoga i dach) została zaimplementowana z wyrobów zdefiniowanych w 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							

Określenie podłogi na gruncie budynku

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)					



Określenie dachu

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/(m².K)			

⇒ Dane wejściowe dla fazy użytkowej budynku (moduł B)

Określenie warunków wewnętrznych

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		

Wybór instalacji

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				

⇒ *Ogólne dane konstrukcji budynku (moduły A-C-D)*

Określenie konstrukcji nośnej

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

Wybór typu podłogi

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

⇒ Dane dotyczące transportu elementów (moduł 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 Wyniki obliczeń z AMECO3

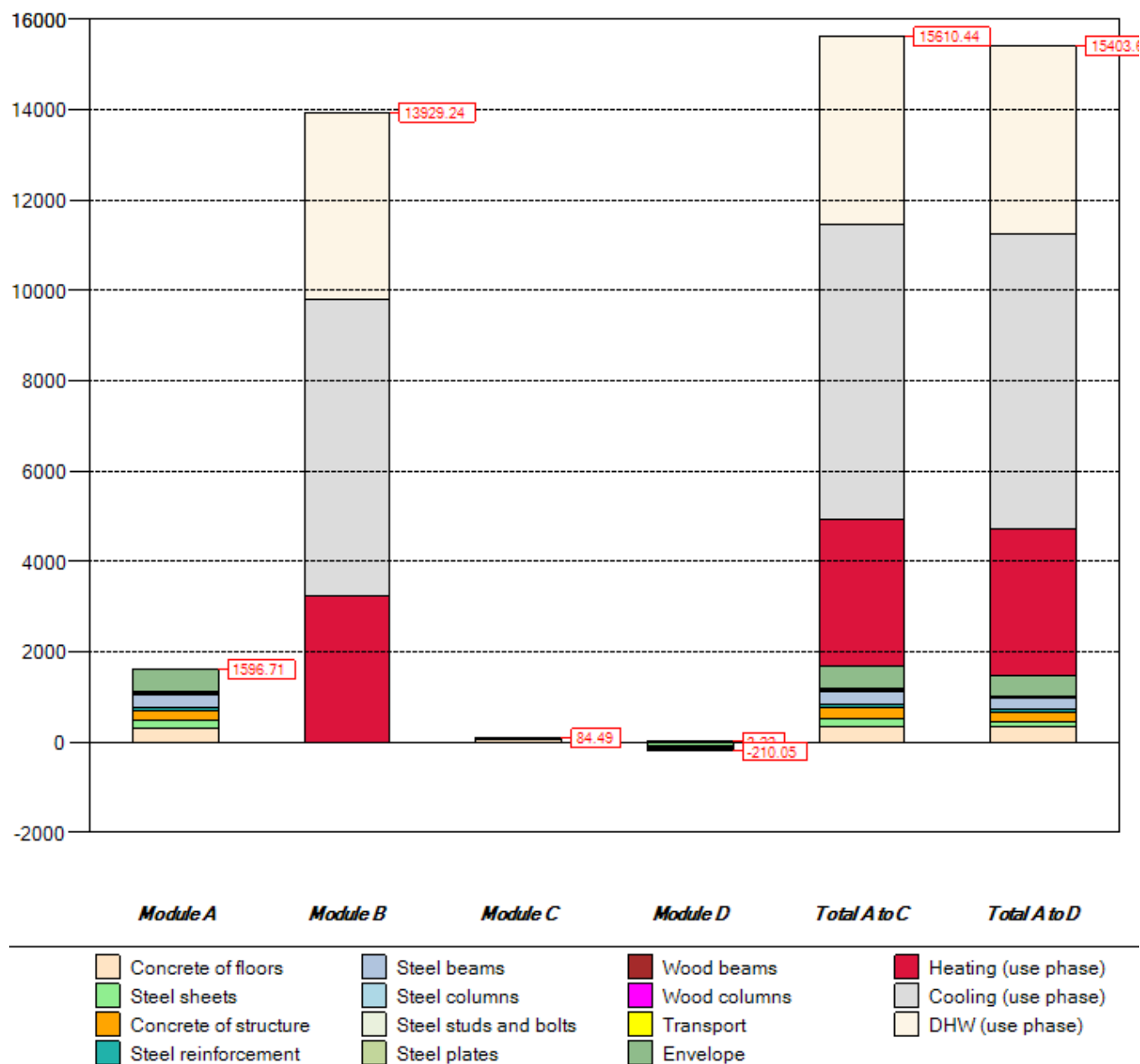
Budynek 1: stal S355 – rdzeń betonowySzczegółowe wyniki dla potencjału globalnego ocieplenia (t CO₂eq)

Budynek biurowy ze stali S355	Moduł A tCO ₂ eq	Moduł B tCO ₂ eq	Moduł C tCO ₂ eq	Moduł D tCO ₂ eq	Suma A do C tCO ₂ eq	Suma A do D tCO ₂ eq
Ilość stali	549,17	0	4,71	-148,78	553,88	405,1
Belki	276,92	0	1,38	-40,71	278,3	237,59
Kolumny	0	0	0	0	0	0
Połączenia płyt	36,84	0	0,09	-19,66	36,93	17,27
Zbrojenie	54,93	0	2,8	3,22	57,73	60,95
Arkusze podłogowe	180,48	0	0,44	-91,63	180,92	89,29
Ilość betonu	520,77	0	63,22	-3,51	583,99	580,48
Beton konstrukcyjny	216,19	0	23,02	-2,74	239,21	236,47
Płyty betonowe	304,58	0	40,2	-0,77	344,78	344,01
Fasada	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Suma fazy użytkowej	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Ogrzewanie	0	3233,37	0		3233,37	3233,37
Chłodzenie	0	6543,84	0		6543,84	6543,84
C.W.U.	0	4152,03	0		4152,03	4152,03
Transport	36,78	0	0		36,78	36,78
Oddziaływanie modułu	1596,71	13929,24	84,48	-206,83	15610,43	15403,6

Na podstawie powyższych wyników można zaobserwować że moduł B, ukazujący fazę użytkową budynku, jest dominujący w porównaniu z pozostałymi modułami.

Wyniki dla potencjału globalnego ocieplenia (t CO₂eq) przedstawia poniższy wykres.

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Budynek 2: struktura i rdzeń z betonuSzczegółowe wyniki dla potencjału globalnego ocieplenia (t CO₂eq)

Budynek biurowy z betonu	Moduł A tCO ₂ eq	Moduł B tCO ₂ eq	Moduł C tCO ₂ eq	Moduł D tCO ₂ eq	Suma A do C tCO ₂ eq	Suma A do D tCO ₂ eq
Ilość stali	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Belki	0	0	0	0	0	0
Kolumny	0	0	0	0	0	0
Połączenia płyt	0	0	0	0	0	0
Zbrojenie	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Arkusze podłogowe	0	0	0	0	0	0
Ilość betonu	1078,55	0	133,44	-6,28	1211,99	1205,71
Beton konstrukcyjny	349,74	0	37,24	-4,43	386,98	382,55
Płyty betonowe	728,81	0	96,2	-1,85	825,01	823,16
Fasada	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Suma fazy użytkowej	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Ogrzewanie		3233,37			3233,37	3233,37
Chłodzenie		6543,84			6543,84	6543,84
C.W.U.		4152,03			4152,03	4152,03
Transport	60,56	0	0	0	60,56	60,56
Oddziaływanie modułu	1757,55	13929,24	156,54	-53,28	15843,33	15790,05

Budynek 3: konstrukcja i rdzeń ze stali S460Szczegółowe wyniki dla potencjału globalnego ocieplenia (t CO₂eq)

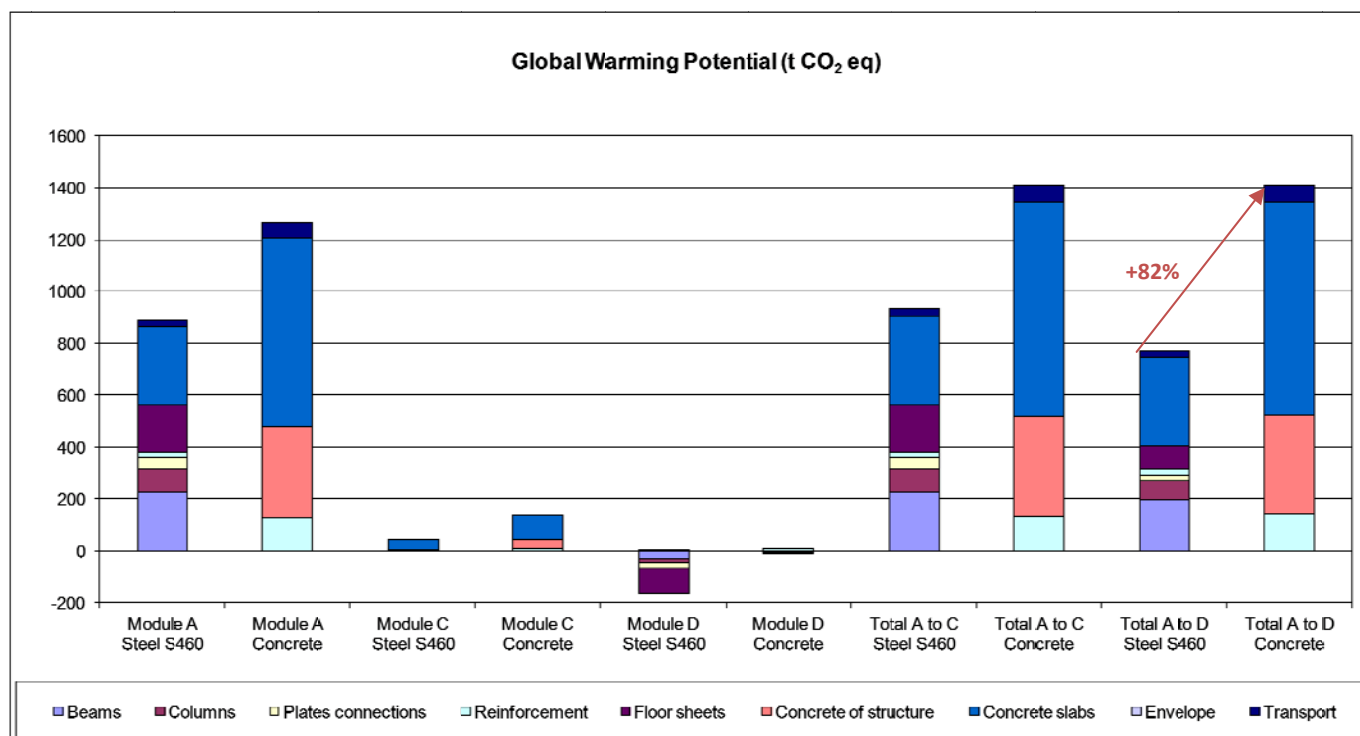
Budynek biurowy ze stali S460	Moduł A tCO ₂ eq	Moduł B tCO ₂ eq	Moduł C tCO ₂ eq	Moduł D tCO ₂ eq	Suma A do C tCO ₂ eq	Suma A do D tCO ₂ eq
Ilość stali	559.6	0	3.15	-160.09	562.75	402.66
Belki	227.51	0	1.13	-33.44	228.64	195.2
Kolumny	87.1	0	0.43	-12.8	87.53	74.73
Połączenia płyt	43.91	0	0.1	-23.43	44.01	20.58
Zbrojenie	20.6	0	1.05	1.21	21.65	22.86
Arkusze podłogowe	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
Ilość betonu	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Beton konstrukcyjny	0	0	0	0	0	0
Płyty betonowe	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Fasada	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Suma fazy użytkowej	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
Ogrzewanie		3233.37			3233.37	3233.37
Chłodzenie		6543.84			6543.84	6543.84
CWU.		4152.03			4152.03	4152.03
Transport	25.31	0	0	0	25.31	25.31
Oddziaływanie modułu	1379.48	13929.24	59.9	-215.4	15368.62	15153.22

W przypadku takich trzech budynków można zauważyć, że moduł B, który jest fazą użytkową budynku, jest dominujący w porównaniu z innymi modułami. Ponadto faza użytkowania nie zależy od typu konstrukcji (beton lub stal) budynku.

Wyniki te pokazują, że konstrukcja ma znikomy wpływ na globalne oddziaływanie środowiskowe budynku, w porównaniu z eksploatacją i użytkowaniem budynków.

Kolejne porównania ukazują przypadek po usunięciu fazy użytkowania budynku, aby podkreślić jak jego typ rzeczywiście oddziałuje na środowisko.

Porównanie pomiędzy budynkiem z betonu i zoptymalizowanym ze stali przedstawiono na poniższym rysunku.



W zakresie oddziaływania CO₂ wyniki otrzymane przez oprogramowanie wskazują, że istnieje duża różnica między betonowym i Eko-zoptymalizowanym budynkiem, która może sięgnąć 82%, jeśli recykling stali i waloryzacja kruszonego betonu są brane pod uwagę.

Badanie wykazało, że zastosowanie konstrukcji żelbetowej zapewnia wiele korzyści w zakresie oddziaływania na środowisko naturalne. Korzyści wynikają głównie z powodu lekkości konstrukcji żelbetowych. Stwierdzono, że projekt ograniczający ilość wykorzystania materiałów umożliwi zmniejszenie oddziaływania na środowisko konstrukcji budynków.

Recykling materiału na końcu życia (nieskończony recykling stali i waloryzacja betonu kruszonego) sprawia, że konstrukcja staje się najbardziej zrównoważona. Korzystanie z modułu D normy PN-EN 15804 pozwala na optymalizację oraz kontrolę/minimalizację oddziaływania budynku na środowisko.

Przykład ten wskazuje, że najlepszym wyborem konstrukcyjnym jest wybór konstrukcji żelbetowej. To rozwiązanie pozwala zastosować obydwa wyroby w ich najlepszej konfiguracji, tzn. betonu do ściskania, a stali do naprężenia. Redukuje to naprężenia konstrukcji, a przy okazji ogranicza całkowite oddziaływanie budynku na środowisko.

Podobny wniosek można przyjąć do zastosowania stali o wysokiej wytrzymałości. Zmniejsza całkowity wpływ na środowisko konstrukcji żelbetowej poprzez minimalizację wykorzystania materiałów.

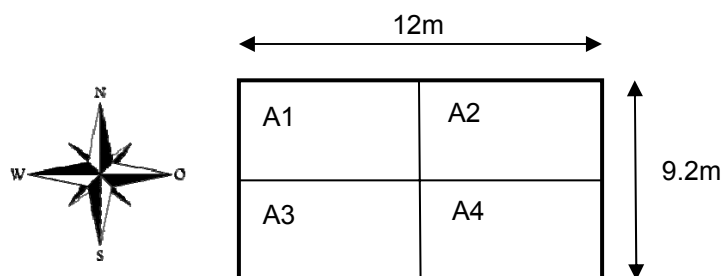
7.2. Budynek mieszkalny – wielorodzinny obiekt CasaBuna w Rumunii

7.2.1. Opis budynku

Casa Buna to obiekt zlokalizowany w Rumunii, w którym mogą zamieszkać 4 rodziny.



Budynek Casa Bunã jest podzielony na 4 mieszkania o powierzchni 55 m² każde, jednakowo rozłożonych na dwóch poziomach.



Całkowita wysokość budynku wynosi 6,85 m, aż do szczytu skośnego dachu. Skoro tylko płaski dach może zostać zamodelowany w AMECO3, średnia wysokość każdej z kondygnacji wynosi 2,9 m. Przekrój pionowy i poziomy budynku przedstawiono na rysunkach poniżej.

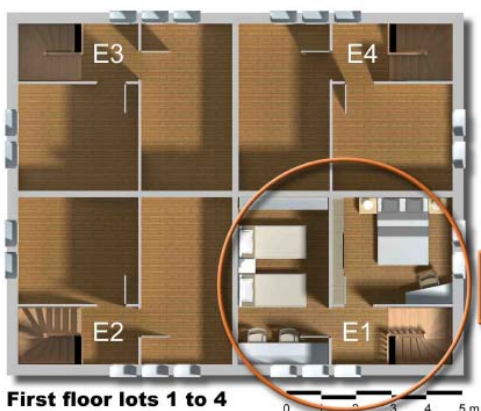


Ground floor lots 1 to 4

R1



Ground floor lot 1



First floor lots 1 to 4

E1



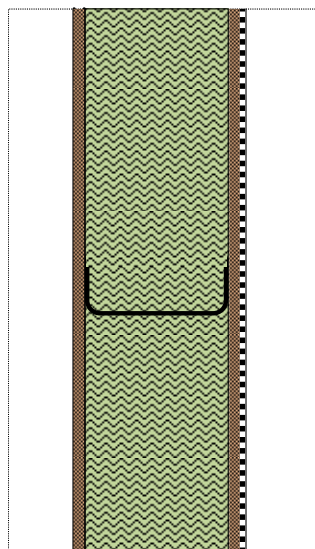
First floor lot 1

W tablicy poniżej podsumowano powierzchnię fasady budynku.

Tablica. Przegrody i powierzchnie przeszklone

	północ/południe [m ²]	zachód/wschód [m ²]	Suma [m ²]
Przegrody	47	41	87
Przeszklenia	22	12	34
Powierzchnia całkowita	69	53	122

Ściana jest zbudowana z lekkiej stalowej konstrukcji szkieletowej, zamkniętej deską (OSB), 120 mm wełny mineralnej i płyt gipsowo-kartonowych na wewnętrznej stronie. Składnik elewacji pokazano na rysunku poniżej.



Żadna dodatkowa konstrukcja nośna nie została do budynku wprowadzona.

Płyta na gruncie jest wykonana z betonu zbrojonego o grubości 0,2 m, zaizolowana 4 cm polistyrenu ekstrudowanego. Masa prętów wynosi 0,7 t. Strop pośredni jest oparty na zasadzie suchej podłogi.

Okna są podwójne z szybami o niskiej emisyjności i ramą z PVC.

Poniższa tablica ukazuje wartości U dla poszczególnych elementów budynku.

PRZEGRODY	0,30	W/m ² .K
PŁASKI DACH	0,37	W/m ² .K
OKNA	1,70	W/m ² .K
PODŁOGA NA GRUNCIE	0,60	W/m ² .K

Wymagane jest również, jako dane wejściowe, określenie wewnętrznej zdolności cieplnej podłogi i przegród wewnętrznych. Szczegóły obliczeń przedstawiono poniżej.

Podłoga na gruncie 0.2 m betonu + płytki	74324	J/m ² K
Strop pośredni Linoleum + OSB + arkusz ze stali + komora powietrzna + płyta gipsowo-kartonowa	32447	J/m ² K
Przegrody wewnętrzne płyta gipsowo-kartonowa + wełna skalna + lekka stalowa konstrukcja szkieletowa + płyta gipsowo-kartonowa	13081	J/m ² K

Zapotrzebowanie na ogrzewanie i chłodzenie zapewnione jest przez klimatyzator dzielony, na podstawie punktów nastawy odpowiednio temperatury 20°C i 25°C. Budynek jest wentylowany w sposób naturalny. System ciepłej wody użytkowej jest oparty na kotle elektrycznym z wydajnością 90%.

Z niniejszego badania wyłączony jest fundament, a także ścianki działowe i drzwi. Prace wykończeniowe oraz umeblowanie są również wykluczone z analizy. Tylko dodatkowe straty z tytułu zintegrowanych mostków cieplnych są wliczone w konsumpcji energii budynku.

7.2.2. Dane wejściowe do AMECO3

7.2.2.1 Wejściowe dane podstawowe dla budynku mieszkalnego w AMECO3

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

7.2.2.2 Dane wejściowe – geometria budynku (moduły A-C-D)

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 Dane wejściowe – komponenty budynku (moduły 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 concret 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
- h 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 ?

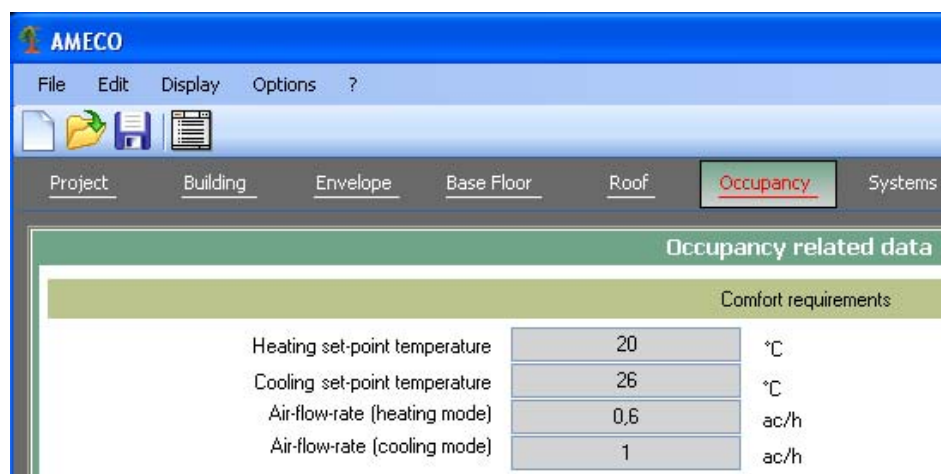
Project Building Envelope Base Floor **Roof** Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

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. Dane wejściowe – faza użytkowania budynku (moduł 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. Dane wejściowe – konstrukcja budynku (moduły 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

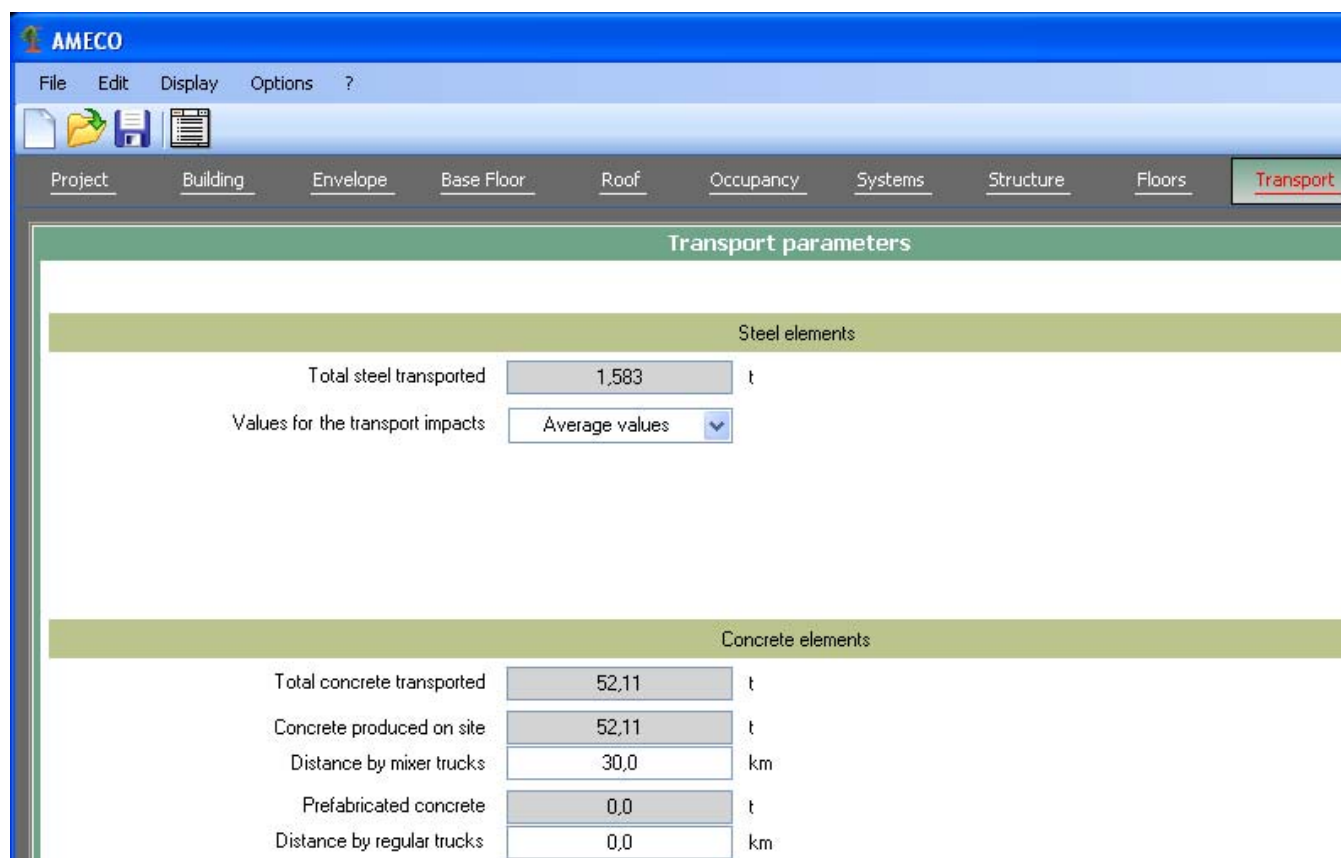
Steel elements

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. Dane wejściowe – transport elementów (moduł A)



AMECO

File Edit Display Options ?

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

Transport parameters

Steel elements

Total steel transported 1,583 t

Values for the transport impacts Average values ▼

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

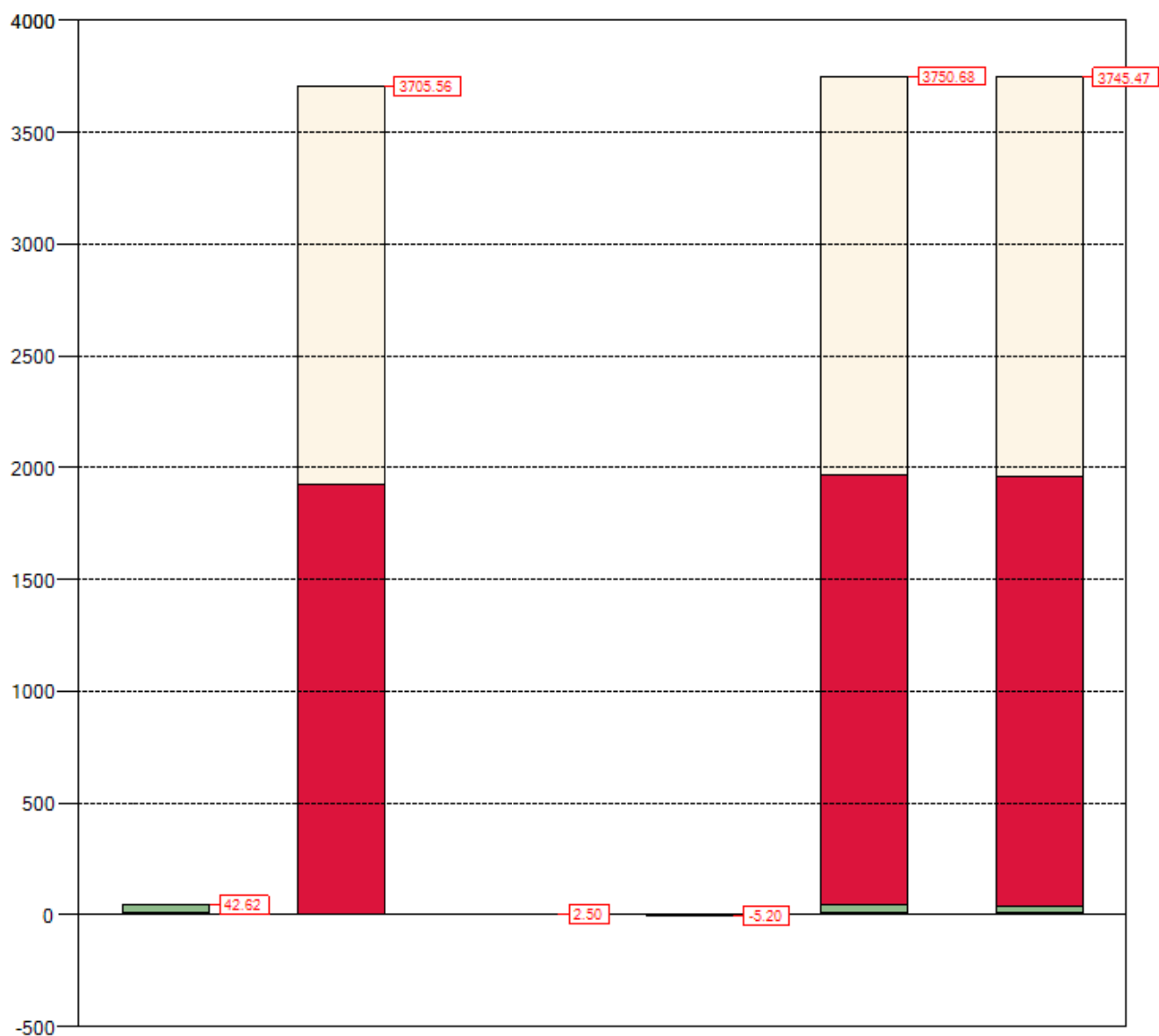
7.2.3. Wyniki obliczeń AMECO3

Tabela poniżej przedstawia sumaryczne rezultaty obliczonych oddziaływań środowiskowych w cyklu życia dla budynku CasaBuna.

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 (tCF ₂ eq)	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

Wyniki wskazują, że faza użytkowa zdominowała wyniki w cyklu życia. Biorąc pod uwagę Potencjał Globalnego Ocieplenia (GWP) tabela wskazuje, że faza użytkowania wynosi 99% całkowitego wpływu na ten wskaźnik.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Module A

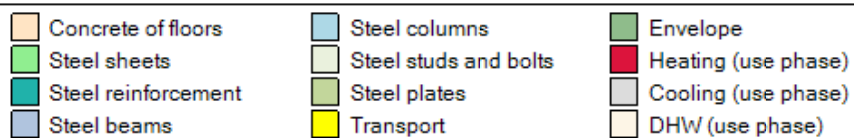
Module B

Module C

Module D

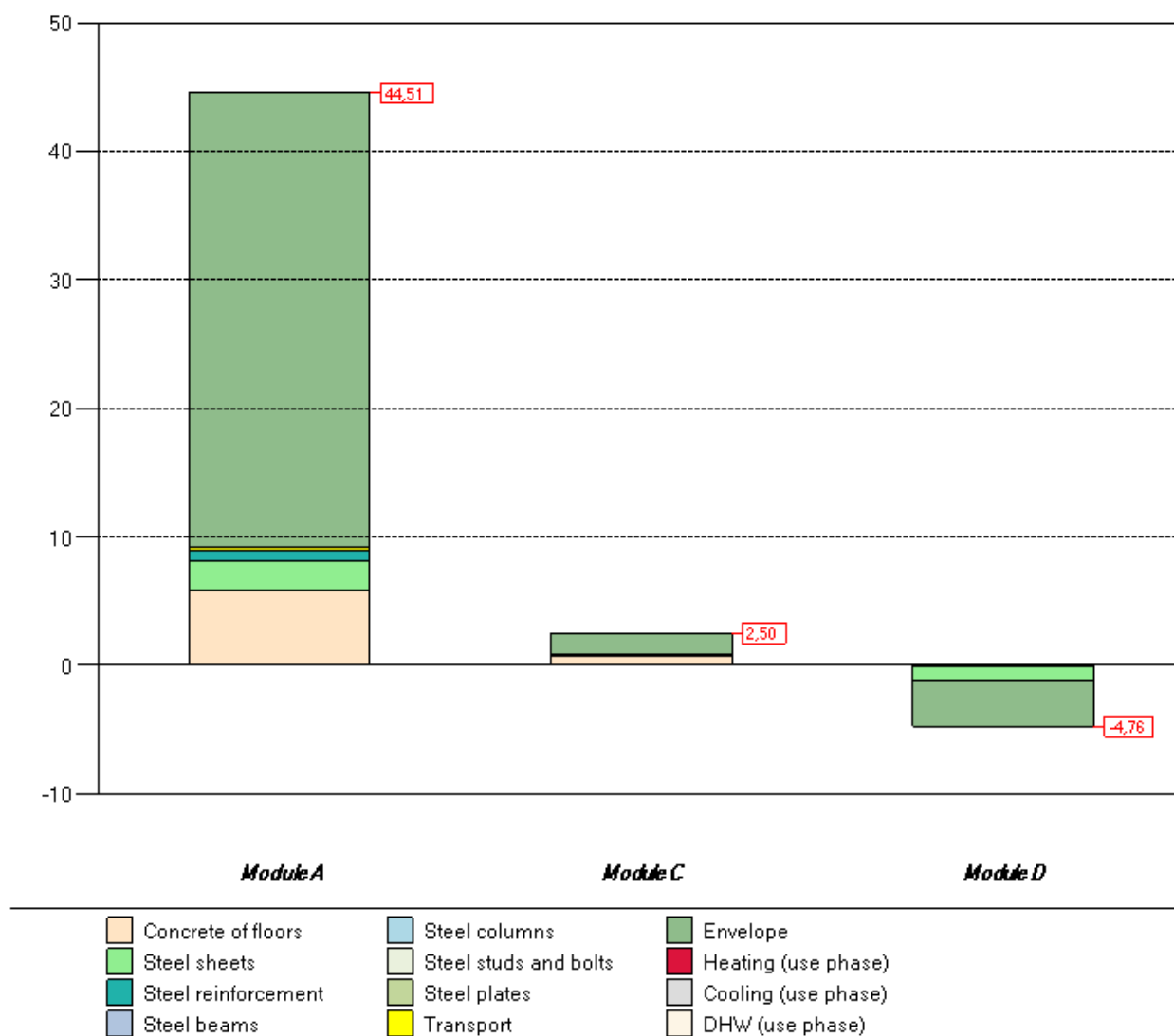
Total A to C

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

Przyglądając się wskaźnikowi GWP w produkcji materiałów (moduł A) można stwierdzić, że 79% całego oddziaływania powodowane jest komponentami fasady i ścian obudowy, dachem i oknami.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Całkowite roczne zużycie energii dla budynku wynosi 15,6 kWh/m²rok.

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. Hala przemysłowa

7.3.1. Zakres analizy

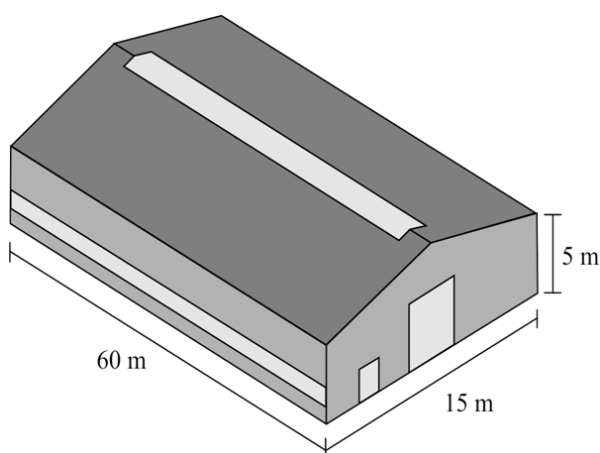
Celem analizy jest porównanie oddziaływań środowiskowych w cyklu życia dwóch rozwiązań konstrukcyjnych hal przemysłowych:

- hali ramowej z profilami walcowanymi na gorąco,
- hali kolumnowej z żelbetowymi kolumnami i dźwigarami.

Dwa różne typy dźwigarów brane są pod uwagę w obliczeniach środowiskowych stalowych konstrukcji nośnych.

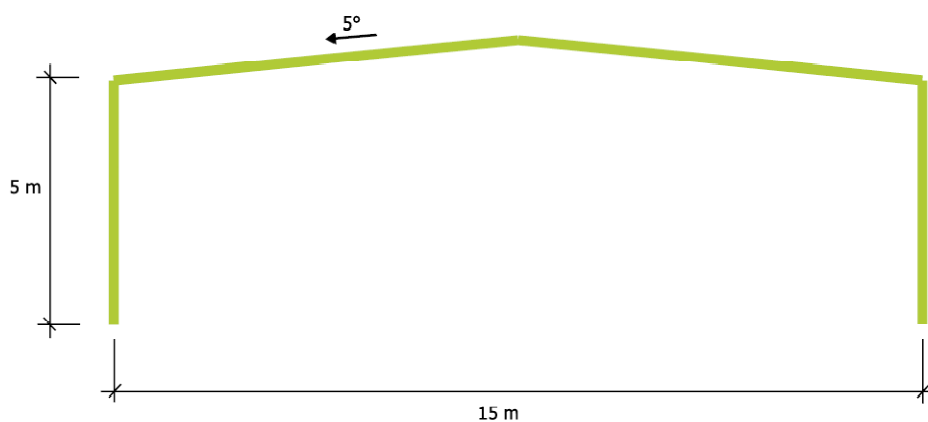
7.3.2. Opis budynku

Budynek hali przemysłowej, parterowy, o powierzchni 900 m², jak przedstawiono na poniższym rysunku.



7.3.3. Konstrukcja nośna

Rozstaw konstrukcji wynosi 15 m, odległość pomiędzy kolejnymi ramami wynosi 6 m. Wysokość wynosi 5 m, a nachylenie dachu 5° – tak jak pokazano na rysunku poniżej.



Rozwiązanie konstrukcyjne dla 3 wariantów przedstawiono w tabeli poniżej.

Komponent konstrukcji	Wariant 1 Rama stalowa S235	Wariant 2 Rama stalowa S460	Wariant 3 Rama betonowa
Dźwigar	IPE 450	IPE 330	Beton prefabrykowany unit T80
			Zbrojenie BSt500 202,5 kg/m ³
Kolumny	Podstawowe IPE400 Poboczne HEA480	Podstawowe IPE400 Poboczne HEA480	Beton 0,4 x 0,4m C30/37
			Zbrojenie BSt500 108,1 kg/m ³

Zdjęcie poniżej przedstawia stalowe rozwiązanie konstrukcyjne.



Przykładowa hala przemysłowa znajduje się w regionie klimatycznym miasta Paryża.

Podstawa hali zbudowana jest z izolowanych płyt żelbetowych. Zestawienie materiałów użytych do konstrukcji różnych wariantów hali przedstawiono w tabeli poniżej.

Komponent konstrukcji	Wariant 1 Rama stalowa S235	Wariant 2 Rama stalowa S460	Wariant 3 Rama betonowa
Dźwigary	6,88 t	4,33 t	Beton 34,19 t
			Zbrojenie 2,93 t
Kolumny	4,17 t	4,17 t	Beton 30,12 t
			Zbrojenie 1,38 t
Łączniki	/	/	/
Śruby	43 kg	43 kg	/
Łączenia płyt	336 kg	336 kg	/
Podłoga na gruncie	Beton : 425,7 kg	Beton : 425,7 kg	Beton : 425,7 kg
	14,4 t	14,4 t	14,4 t

7.3.4. Obudowa

Fasada budynku składa się ze ściany warstwowej typu Sandwich z 80 mm warstwą poliuretanu. Grubość fasady do celów obliczeń środowiskowych będzie podwyższona do 200 mm, aby ocenić efekt środowiskowy. Dach spadzisty (5°) skonstruowany jest z blachy stalowej 1 mm i izolowany 140 mm wełny mineralnej.

Okna hali są dwuszybowe z aluminiową ramą.

Poniższa tabela przedstawia wartości U dla poszczególnych elementów.

Ściana : PU sandwich panels		
Grubość : 80 mm	0,33	W/m ² K
Grubość : 200 mm	0,12	
Dach	0,31	W/m ² K
Okna	2,6	W/m ² K
Podstawa	0,44	W/m ² K

W tabeli poniżej przedstawiono pojemności cieplne elementów obudowy budynku.

Podstawa 0,2 m betonu	460000	J/m ² K
Stropy	0	J/m ² K
Ściany wewnętrzne	0	J/m ² K

7.3.5. Systemy HVAC

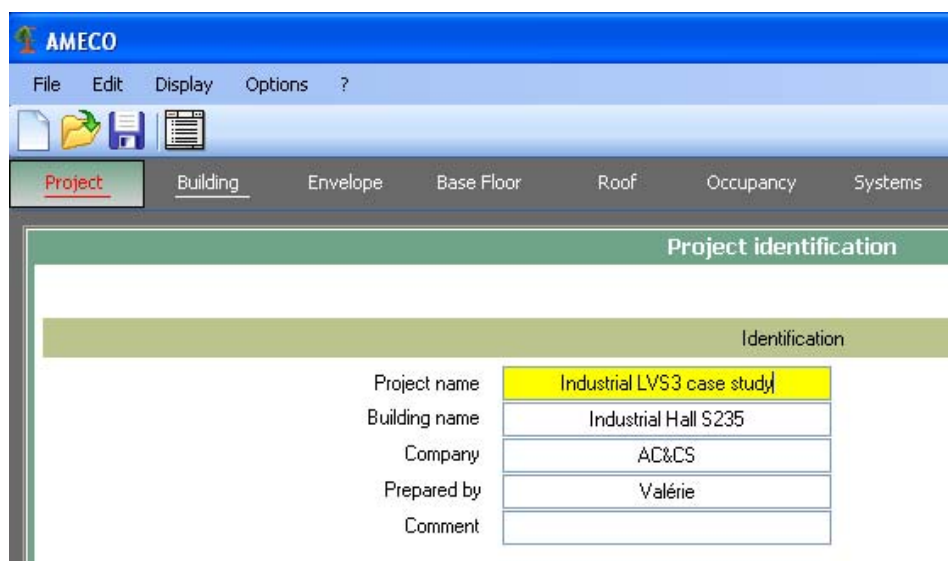
System grzewczy wykorzystuje piec gazowy z temperaturą początkową 20°C. Nie uwzględnia się chłodzenia i mechanicznej wentylacji oraz systemu przygotowania ciepłej wody w budynku.

7.3.6. Dodatkowe założenia

Fundamenty nie są uwzględniane w analizowanym przypadku, tak samo jak ściany działowe i drzwi; wykończenie hali również nie jest brane pod uwagę. Uwzględnia się natomiast mostki cieplne.

7.3.7. Dane wejściowe do AMECO3

7.3.7.1 Podstawowe dane wejściowe dla budynku AMECO3



AMECO

File Edit Display Options ?

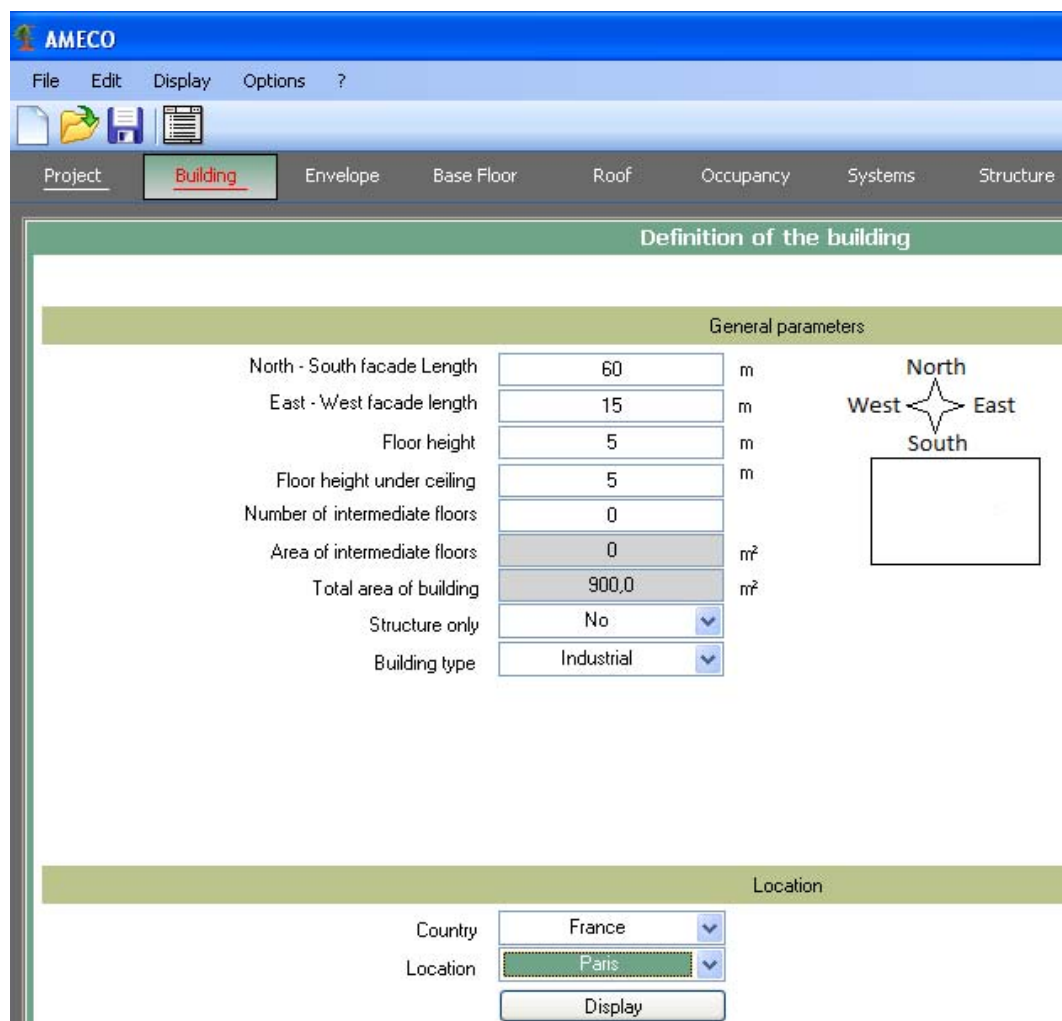
Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems

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 Dane wejściowe - geometria (moduły 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 Dane wejściowe - komponenty (moduły 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. Dane wejściowe – faza użytkowania budynku (moduł 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. Dane wejściowe – konstrukcja budynku (moduły A-C-D)

Dla hali stalowej 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

Dla hali stalowej 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. Dane wejściowe – element (moduł A)

AMECO

File Edit Display Options ?

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

Transport parameters

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. Wyniki obliczeń AMECO3

7.3.8.1 Dla konstrukcji stalowej S235

Poniższa tabela przedstawia wyniki oceny dla każdego oddziaływania środowiskowego w cyklu życia konstrukcji stalowej S235.

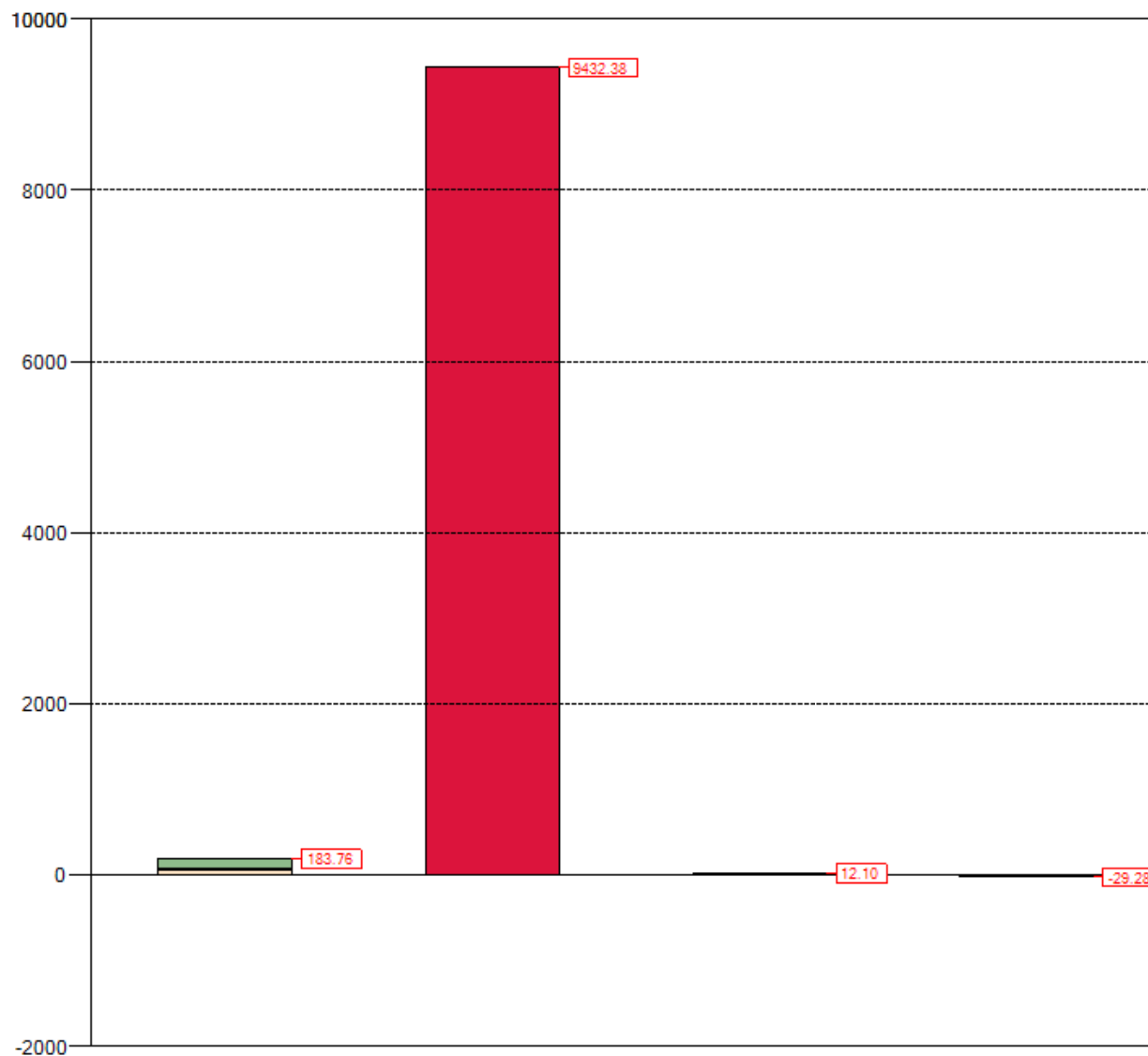
Synthesis of results for Industrial hall

	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 m3)	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

Oddziaływanie fazy użytkowania B jest dominujące w całym cyklu życia.

Szczegółowe wyniki dla oddziaływania GWP przedstawione są na wykresach poniżej. Faza użytkowania (moduł B) stanowi 99% GWP całego cyklu życia dla hali stalowej S235.

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Module A

Module B

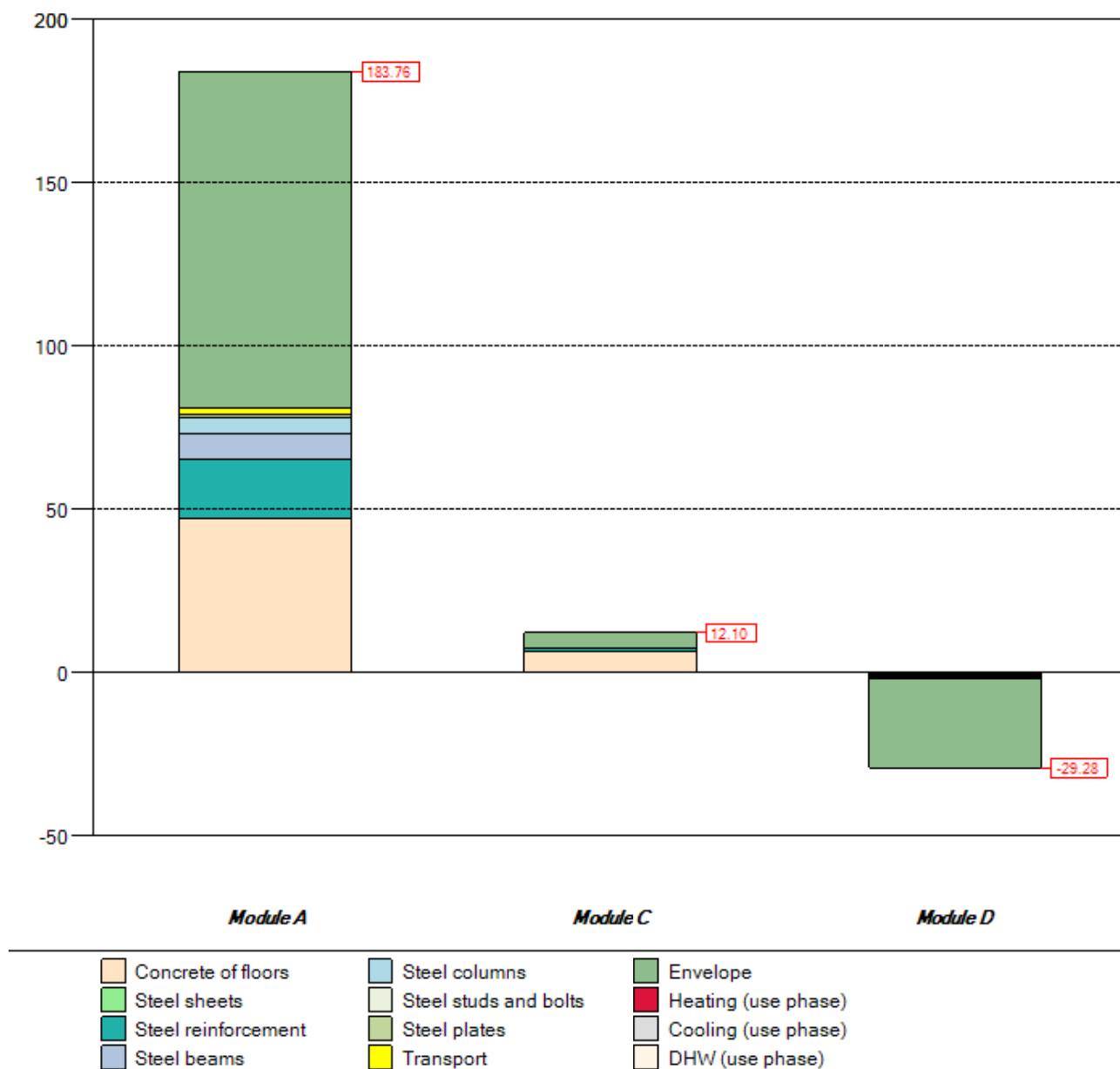
Module C

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)

Poniższy wykres przedstawia oddziaływanie środowiskowe GWP dla fazy wznoszenia budynku i rozkład wpływu poszczególnych komponentów hali.

Global Warming Potential (tCO₂eq)



Dla fazy wznoszenia komponenty obudowy stanowią 56% oddziaływania GWP. GWP konstrukcji wynosi 78.6 tCO₂-eq. Podstawa budynku to 47.31 tCO₂-eq, co stanowi 60% GWP obudowy.

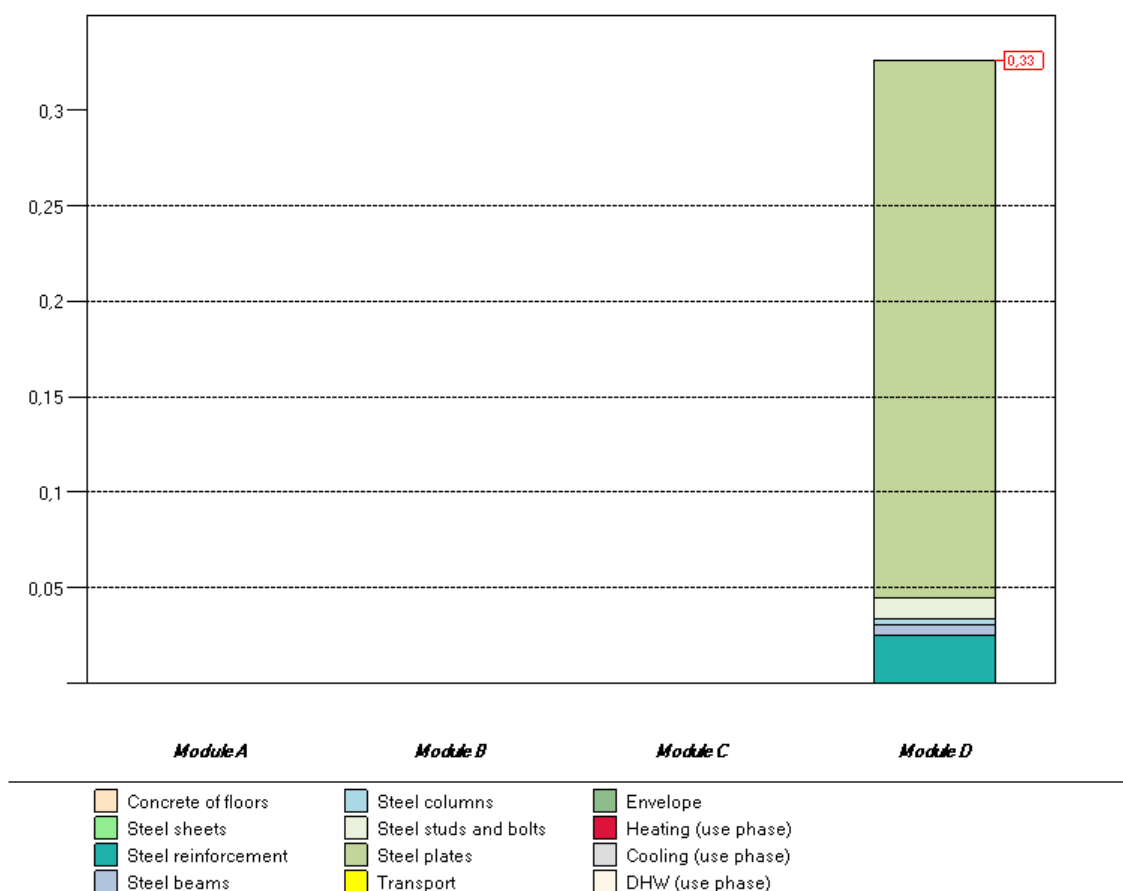
Moduł D określa zyski środowiskowe poza systemem budynku, wynikające z odzysku i recyklingu zastosowanych materiałów.

Components for reuse (t)

*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)

Materials for recycling (t)



Zapotrzebowanie na energię grzewczą wynosi 19 kWh/m²rok (zobacz table poniżej).

Use phase heating

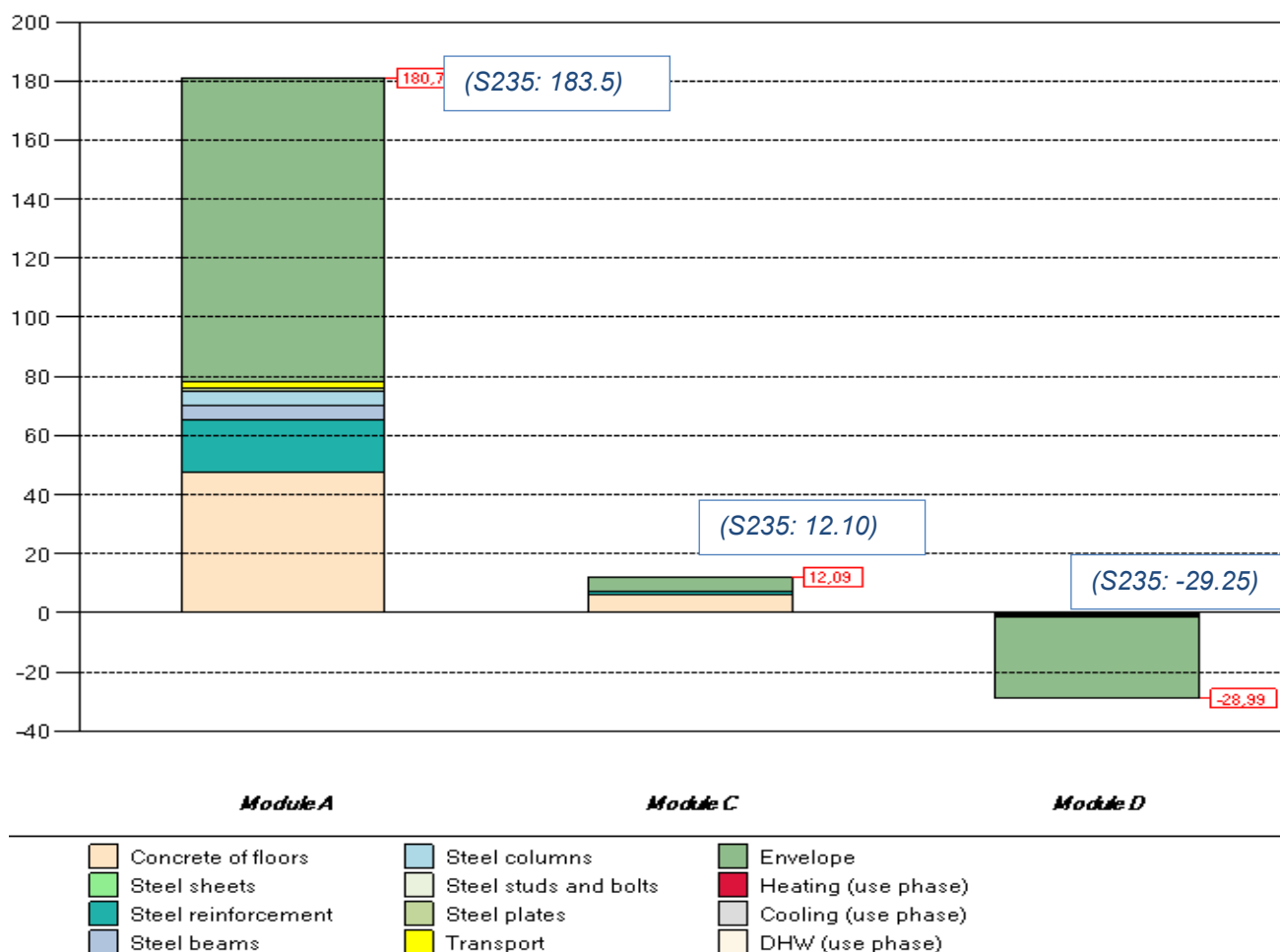
Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	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 System konstrukcyjny S460

Zmiana klasy stali umożliwia zmniejszenie wagi całej konstrukcji z 6,66 Mg (S235) do 4,33 Mg co stanowi redukcję rzędu 2,33 Mg. Ma to istotny wpływ na redukcję GWP dla modułów A, C i D.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

Zmiana jakości zastosowanej stali w konstrukcji umożliwia redukcję śladu węglowego netto 2,69 tCO₂-eq w porównaniu do konstrukcji S235. Dla fazy wznoszenia wartość GWP od elementów obudowy stanowi 57% wartości całej tego oddziaływania, co jest porównywalne z wartościami uzyskanymi dla rozwiązania S235.

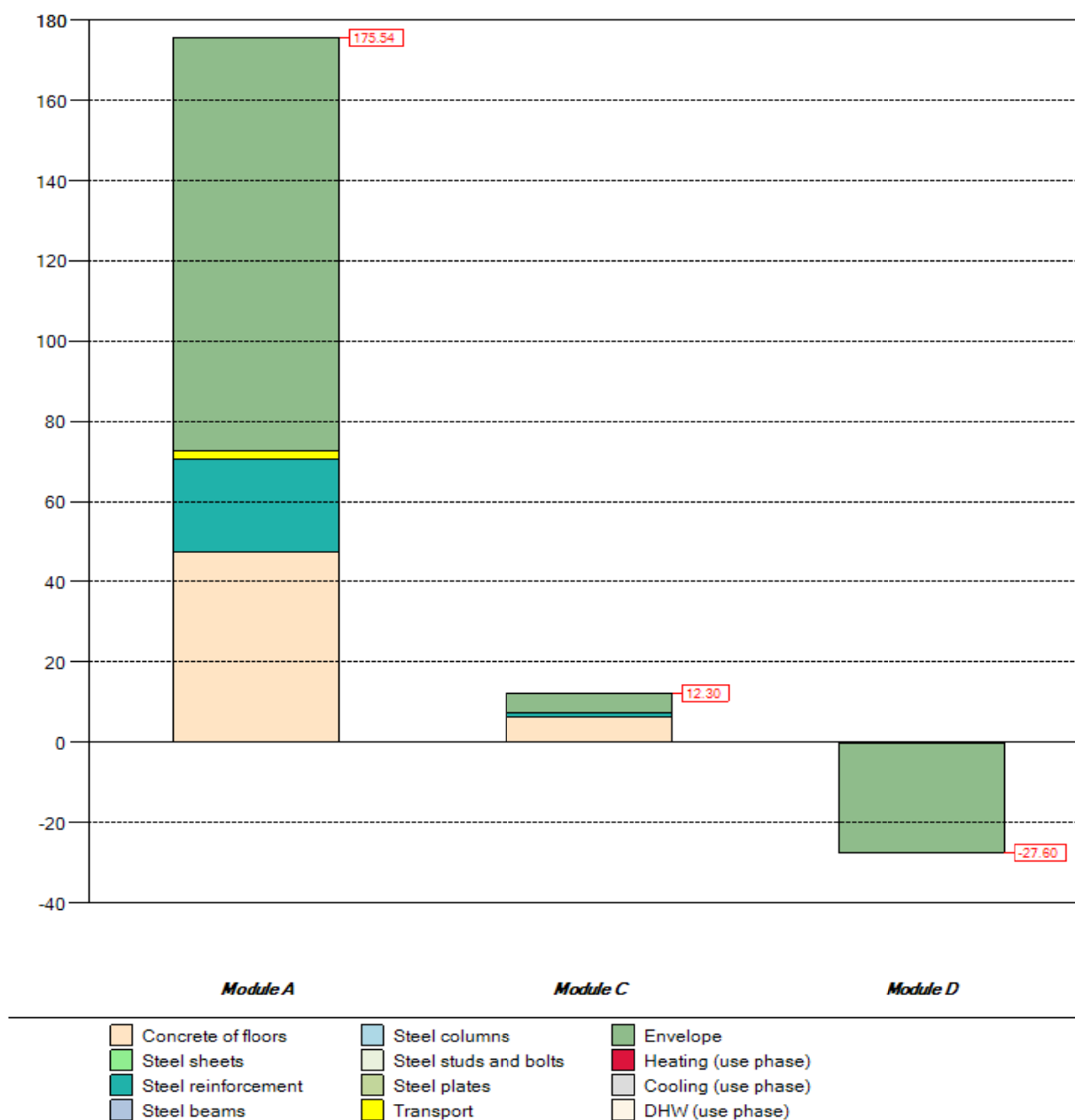
7.3.8.3 Konstrukcja betonowa

Poniższa tabela przedstawia oddziaływania środowiskowe budynku hali o konstrukcji betonowej.

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

Udział fazy użytkowej, podobnie jak dla rozwiązań ram stalowych, jest dominujący w całym cyklu życia.

Oddziaływanie środowiskowe GWP dla zastosowanych komponentów przedstawiono poniej.

Global Warming Potential (tCO₂eq)

GWP na fazę wyrobu (moduł A) na poziomie 182,7 t CO₂-eq. GWP dla konstrukcji nośnej wynosi 79,95 t CO₂-eq, a 29% to belki. GWP od betonu na gruncie to 26% całego oddziaływania GWP dla fazy A.

Poniższy wykres pokazuje zyski poza systemem budynku (moduł D) wynikające z recyklingu elementów obudowy; głównie lekkich elementów stalowych w fasadzie i pokrycia stalowego dachu.

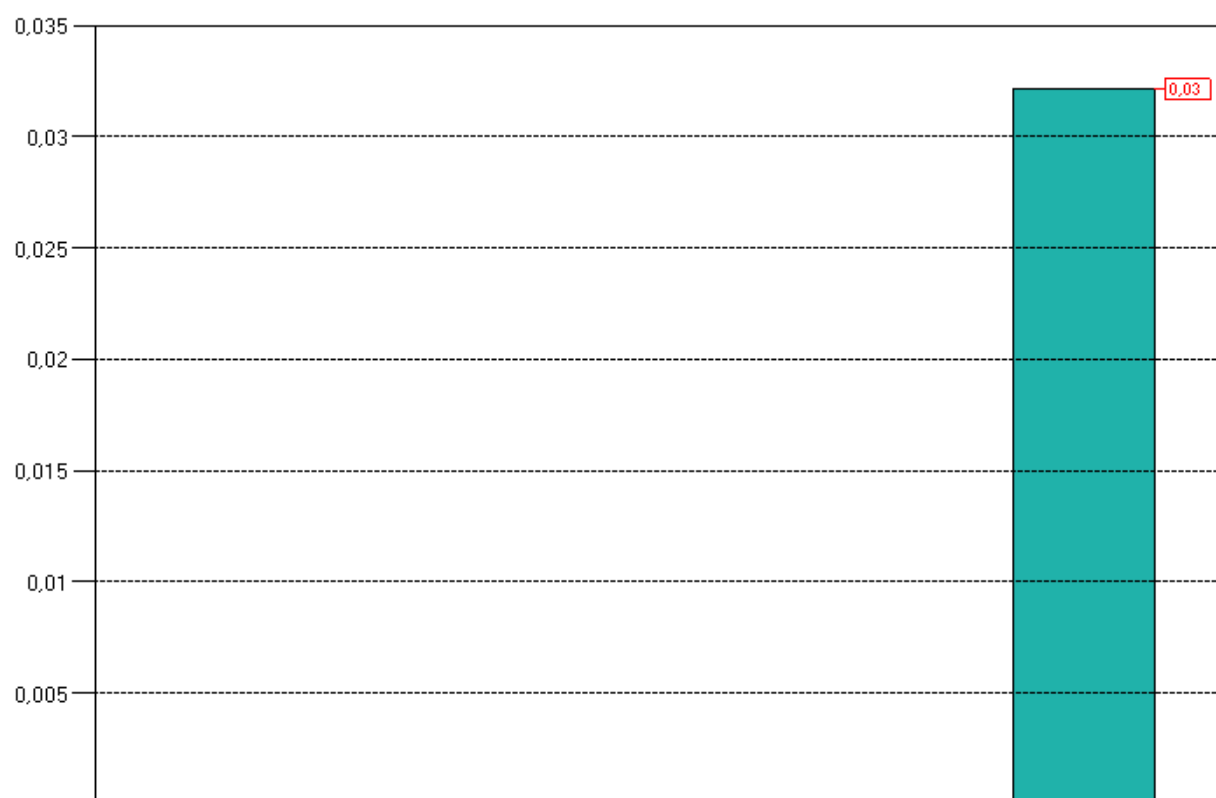
Global Warming Potential (tCO₂eq)

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)

Metiały, które mogą zostać recyklingowane stanowią 0,03 tony, co jest wartością niższą niż dla konstrukcji S235 (0,33 t).

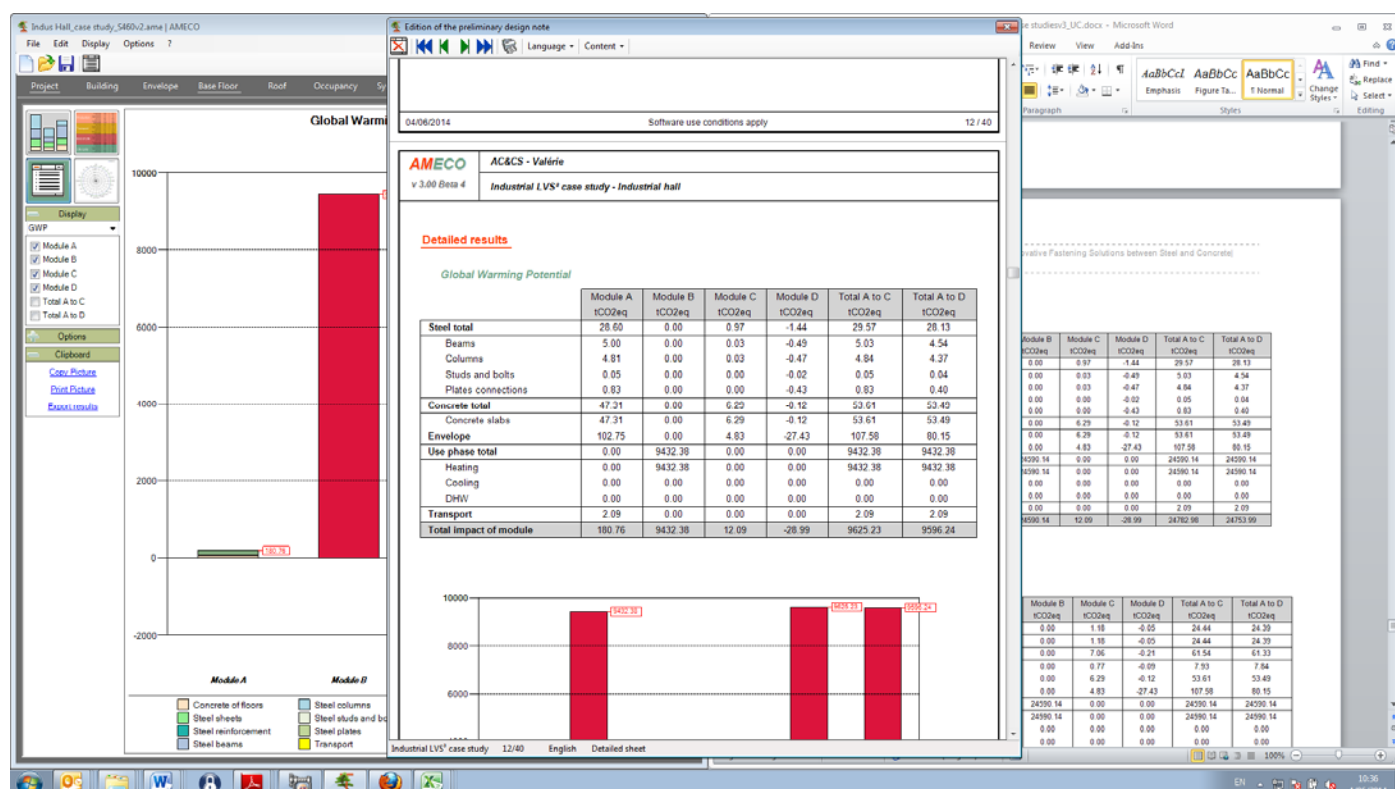
Materials for recycling (t)



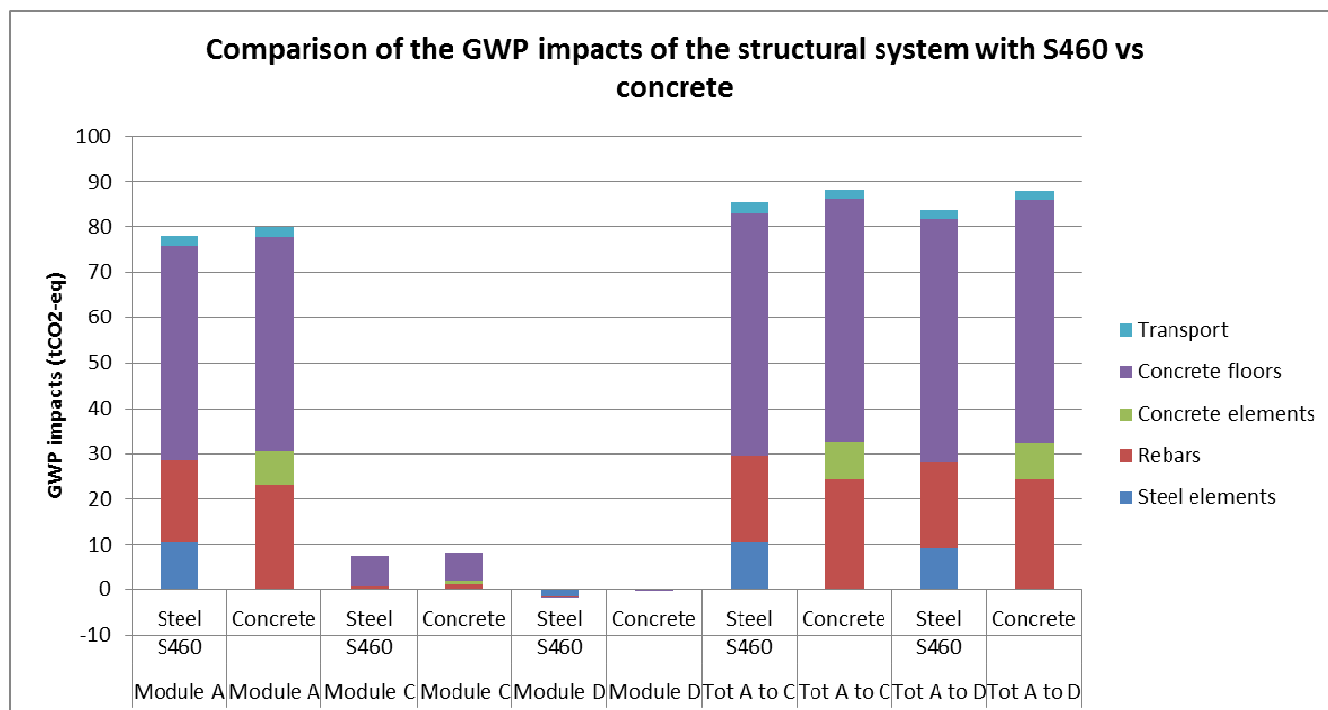
Module A	Module B	Module C	Module D
Concrete of floors	Steel beams	Wood beams	Heating (use phase)
Steel sheets	Steel columns	Wood columns	Cooling (use phase)
Concrete of structure	Steel studs and bolts	Transport	DHW (use phase)
Steel reinforcement	Steel plates	Envelope	

7.3.8.4. Porównanie oddziaływań GWP dla 3 rozwiązań hali przemysłowej

Rysunek poniżej przedstawia porównanie wskaźników GWP dla różnych rozwiązań konstrukcyjnych ze stalą S460 i betonem dla modułów A, C i D. Szczegóły dla każdego rozwiązania konstrukcyjnego przedstawiono poniżej.

Wariant 2 : S460**Wariant 3 : beton****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

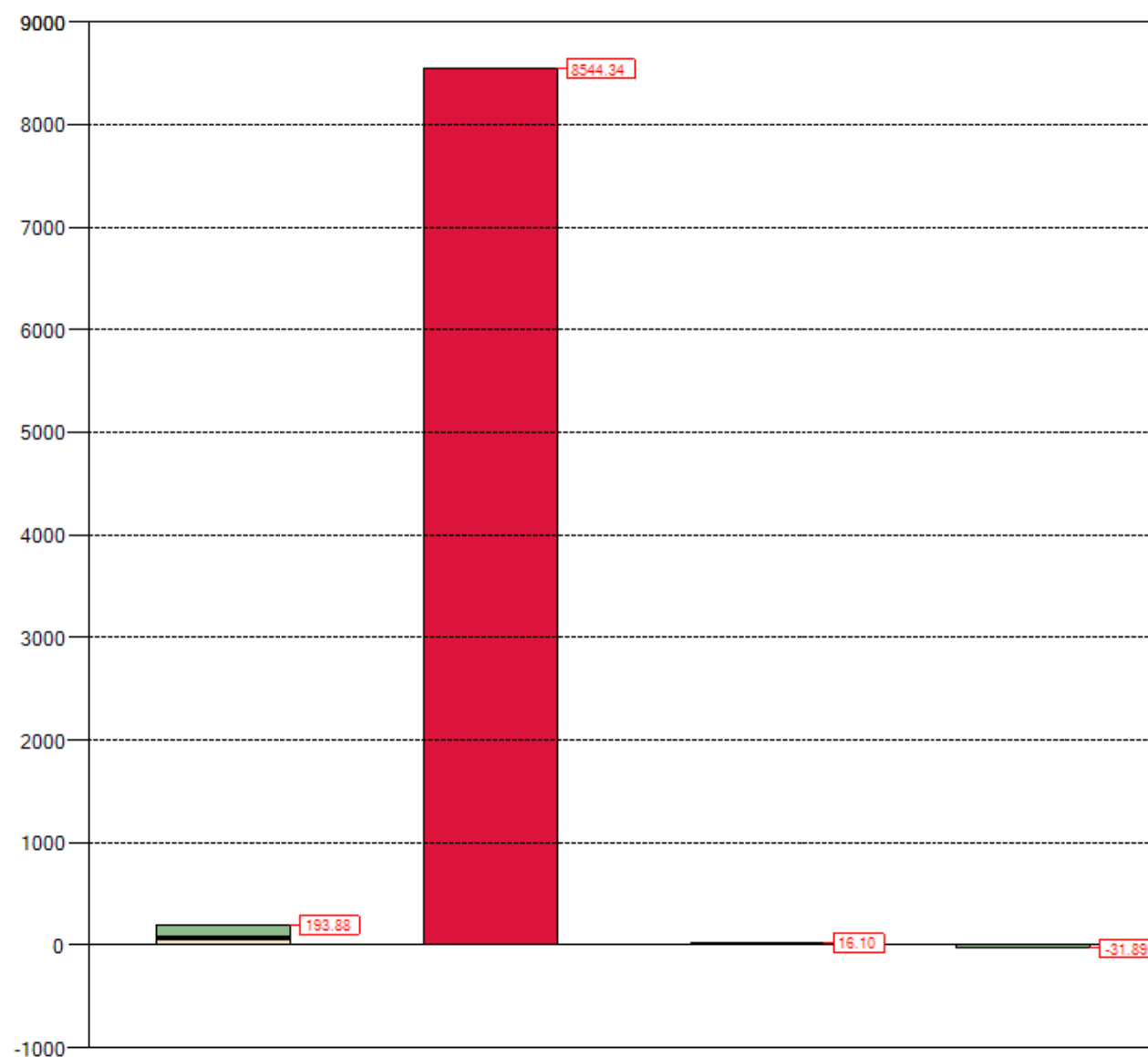


7.3.9. Zyski środowiskowe wynikające ze zwiększenia izolacji

Jak wykazano w poprzednim rozdziale udział fazy użytkowania to ponad 99% całkowitego oddziaływania GWP hali w cyklu życia.

W celu znacznego obniżenia udziału fazy użytkowania w cyklu życia należy budynek ocieplić grubszą warstwą izolacji. Program AMECO z łatwością przelicza taką modyfikację.

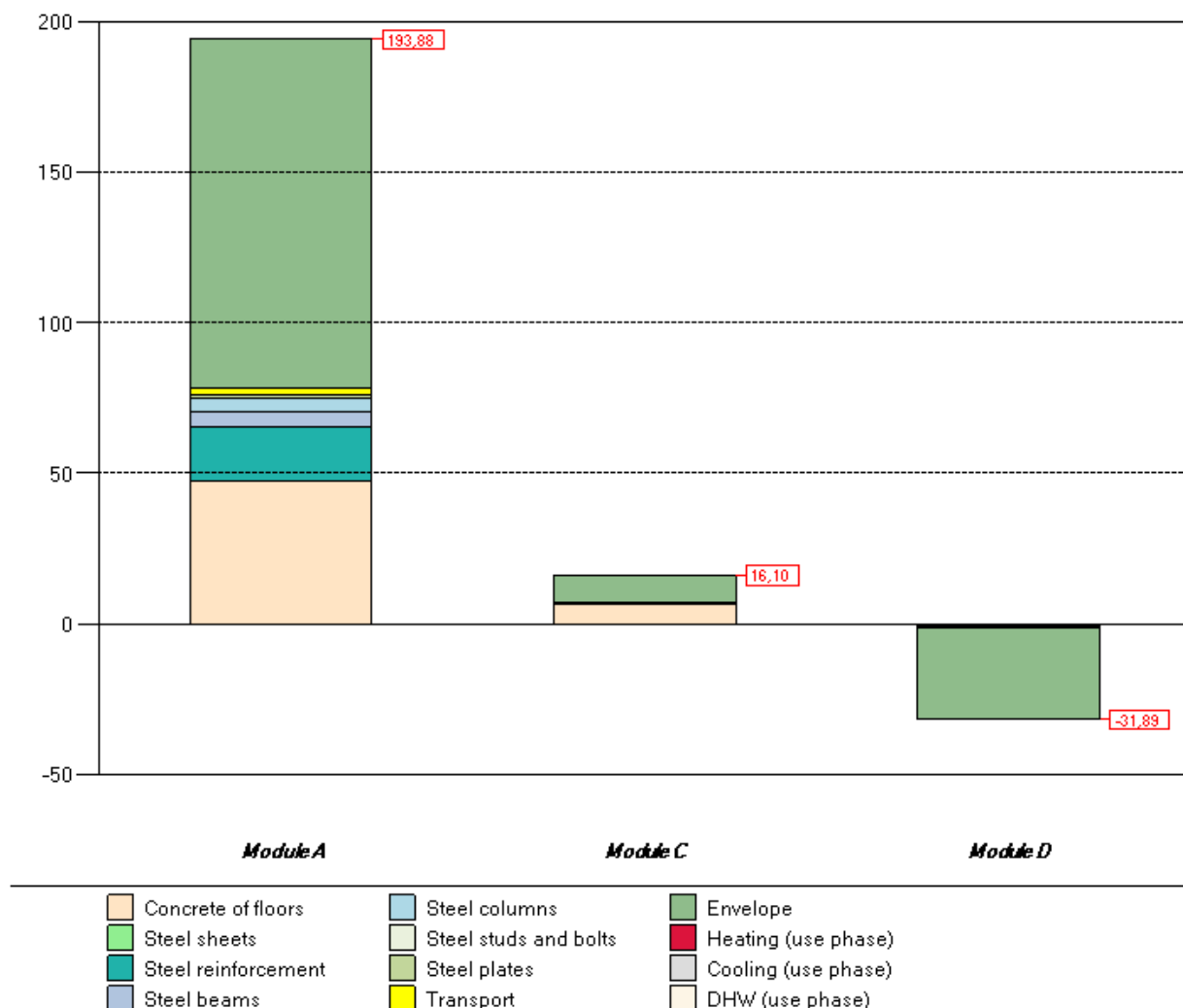
Wprowadza się izolację grubości 200 mm z wełny mineralnej w ścianie warstwowej zamiast 80 mm. Dzięki temu zabiegowi oddziaływanie GWP umożliwia redukcję emisji o 888 t CO₂-eq (patrz rysunek poniżej).

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

Podniesienie izolacyjności hali powoduje zwiększenie GWP w module fazy wznoszenia A o 13.12 t CO₂-eq.

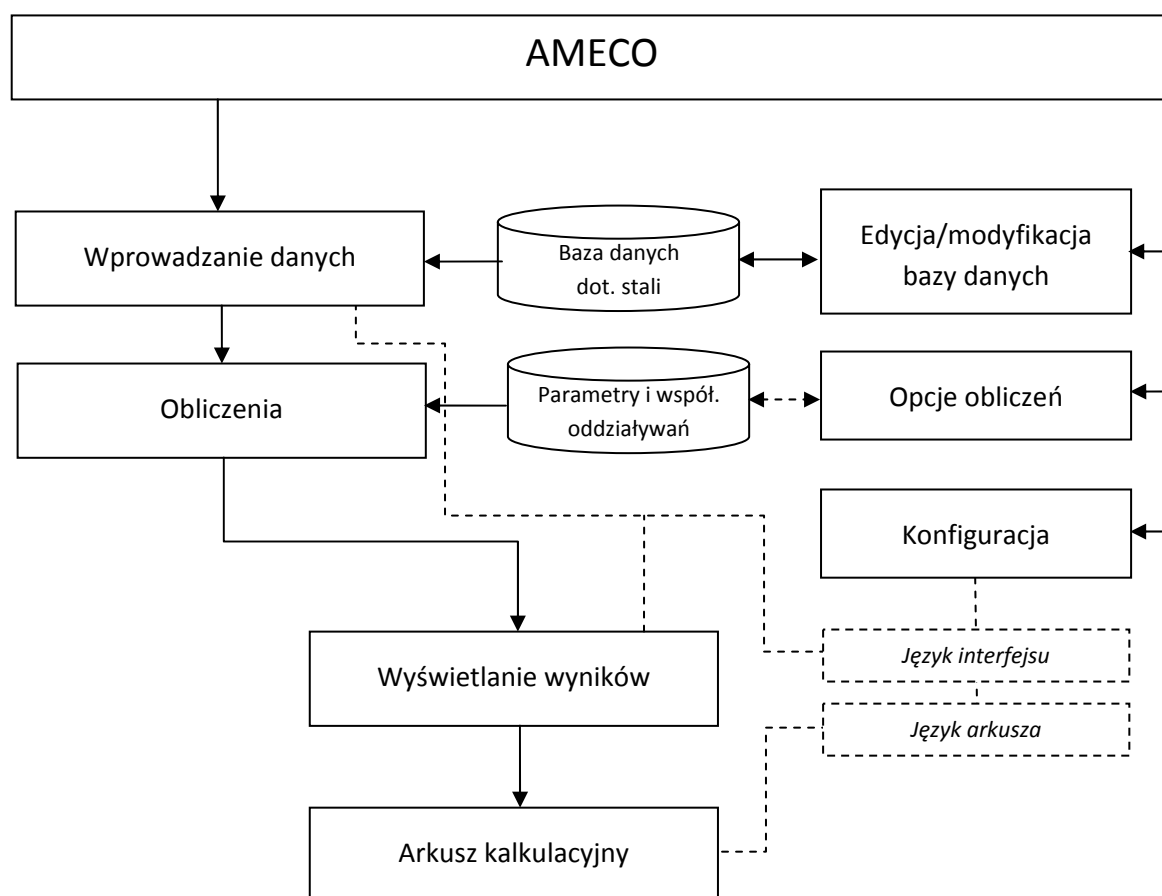
Global Warming Potential (tCO₂eq)

W porównaniu z zyskami z fazy użytkowania (moduł B), oddziaływanie w fazie wznoszenia (moduł A) jest nieznaczne, co uwypukla potrzebę izolacji budynków i zwiększania oszczędności energii w fazie użytkowej.

8. Bibliografia

- [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

Załącznik 1. Architektura programu Ameco



Załącznik 2. Tabele danych parametrów

Tabela 11. Długość miesiąca [10^6 s], dnia w miesiącu [dni] i NbDni pracy [dni] w miesiącu m

	sty	lut	mar	kwi	maj	czer	lip	sie	wrz	paz	lis	gru
m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dł.miesiąca	2,6784	2,4192	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784
Dni w miesiącu	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
NbDni pracy	23	20	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22

Tabela 12. Definiowanie stref

Typ budynku	Strefa 1		Strefa 2	
	Oznaczenie	Domyślnie [%]	Oznaczenie	Domyślnie [%]
RB	życiowa	40	Inne	60
OB	biurowa	80	Inne	20
CB	sklepowa	60	Inne	40
IB	hol	80	Inne	20

Tabela 13. R_{sh} , ΔR_{high} , ΔR_{avg} , ΔR_{low} dodatkowy opór cieplny dla specyficznych przepuszczalności powietrznych okiennic

Typ przesłony	R_{sh} [m ² .K/W]	Przepuszczalność powietrzna		
		ΔR_{high}	ΔR_{avg}	ΔR_{low}
		[m ² K/W]		
Brak okiennicy	0,00	0,00	0,00	0,00
Zewnętrzna roleta aluminiowa (bez izolacji)	0,01	0,00	0,12	0,00
Zewnętrzna nieprzeźroczysta drewniana (bez izolacji)	0,10	0,00	0,16	0,00
Zewnętrzna roleta drewniana (bez izolacji)	0,10	0,00	0,16	0,00
Zewnętrzna roleta plastikowa (bez izolacji)	0,10	0,00	0,16	0,00
Zewnętrzna zasłona wenecka – drewniana	0,01	0,09	0,00	0,00
Zewnętrzna zasłona wenecka – metalowa	0,01	0,09	0,00	0,00
Zewnętrzna roleta	0,01	0,09	0,00	0,00
Zewnętrzna roleta półprzeźroczysta	0,01	0,09	0,00	0,00
Przesłona wewnętrzna	0,01	0,00	0,00	0,24
Wewnętrzna kurtyna	0,00	0,00	0,00	0,00
Wewnętrzna zasłona półprzeźroczysta	0,00	0,00	0,00	0,00
Wewnętrzna nieprzeźroczysta drewniana	0,10	0,00	0,00	0,31
Roleta plastikowa z piankowym wypełnieniem	0,15	0,13	0,19	0,26
Okiennica drewniana, 25 mm do 30 mm	0,20	0,14	0,22	0,30

Tabela 14. Średnia wartość różnicy temperatury pomiędzy temperaturą zewnętrzną i nieboskłonem (ISO 13790)

	$\Delta\theta_{er}$
SUB-POLARNY	9
POŚREDNI	11
TROPIKI	13

Tabela 15. gn-przepuszczalność energii słonecznej prostopadle do szklenia oraz wartość współ. U (wg EN 15193)

Typ okna	gn	Wsp. U wartość
Podwójnie szklone	0,78	2,9
Podwójnie szklone nisko emisyjne (typ 1)	0,72	1,7
Podwójnie szklone nisko emisyjne (typ 2)	0,67	1,4
Podwójnie szklone nisko emisyjne (typ 3)	0,65	1,2

Tabela 16. Typ przegrody

Makrokomponent	Wsp. U	km
B2010.20.1a(wełna skalna)	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(Korek)	0,296	13391
B2010.20.2a(Wełn. skalna)	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(Cork)	0,305	62047
B2010.20.2f(Wełna szklana)	0,305	62047

Tabela 17. Sprawność systemu grzewczego

Sprawność systemu grzewczego	
Elektryczny	1
Grzejnik gazowy	0,87
Grzejnik na paliwa ciekłe	0,8
Grzejnik na paliwa stałe	0,6
Pompa ciepła	4

Tabela 18. Sprawność systemu chłodniczego

Sprawność systemu chłodniczego	
Split (chłodzenie)	3
Agregat chłodniczy (cykl kompresyjny)	3
Agregat chłodniczy (cykl absorbcyjny)	0,8
Brak chłodzenia	0,0

Tabela 19. Sprawność systemu przygotowania CWU

Sprawność systemu przygotowania CWU	
Boiler elektryczny	0,9
Boiler gazowy	0,6
Niezależny podgrzewacz wody (kondensacyjny)	0,72
Niezależny podgrzewacz wody	0,4
Brak CWU	0,0

Tabela 20. Współczynniki przeliczania energii pierwotnej

Typ energii	
Elektryczna	0,29
Gaz	0,86
Paliwa płynne	0,86
Paliwa stałe	0,86
Biomasa	0

Tabela 21. Przepuszczalność promieniowania słonecznego okna z przesłoną

	Kolor przesłony		
	Jasny	Średni	Ciemny
Brak okiennicy			
Zewnętrzna roleta aluminiowa (bez izolacji)	1,00	1,00	1,00
Zewnętrzna nieprzeźroczysta drewniana (bez izolacji)	0,03	0,05	0,06
Zewnętrzna roleta drewniana (bez izolacji)	0,04	0,05	0,07
Zewnętrzna roleta plastikowa (bez izolacji)	0,04	0,07	0,09
Zewnętrzna zasłona wenecka – drewniana	0,04	0,07	0,09
Zewnętrzna zasłona wenecka – metalowa	0,08	0,08	0,08
Zewnętrzna roleta	0,09	0,09	0,09
Zewnętrzna roleta półprzeźroczysta	0,04	0,06	0,08
Przesłona wewnętrzna	0,16	0,18	0,2
Wewnętrzna kurtyna	0,47	0,59	0,69
Wewnętrzna zasłona półprzeźroczysta	0,37	0,46	0,55
Wewnętrzna nieprzeźroczysta drewniana	0,39	0,48	0,58
Roleta plastikowa z piankowym wypełnieniem	0,35	0,46	0,58
Okiennica drewniana, 25 mm do 30 mm	0,04	0,07	0,09
Brak okiennicy	0,04	0,05	0,07

Tabela 22. Przewodność i pojemność cieplna gruntu (ISO 13370)

	λ	ρc
Gлина	1,5	3000000,00
Piasek i żwir	2	2000000,00
Kamień	3,5	2000000,00
Domyślnie	2	2000000,00
Definowane	1,5	1700000,00

Tabela 23. Wartości domyślne dla nocnego ogrzewania i dziennego chłodzenia

Typ budynku	Nocne ogrzewanie	Chłodzenie dzienne
RB	TAK	TAK
OB	NIE	TAK
CB	NIE	NIE
IB	NIE	NIE

Tabela 24. Makrokomponenty dachu

Dach – makrokomponent	Wartość wsp. U
Makro – dach 1	1,0
Makro – dach 2	2,0

Tabela 25. Współczynnik korekcyjne dla każdej strefy klimatu

	Ogrzewanie (tryb)						Chłodzenie (tryb)					
Urządzenie zaciniające ON												
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	083	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
Urządzenie zaciniające OFF												
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

Tabela 26. Wartości domyślnie dla rodzaju użytkowania i scenariusze oświetlenia dla budynków mieszkalnych

			Budynki mieszkalne					
			Strefa 1 (pokoje użytkowe i kuchenne)			Strefa 2 (inne klimatyzowane pomieszczenia)		
			od	do	zysk (W/m ²)	od	do	zysk (W/m ²)
Użytkowanie	Pon-Pt	Okres 1	07.00	17.00	8,0	07.00	17.00	1,0
		Okres 2	17.00	23.00	20,0	17.00	23.00	1,0
		Okres 3	23.00	07.00	2,0	23.00	07.00	6,0
	Weekend	Okres 1	07.00	17.00	8,0	07.00	17.00	2,0
		Okres 2	17.00	23.00	20,0	17.00	23.00	4,0
		Okres 3	23.00	07.00	2,0	23.00	07.00	6,0
Oświetlenie	Pon-Pt	Okres 1	0	0	0	0	0	0
		Okres 2	0	0	0	0	0	0
		Okres 3	0	0	0	0	0	0
	Weekend	Okres 1	0	0	0	0	0	0
		Okres 2	0	0	0	0	0	0
		Okres 3	0	0	0	0	0	0

Tabela 27. Wartości domyślne dla użytkowania i scenariusze oświetlenia dla budynków biurowych

			Budynki biurowe					
			Strefa 1: biura			Strefa 2: inne pomieszczenia, korytarze		
			od	do	zysk (W/m ²)	od	do	zysk (W/m ²)
Użytkowanie	Pon-Pt	Okres 1	07.00	17.00	20,0	07.00	17.00	8,0
		Okres 2	17.00	23.00	2,0	17.00	23.00	1,0
		Okres 3	23.00	07.00	2,0	23.00	07.00	1,0
	Weekend	Okres 1	07.00	17.00	2,0	07.00	17.00	1,0
		Okres 2	17.00	23.00	2,0	17.00	23.00	1,0
		Okres 3	23.00	07.00	2,0	23.00	07.00	1,0
Oświetlenie	Pon-Pt	Okres 1	0	0	0	0	0	0
		Okres 2	0	0	0	0	0	0
		Okres 3	0	0	0	0	0	0
	Weekend	Okres 1	0	0	0	0	0	0
		Okres 2	0	0	0	0	0	0
		Okres 3	0	0	0	0	0	0

Tabela 28. Wartości domyślne dla użytkowania i scenariusze oświetlenia dla budynków usługowych

			Budynki usługowe					
			Strefa 1			Strefa 2		
			od	do	zysk (W/m ²)	od	do	zysk (W/m ²)
Użytkowanie	Pon-Pt	Okres 1	5	17	8	5	17	1
		Okres 2	17	23	20	17	23	1
		Okres 3	23	7	2	23	7	6
	Weekend	Okres 1	5	17	8	5	17	2
		Okres 2	17	23	20	17	23	4
		Okres 3	23	7	2	23	7	6
Oświetlenie	Pon-Pt	Okres 1	6	9	0	6	9	0
		Okres 2	17	23	6	17	23	6
		Okres 3	23	8	0	23	8	0
	Weekend	Okres 1	6	9	0	6	9	0
		Okres 2	17	23	6	17	23	6
		Okres 3	23	8	0	23	8	0

Tabela 29. Wartości domyślne dla użytkowania i scenariusze oświetlenia dla budynków przemysłowych

			Budynki przemysłowe					
			Strefa 1			Strefa 2		
			od	do	zysk (W/m ²)	od	do	zysk (W/m ²)
Użytkowanie	Pon-Pią	Okres 1	7	17	8	7	17	1
		Okres 2	17	23	20	17	23	1
		Okres 3	23	7	2	23	7	6
	Weekend	Okres 1	7	17	8	7	17	2
		Okres 2	17	23	20	17	23	4
		Okres 3	23	7	2	23	7	6
Oświetlenie	Pon-Pią	Okres 1	8	9	0	8	9	0
		Okres 2	17	23	6	17	23	6
		Okres 3	23	8	0	23	8	0
	Weekend	Okres 1	8	9	0	8	9	0
		Okres 2	17	23	6	17	23	6
		Okres 3	23	8	0	23	8	0

Tabela 30. Wartości domyślne dla środowiska wewnętrznego

Parametr	Jednostka	RB	OB	CB	IB
Temperatura grzewcza	°C	20	20	20	18
Temperatura chłodnicza	°C	26	26	26	26
Współczynnik wymian (ogrzewanie) (minimalna wartość zapewniająca dobrą jakość pow. wewnątrz.)	ac/h	0,60	0,60	0,60	0,60
Współczynnik wymian (chłodzenie)	ac/h	1,00	1,00 ^t	1,00 ^t	1,00

Tabela 31. Wartości domyślne dla systemu grzewczego

Parametr	RB	OB	CB	IB
Początek	17h00	07h00	09h00	08h00
Koniec	23h00	17h00	19h00	17h00
Ilość dni / tydzień	7	5	6	5

Tabela 32. Wartości domyślne dla energii użytej na grzanie i chłodzenie

Typ systemu grzewczego/chłodniczego	Wartość domyślna dla „Energii użytej”
Elektryczny	Elektryczna
Grzejnik gazowy	Gaz
Grzejnik na paliwa ciekłe	Paliwo płynne
Grzejnik na paliwa stałe	Paliwo stałe
Pompa ciepła grzanie	Elektryczna
Pompa ciepła chłodzenie	Elektryczna
Agregat chłodniczy kompresyjny	Elektryczna
Agregat chłodniczy absorbcyjny	Elektryczna

Tabela 33. Wartości domyślne dla „ilość dni chłodzenia na tydzień”

Parametr	RB	OB	CB	IB
Ilość dni / tydzień	7	5	6	5

Tabela 34. Wartości domyślne dla energii użytej do produkcji CWU

System przygotowania CWU	Wartość domyślna dla „Energii użytej”
Boiler elektryczny	Elektryczna
Boiler gazowy	Gaz
Kocioł kondensacyjny	Gaz
Samodzielny piec	Gaz

Załącznik 3. Tabele klimatyczne

Kraj: **Portugalia**

Długość: 40

Klimat: pośredni

Strefa klimatyczna Geigera: Csb

Tabela 35. Dane klimatyczne dla **Coimbr**

		sty	lut	mar	kwi	maj	czer	lip	sie	wrz	paz	lis	gru
Radiacja słoneczna W/m ²	Północ	22,7	33,2	45,1	56,1	69,1	76,9	68,9	57,7	48,1	35,9	27,1	22,0
	Wschód	55,2	67,5	96,0	122,0	125,5	132,3	132,1	122,5	103,7	75,2	49,9	43,9
	Południe	141,5	128,4	151,6	141,7	113,9	112,5	119,7	147,0	153,8	152,5	111,9	111,8
	Zachód	56,7	66,8	96,4	121,4	126,1	146,8	148,6	144,8	110,6	87,5	48,7	43,0
	Dach	87,8	107,7	170,8	220,7	241,7	277,4	282,7	260,3	197,9	138,4	84,4	69,7
Temp.pow. [°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

Kraj: **Finlandia**

Długość: 61

Klimat: pośredni

Strefa klimatyczna Geigera: Dfc

Tabela 36. Dane klimatyczne dla **Tampere**

		sty	lut	mar	kwi	maj	czer	lip	sie	wrz	paz	lis	gru
Radiacja słoneczna W/m ²	Północ	3	12	27	46	70	82	72	56	36	17	6	2
	Wschód	4	28	48	90	126	140	131	103	59	30	8	4
	Południe	13	85	100	142	159	159	161	138	105	65	22	16
	Zachód	5	31	54	90	129	139	139	101	59	30	8	4
	Dach	7	34	76	139	211	237	224	166	97	46	12	5
Temp.pow. [°C]			-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} [-]			0,616	0,500	0,376	0,267	0,183	0,226	0,328	0,450	0,565	0,693	0,750

Kraj: **Rumunia**

Długość: 45

Klimat: pośredni

Strefa klimatyczna Geigera: Cfb

Tabela 37. Dane klimatyczne dla **Timisoara**

		sty	lut	mar	kwi	maj	czer	lip	sie	wrz	paz	lis	gru
Radiacja słoneczna W/m ²	Północ	19	28	43	57	72	80	74	61	47	34	22	16
	Wschód	31	52	81	105	132	146	144	130	95	73	40	26
	Południe	80	112	128	129	129	128	141	152	153	155	95	69
	Zachód	32	54	74	102	125	138	141	131	98	76	39	28
	Dach	50	84	136	182	235	266	271	234	168	121	62	43
Temp.pow. [°C]			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} [-]			0,546	0,488	0,428	0,366	0,333	0,363	0,388	0,468	0,527	0,583	0,625

Tabela 38. $f_{sh-with}$, ważone okresy z użytymi urządzeniami zacinającymi
(te same wartości dla podanych miast)

Miesiąc	$f_{sh-with}$			
	N	E	S	W
	[-]	[-]	[-]	[-]
sty	0,00	0,00	0,00	0,00
lut	0,00	0,00	0,01	0,00
mar	0,00	0,00	0,05	0,03
kwi	0,00	0,00	0,09	0,07
maj	0,00	0,01	0,11	0,10
cze	0,00	0,02	0,09	0,11
lip	0,00	0,02	0,10	0,11
sie	0,00	0,00	0,09	0,09
wrz	0,00	0,00	0,08	0,05
paz	0,00	0,00	0,02	0,00
lis	0,00	0,00	0,00	0,00
gru	0,00	0,00	0,00	0,00

Załącznik 4. Parametry oddziaływań makrokomponentów

24 oddziaływania środowiskowe przedstawiono w tabeli 39.

Tabela 39. Oddziaływania środowiskowe

Indeks	Dostępność danych	Skrót	Oznaczenie	Jednostka
Oddziaływanie środowiskowe				
1	Tak	GWP	Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego	tCO ₂ eq
2	Tak	ODP	Potencjał redukcji (zubożenia) warstwy ozonowej	tCFCEq
3	Tak	AP	Potencjał zakwaszania	tSO ₂ eq
4	Tak	EP	Potencjał eutrofizacji	tPO ₄ eq
5	Tak	POCP	Potencjał fotochemicznego wytwarzania ozonu	tEtheneeq
6	Tak	ADP-e	Potencjał zmniejszania zasobów nieożywionych – pierwiastki	tSbeq
7	Tak	ADP-ff	Potencjał zmniejszania zasobów nieożywionych – paliwa kopalne	GJ NCV

Aspekty środowiskowe				
8	Nie	RPE	Zużycie odnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów odnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce	GJ NCV
9	Nie	RER	Zużycie zasobów odnawialnej energii pierwotnej wykorzystanych jako surowce	GJ NCV
10	Tak	RPE-całkowity	Całkowite zużycie odnawialnej energii pierwotnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej użytej jako surowce)	GJ NCV
11	Nie	nie-RPE	Zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej z wyłączeniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej użytych jako surowce	GJ NCV
12	Nie	nie-RER	Zużycie zasobów nieodnawialnej energii wykorzystanych jako surowce	GJ NCV
13	Tak	nie-RPE-całkowity	Całkowite zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej (energii pierwotnej i zasobów energii pierwotnej użytej jako surowce)	GJ NCV
14	Nie	SM	Zużycie materiałów wtórnych	t
15	Nie	RSF	Zużycie odnawialnych paliw wtórnych	GJ NCV

16	Nie	nie-RSF	Zużycie nieodnawialnych paliw wtórnych	GJ NCV
17	Tak	NFW	Zużycie netto świeżej wody	10 ⁻³ m ³
Inne informacje dotyczące odpadów				
18	Tak	HWD	Zdeponowane odpady niebezpieczne	t
19	Tak	nie-HWD	Zdeponowane odpady nie niebezpieczne	t
20	Tak	RWD	Zdeponowane odpady radioaktywne	t
Inne informacje środowiskowe opisujące strumienie wyjściowe				
21	Nie	CR	Składniki do wtórnego użycia	t
22	Nie	MR	Materiały do recyklingu	t
23	Nie	MER	Materiały do odzysku energii	t
24	Nie	EE	Energia wyeksportowana	GJ NCV

Następujące kategorie oddziaływań ustalono dla makrokomponentów jako zero: RPE_total, Non_RPE, Non_RER, NonRPE_total, SM, RSF, Non_RSf, HWD, Non_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE.

Oddziaływania środowiskowe makrokomponentów dla ścian przedsatwiono w poniższej tabeli.

Makrokomponent	Oddziaływanie	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.1a(wet. skalna)	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
B2010.20.1a(wet. skalna)	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
B2010.20.1a(wet. skalna)	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
B2010.20.1a(wet. skalna)	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
B2010.20.1a(wet. sklana)	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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1e(Korek)	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
B2010.20.1e(Korek)	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
B2010.20.1e(Korek)	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
B2010.20.1e(Korek)	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
B2010.20.1e(Korek)	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	Oddziaływanie	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.2f(wetna szklana)	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
B2010.20.2f(wetna szklana)	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
B2010.20.2f(wetna szklana)	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
B2010.20.2f(wetna szklana)	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
B2010.20.2f(wetna szklana)	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

Dla transportu również przyjęto oddziaływania zero w module A (oznaczonym k_{A4}), dla składowania moduł C (oznaczony k_{C4}) oraz w module D (oznaczonym k_D).

Oddziaływania środowiskowe makrokomponentów dla okien przedsatwiono w poniższej tabeli.

Oddziaływanie	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

Oddziaływanie	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