



# Waloryzacja właściwości środowiskowych konstrukcji stalowych

## Poradnik projektowania



# Wprowadzenie

- Celem poradnika projektowania jest dostarczenie informacji dotyczących poszczególnych etapów oceny środowiskowej budynków o konstrukcji stalowej i kompozytowej przy zastosowaniu programu komputerowego Ameco 3
- Poradnik projektowania zawiera:
  - Opis procedur obliczeniowych
  - Wytyczne dotyczące w jaki sposób użytkować oprogramowanie AMECO 3
  - Zastosowanie AMECO 3 w studium przypadku



# Wprowadzenie

- Poradnik zawiera 8 rozdziałów:
  - Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
  - Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
  - Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO
  - Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3
  - Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania
  - Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3
  - Rozdział 7 – Studium przypadku
  - Rozdział 8 – Bibliografia



# Wprowadzenie

- Poradnik zawiera 8 rozdziałów:
  - Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
  - Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
  - **Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO 3**
  - Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3
  - Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania
  - Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3
  - Rozdział 7 – Studium przypadku
  - Rozdział 8 – Bibliografia



## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

- **AMECO 3** to oprogramowanie do obliczeń dotyczących budynków oraz mostów
- Zawiera **24 wskaźniki oddziaływania na środowisko** zebrane w poszczególnych grupach:
  - Ilości opisujące oddziaływanie środowiskowe
  - Ilości opisujące zużycie zasobów, materiałów wtórnych, paliw oraz zużycie wody
  - Inne informacje środowiskowe charakteryzujące kategorię odpadów
  - Inne informacje środowiskowe charakteryzujące dane wyjściowe



## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

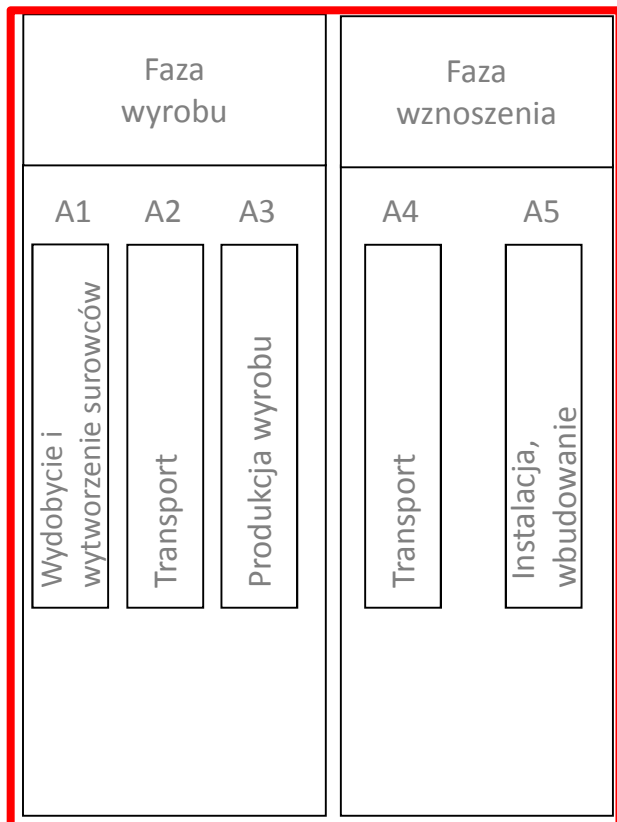
- Ponadto, każdy wskaźnik jest ujęty w poniższych pokazanych wcześniej **4 modułach:**
  - Moduł A: Faza produkcji oraz wznoszenia
  - Moduł B: Faza użytkowania
  - Moduł C: Faza końca cyklu życia
  - Moduł D: Korzyści i obciążenia poza granicami systemu



# LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES

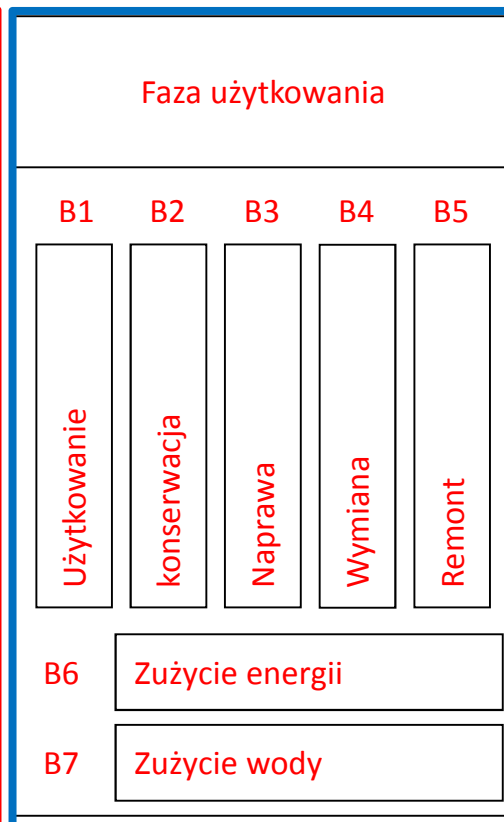


## Moduł A

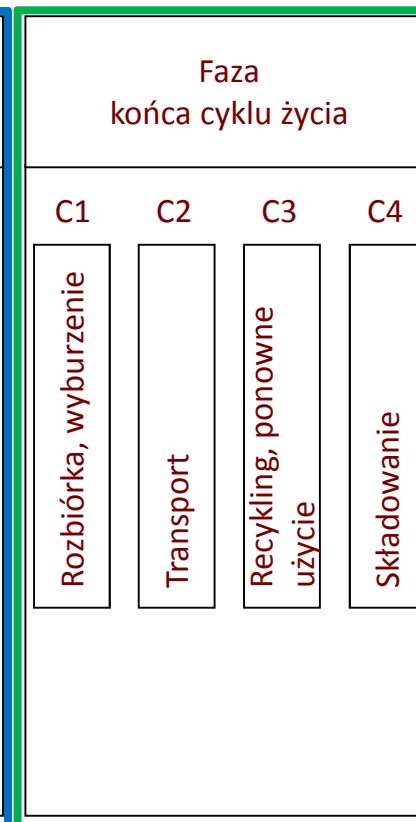


Obowiązkowe

## Moduł B



## Moduł C



## Moduł D



EPD cradle-to-gate

Obowiązkowe

Opcjonalne

EPD cradle-to-gate z opcją

Obowiązkowe

Opcjonalne

EPD cradle-to-grave



## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

- Rozpatrywanie wskaźniki oddziaływania

Environmental impacts				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
1	Yes	GWP	Global Warming Potential	tCO <sub>2</sub> eq
2	Yes	ODP	Ozone Depletion Potential	tCFCeq
3	Yes	AP	Acidification Potential	tSO <sub>2</sub> eq
4	Yes	EP	Eutrophication Potential	tPO <sub>4</sub> eq
5	Yes	POCP	Photochemical Ozone Creation Potential	tEtheneeq
6	Yes	ADP-e	Abiotic Depletion Potential – elements	tSbeq
7	Yes	ADP-ff	Abiotic Depletion Potential – fossil fuels	GJ NCV





## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

- Rozpatrywanie wskaźniki oddziaływania

Resource use, secondary material and fuels				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
8	No	RPE	Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
9	No	RER	Use of renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
10	Yes	RPE-total	Total use of renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
11	No	Non-RPE	Use of non renewable primary energy excluding non renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
12	No	Non-RER	Use of non renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
13	Yes	Non-RPE-total	Total use of non renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
14	No	SM	Use of secondary material	t
15	No	RSF	Use of renewable secondary fuels	GJ NCV
16	No	Non-RSF	Use of non renewable secondary fuels	GJ NCV
17	Yes	NFW	Use of net fresh water	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>



## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

- Rozpatrywanie wskaźniki oddziaływania

Other environmental information describing waste categories				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
18	Yes	HWD	Hazardous waste disposed	t
19	Yes	Non-HWD	Non hazardous waste disposed	t
20	Yes	RWD	Radioactive waste disposed	t

Other environmental information describing output flows				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
21	No	CR	Components for reuse	t
22	No	MR	Materials for recycling	t
23	No	MER	Materials for energy recovery	t
24	No	EE	Exported energy	t



## Podstawowe właściwości programu AMECO 3

- Podstawową cechą AMECO 3 w porównaniu do poprzedniej wersji jest wprowadzenie **fazy użytkowej** do obliczeń oddziaływania środowiskowego
- Pozwala to na oszacowanie **zapotrzebowania na energię** dla różnego typu budynków
- Obliczenia oparte są na różnych międzynarodowych normach jak ISO-13370, ISO-13789 oraz ISO-13790 a także na normie europejskiej (EN 15316)
- Poszerzenie o fazę użytkowania jest dostępne tylko dla budynków!



## Zdefiniowanie projektu w AMECO 3

- Obliczenia oddziaływania są oparte o następujące wielkości:
  - Konstrukcję obiektu
  - Sposób w jaki elementy są transportowane na budowę
  - Informacje w jaki sposób elementy będą wykorzystane po rozbiórce obiektu
- **zdefiniowanie struktury budynku:**
  - Określenie głównych parametrów (geometria budynku, lokalizacja budynku, użytkowanie...)
  - Określenie płyty podłogowej
  - Określenie konstrukcji nośnej
  - Obudowa budynku (fasada i dach)
  - Ilość osób użytkujących (z podziałem na 3 pory dnia oraz podziałem pomiędzy dni pracujące oraz weekendy)
  - Instalacje (ogrzewania, chłodzenia, wentylacji...)
  - Założenia dotyczące transportu
  - Zakończenie cyklu życia



# Wprowadzenie

- Poradnik zawiera 8 rozdziałów:
  - Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
  - Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
  - Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO 3
  - **Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3**
  - Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania
  - Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3
  - Rozdział 7 – Studium przypadku
  - Rozdział 8 – Bibliografia



## Proces obliczeniowy

- W kalkulacji AMECO 3 wyróżnione są 24 oddziaływania środowiskowe w ramach 4 poniższych modułów:
  - Moduł A: Faza wyrobu i wznoszenia
  - Moduł B: Faza użytkowania
  - Moduł C: Faza zakończenia cyklu życia
  - Moduł D: Korzyści i obciążenia poza granicami systemu
- Te 24 wskaźniki wyrażone są poprzez te same równania
- Tylko **współczynniki oddziaływania** podlegają zmianie
- Są one predefiniowane przez AMECO 3 i nie mogą być modyfikowane przez użytkownika



## Proces obliczeniowy

- Rozpatrywanie współczynników oddziaływania

Impact coefficient considered	Denomination
RER: Steel plate worldsteel	$K_{RERSTPI}$
RER: Steel sections worldsteel	$K_{RERSTSEC}$
GLO: Steel rebar worldsteel	$K_{GLOST}$
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel	$K_{RERSTHDG}$
DE: Concrete C20/25 PE	$K_{DECONC20}$
DE: Concrete C30/37 PE	$K_{DECONC30}$
DE: Glued laminated timber PE [for 1kg]	$K_{DEWT}$
GLO: Value of scrap worldsteel	$K_{GLO}$
Steel building demolition - impact for 1kg treated	$K_{STBUDDEM}$
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to final disposal	$K_{CHCON}$
CH: disposal, building, reinforcement steel, to final disposal	$K_{CHST}$
CH: disposal, building, concrete, not reinforced, to sorting plant [incl. 40% to sanitary landfill]	$K_{CHCONPIT}$
CH: disposal, building, reinforcement steel, to sorting plant	$K_{CHSTPIT}$
CH: disposal, concrete, 5% water, to inert material landfill	$K_{CHCONLAF}$
CH: gravel, unspecified, at mine	$K_{CHGR}$
RER: Landfill for inert matter (Steel) PE	$K_{RERSTLAF}$
EU-27: Waste incineration of wood products (OSB, particle board) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg wood]	$K_{EUWIVG}$
Credit for waste incineration (agg minus p-agg)	$K_{WIG}$
EU-27: Landfill of wood products (OSB, particle board) PE <p-agg>	$K_{EUWVLAG}$
CH: disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill	$K_{CHLAF}$
RER: Articulated lorry transport PE [for 1tkm]	$K_{RERALT}$
Transport by train [for 1tkm]	$K_{TT}$
Transport by concrete truck [for 100kgkm]	$K_{CONT}$
Average European transportation for steel [for 1t on average European distance]	$K_{STEAUG}$
EU-27: Electricity grid mix PE [1kWh]	$K_{EUVEIC}$
Electricity Output Recovery	$K_{EOR}$
RER: Steel plate worldsteel (scrap input)	$K_{RERSTPIO}$
RER: Steel sections worldsteel (scrap input)	$K_{RERSTSECIO}$
RER: Steel hot dip galvanized worldsteel (scrap input)	$K_{RERSTHDGIO}$
GLO: Steel rebar worldsteel (scrap input)	$K_{GLOSTIO}$

W AMECO 3, współczynniki oddziaływania są zdefiniowane dla 10 wskaźników. Dla pozostałych 14 wskaźników, wartość współczynnika jest „0” z powodu braku informacji, za wyjątkiem ostatnich 5, które mają tę samą stałą wartość dla wszystkich wskaźników oddziaływania

$K_{EOR}$	8.865E-01
$K_{RERSTPIO}$	1.125E-01
$K_{RERSTSECIO}$	8.492E-01
$K_{RERSTHDGIO}$	9.162E-02
$K_{GLOSTIO}$	6.983E-01



## Proces obliczeniowy

- Równania dla Modułu A (Faza produkcji i wznoszenia)

Module A			
Product stage	A1 Raw material supply	Concrete of floors	$m_{consl} k_{DECon}$
		Steel sheets	$m_{tss} k_{RERStHDG}$
		Concrete of structure	$(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$
		Steel reinforcement	$(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$
		Steel beams	$m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Steel columns	$m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$
		Wood beams	$m_{twb} k_{DEW}$
		Wood columns	$m_{twc} k_{DEW}$
	A3 Manufacturing	Production losses	$(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$
		Plate connections	$m_{tpl} k_{RERStPI}$
A1-A3	Macro-component		
Construction process stage	A4 Transport	Concrete - mixer truck	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		Concrete - regular truck	$m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$
		Steel - regular truck	$m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$
		Steel - train	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		Steel - average transport	$m_{tstrtot} k_{StAvg}$
		Wood - train	$m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$
		Wood - regular truck	$m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$
		Macro-component	
Total Module A			Sum of all quantities in module A





## Proces obliczeniowy

- dla Modułu B (Faza użytkowania) obliczenia obejmują poszczególne etapy:
  - Obliczenia charakterystyki podłogi na gruncie
  - Określenie zapotrzebowania na energię na potrzeby ogrzewania oraz powiązanych zysków słonecznych
  - Określenie zapotrzebowania na energię na potrzeby C.W.U.
- Wszystkie równania powiązane z powyższymi etapami są zaznaczone w wytycznych projektowania.



## Proces obliczeniowy

- Równania dla Modułu C (zakończenie cyklu życia)

Module C			
End of life	C1 Deconstruction	Steel sheets	$m_{tss} k_{StbiaggDem}$
		Steel beams	$m_{tsb} k_{StbiaggDem}$
		Steel columns	$m_{tsc} k_{StbiaggDem}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{StbiaggDem}$
		Plate connections	$m_{tpi} k_{StbiaggDem}$
	C2 Transport	Steel sheets	$m_{tss} k_{RERALT} / 10$
		Steel beams	$m_{tsb} k_{RERALT} / 10$
		Steel columns	$m_{tsc} k_{RERALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{RERALT} / 10$
		Plate connections	$m_{tpi} k_{RERALT} / 10$
		Wood beams	$m_{twb} k_{RERALT} / 10$
		Wood columns	$m_{twc} k_{RERALT} / 10$
		Macro-component	
	C3 Waste processing	Concrete of floors to sorting plant	$m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$
		Concrete of structure to sorting plant	$(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$
		Rebars to sorting plant	$(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{srs} k_{CHStPit}$
	C4 Disposal	Steel sheets	$m_{tss} (1 - eol_{sd}) k_{RERSLof}$
		Steel beams	$m_{tsb} (1 - eol_{sbc}) k_{RERSLof}$
		Steel columns	$m_{tsc} (1 - eol_{sbc}) k_{RERSLof}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) (1 - eol_{stbo}) k_{RERSLof}$
		Plate connections	$m_{tpi} (1 - eol_{spi}) k_{RERSLof}$
		Concrete of floors landfilled	$m_{consl} [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{conp}) k_{CHConLof}]$
		Concrete of structure landfilled	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLof}]$
		Rebars landfilled	$(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$
		Wood beams	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLof})$
		Wood columns	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLof})$
		Macro-component	
	Total Module C		Sum of all quantities in module C



## Proces obliczeniowy

- Równania dla Modułu D (Korzyści i obciążenia poza granicami systemu)

Module D			
Benefits and loads beyond the system boundaries	D Benefits	Concrete of floors	$- m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$
		Steel sheets	$- m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$
		Concrete of structure	$- (m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$
		Steel reinforcement	$- (m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Steel beams	$- m_{tsb} [ (eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000) ]$
		Steel columns	$- m_{tsc} [ (eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000) ]$
		Steel studs and bolts	$- (m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}$
		Plate connections	$- m_{tpl} (eol_{spl} - k_{RERStPIO}) k_{GLO}$
		Wood beams	$- m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Wood columns	$- m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Macro-component	
Total Module D		Sum of all quantities in module D	



# Wprowadzenie

- Poradnik zawiera 8 rozdziałów:
  - Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
  - Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
  - Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO 3
  - Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3
  - **Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania**
  - Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3
  - Rozdział 7 – Studium przypadku
  - Rozdział 8 – Bibliografia

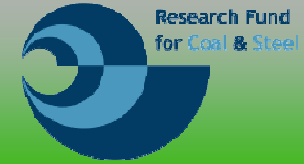


## Obliczenia oprogramowania

- Wyniki AMECO 3 są ukazane jako tabele z wynikami, w zależności od wybranej opcji:
  - Arkusz kalkulacyjny
  - Histogram wybranego oddziaływania (z możliwością rozróżnienia poszczególnych modułów)
  - Wykres radarowy sumujący całość od modułu A do C lub od A do D dla wszystkich oddziaływań
- Różne możliwości zostaną przedstawione w odrębnej prezentacji



## LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



- Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
- Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
- Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO 3
- Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3
- Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania
- **Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3**
- Rozdział 7 – Studium przypadku
- Rozdział 8 – Bibliografia



## Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3

- Do wykonani pełnej analizy budynku, parametry w poniższych modułach muszą zostać uzupełnione:
  - Projekt
  - Budynek
  - Fasada
  - Podłoga na gruncie
  - Dach
  - Parametry użytkowe
  - Systemy
  - Stropy
  - Konstrukcja
  - Transport
  - Wyniki



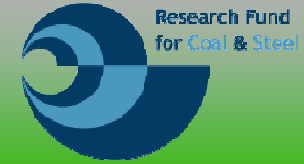
## Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3

- Do zbadania oddziaływania środowiskowego struktury obiektu, tylko poniższe moduły są rozpatrywane:
  - Projekt
  - Budynek
  - Stropy
  - Konstrukcja
  - Transport





## LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



- Rozdział 1 – Wprowadzenie i określenie celu
- Rozdział 2 – Język oprogramowania i środowisko
- Rozdział 3 – Podstawowe właściwości programu AMECO 3
- Rozdział 4 – Opis techniczny AMECO 3
- Rozdział 5 – Obliczenia oprogramowania
- Rozdział 6 – Wytyczne dotyczące użytkowania oprogramowania AMECO3
- **Rozdział 7 – Studium przypadku**
- Rozdział 8 – Bibliografia



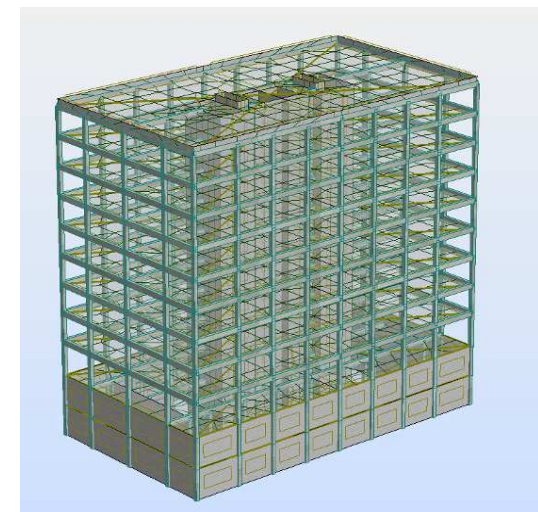
## Studium przypadku

- Rozdział 7 jest dedykowany analizie studium przypadku
- Celem jest prezentacja obliczeń oddziaływań środowiskowych różnych typów budynku
- Trzy typy budynków rozpatrywane są jako przykłady:
  - Budynek biurowy
  - Budynek mieszkalny
  - Hala przemysłowa
- Omawiane studium przypadku zostanie bliżej przedstawione w osobnej prezentacji



## Studium przypadku – budynek biurowy

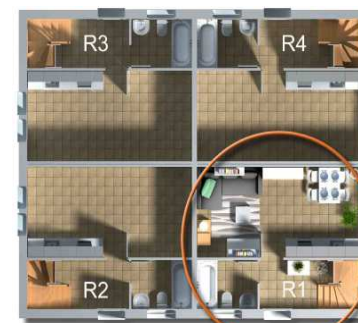
- Trzy najbardziej popularne w Europie typy systemów konstrukcyjnych są analizowane:
  - Konstrukcja żelbetowa
  - Konstrukcja betonowa
  - Zoptymalizowana konstrukcja żelbetowa (optymalizacja została przeprowadzona na podstawie ECO-Design)
- Projekt konstrukcyjny został opracowany przez zewnętrzne biuro inżynieryjne i zweryfikowany przez niezależnych ekspertów



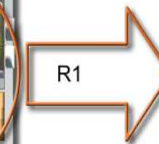


## Studium przypadku – budynek mieszkalny

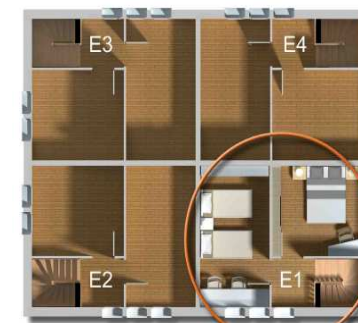
- Casa Buna to obiekt zlokalizowany w Rumunii, w którym mogą zamieszkać 4 rodziny
- Budynek Casa Buna jest podzielony na 4 mieszkania o powierzchni 55m<sup>2</sup> każde, jednakowo rozłożonych na dwóch kondygnacjach



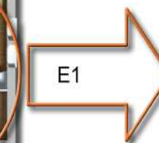
Ground floor lots 1 to 4



Ground floor lot 1



First floor lots 1 to 4

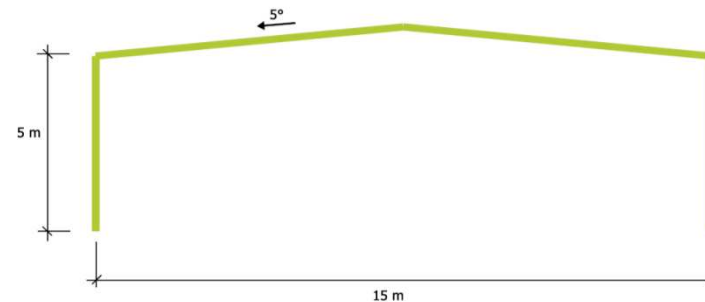
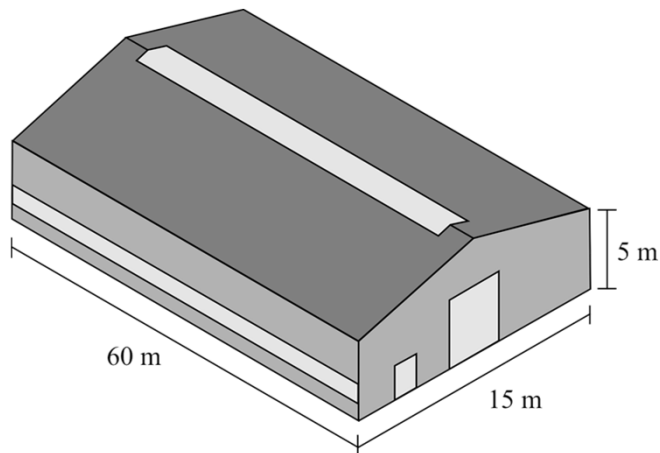


First floor lot 1



## Studium przypadku – hala przemysłowa

- Budynek hali przemysłowej, parterowy, o powierzchni 900m<sup>2</sup>
- Dwa rozwiązania konstrukcyjne są rozpatrywane:
  - Hala ramowa, z profilami walcowanymi na gorąco
  - Hala kolumnowa, z żelbetowymi kolumnami i dźwigarami





Kolejna prezentacja ukaze więcej szczegółów ze studium przypadku

Dziękuję za uwagę...