



**Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă
în domeniul structurilor metalice**

STUDII DE CAZ

5 decembrie 2014



Cuprins

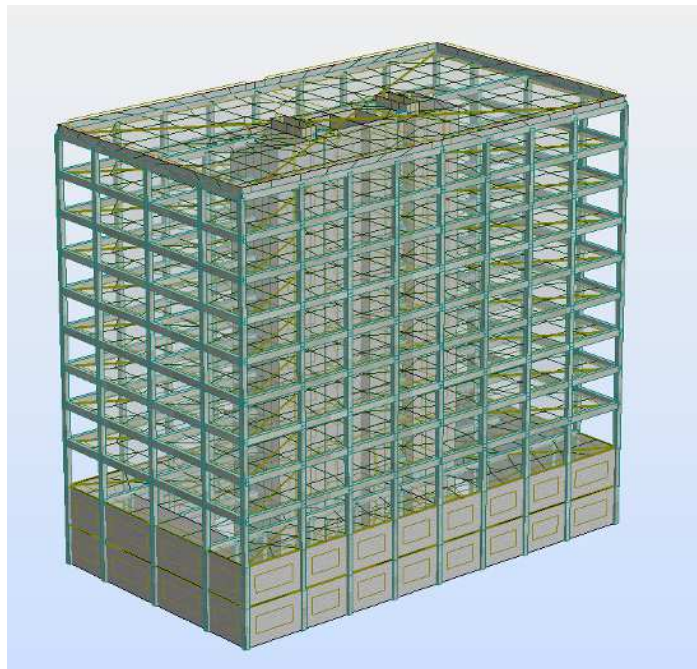
1) Clădire de birouri: clădire de birouri tipică pe piața franceză

2) Clădire rezidențială: Casa Bună localizată în România

**3) Hală industrială: Structură în cadre portal din oțel vs. beton armat,
localizată în Paris**

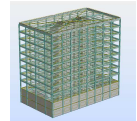


Clădire de birouri: clădire de birouri tipică pe piața franceză





Scopul studiului



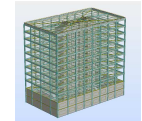
Obiectiv: compararea impactului asupra mediului al unei clădiri de birouri realizată în diverse soluții structurale.

Sunt analizate trei tipuri de sisteme structurale:

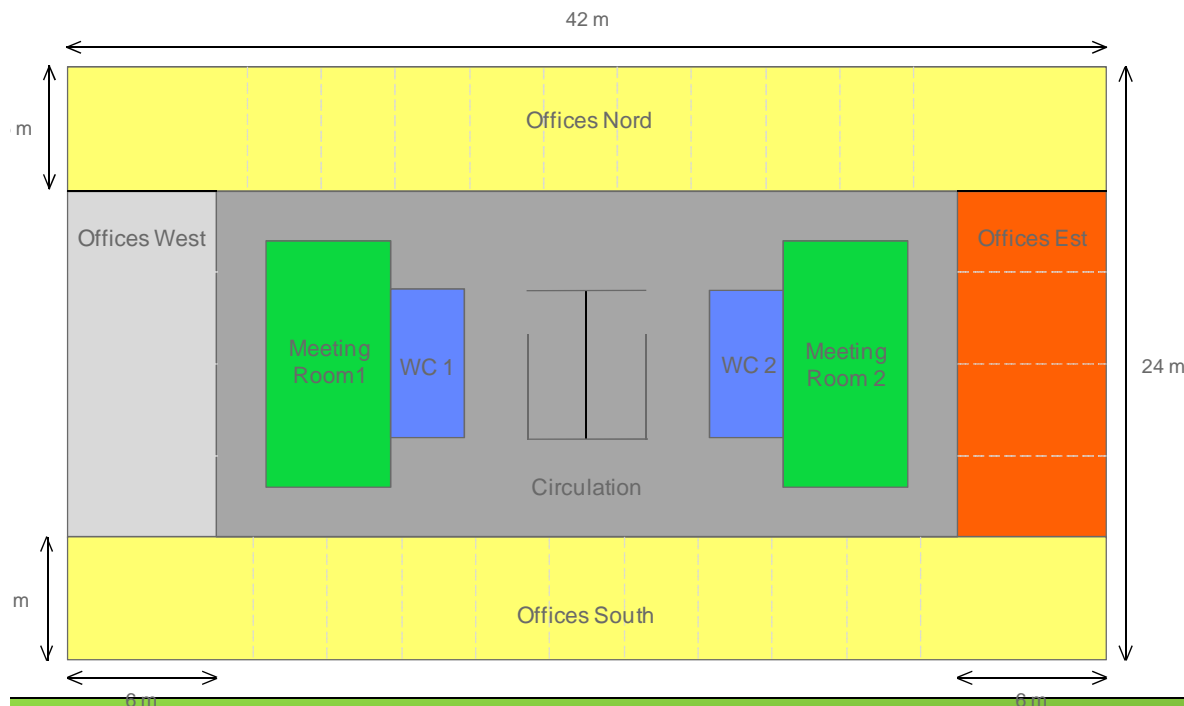
- structură compusă oțel-beton
- structură din beton
- structură compusă oțel-beton optimizată (această optimizare a fost realizată pe baza unei proiectări ECO)



Descrierea clădirii



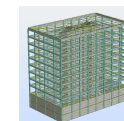
- Dimensiuni ale clădirii în plan: 24x42 m
- Număr niveluri supraterrane (exclusiv parter): 8 niveluri
- Locație Paris



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



Componente închideri



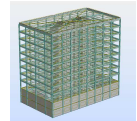
	Nord/Sud [m ²]	Vest/Est [m ²]	Total [m ²]
Pereți	908	523	1431
Suprafață vitrată	389	224	613
Total suprafețe	1297	747	4088

Facade					
Direction	North	East	South	West	
Facade area	1297,44	746,64	1297,44	746,64	m²
Opening area	30	30	30	30	%

- Fațade: panouri ușoare din oțel, termoizolație 50mm de polistiren extrudat (XPS)
- Ferestre: geam dublu, parțial cu protecție solară
- Acoperiș: izolat cu 18 cm de polistiren extrudat (EPS)



Ocupare & Sisteme de instalații



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

Occupancy related data

Comfort requirements

Tip clădire de birouri →

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

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

- Încălzire & răcire: sistem split
- Ventilație mecanică cu sistem de recuperare a căldurii
- Sistem ACM: boiler electric

Description of building systems

Heating system

Heating system type

Cooling system

Cooling type system

Mechanical ventilation system

Heat recovery system

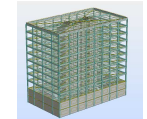
Heat recovery percentage

DHW system

DHW system type

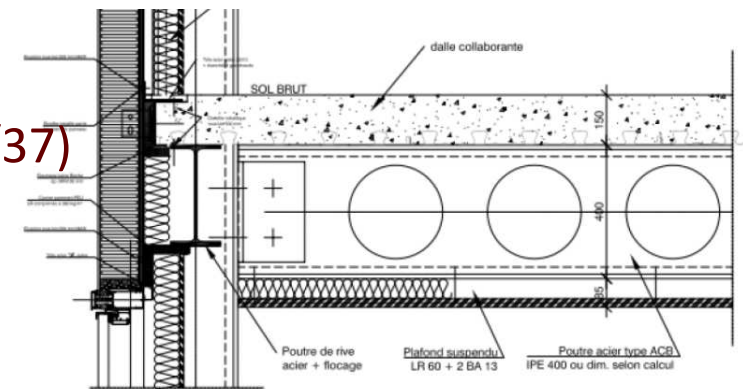
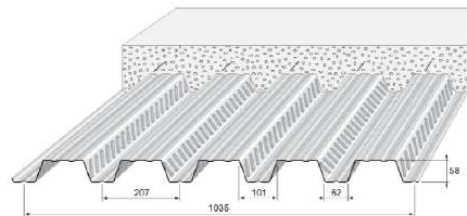


Soluții structurale



- Structură compusă oțel & beton

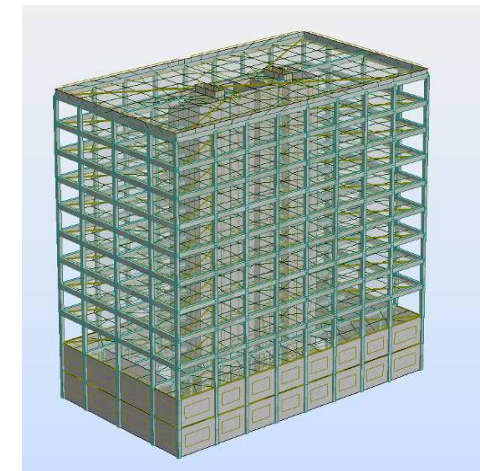
- Grinzi ajurate din S355
- Planșeu oțel COFRA+60 cu 15 cm beton (C30/37)



- Rigidizată cu **nucleu central din beton (C30/37)**

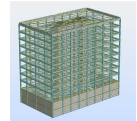
- Structura din beton

- Stâlpi și grinzi din beton armat (C30/37)
- Planșee prefabricate cu goluri (C30/37)
- Rigidizată cu **nucleu central din beton (C30/37)**

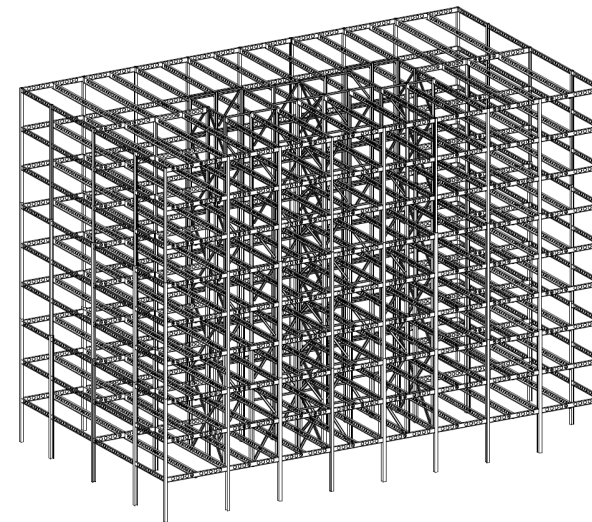
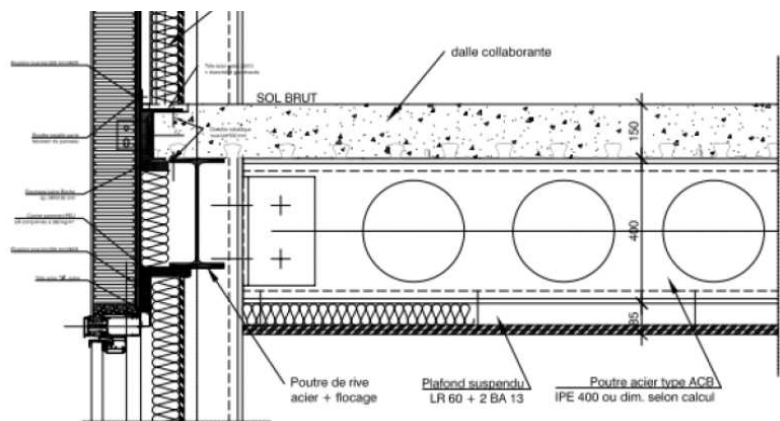




Soluții structurale



- Structură compozită oțel & beton optimizată ECO
 - Grinzi ajurate din oțel S460
 - Planșeu oțel COFRA+60 cu 15 cm de beton (C30/37)
 - Rigidizată cu **sistem de contravântuiri din oțel** (oțel S460) în zona nucleului

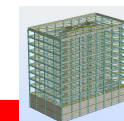




Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul structurilor metalice



Suprastructura clădirii de birouri



Componetă structurală	Varianta 1 Structură compusă	Varianta 2 Structură beton	Varianta 3 Structură compusă optimizată ECO
Elemente principale (Grinzi / nivel)	239.9 t secțiuni din oțel	1199 t beton	197.1 t secțiuni din oțel
Plăci de capăt din oțel pentru îmbinări	14.994 t	/	11.827 t
Armătură oțel	/	59.1 t	/
Nucleu beton	Beton C30/37 1941 t Armături oțel 44.16 t	Beton C30/37 1941 t Armături oțel 44.16 t	/
Nucleu cu contravântuiri din oțel	/	/	Secțiuni din oțel 75.46 t Îmbinări cu plăci din oțel 6.037 t

Bearing structure of the building

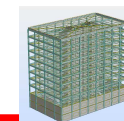
Steel elements		
Beams (Hot rolled profiles)	239.9	t
Columns (Hot rolled profiles)	0.0	t
Studs	0.0	t
Bolts	0.0	t
Plate Connections	14.99	t



Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul structurilor metalice



Placa de planșeu a clădirii de birouri

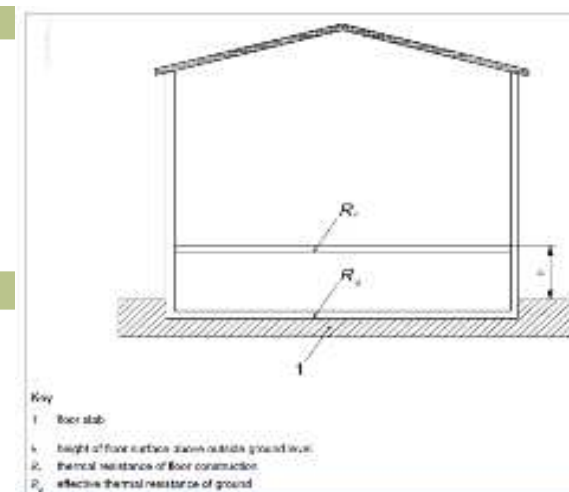


Componentă structurală	Varianta 1 Structură compusă	Varianta 2 Structură beton	Varianta 3 Structură compusă optimizată ECO
Elemente oțel	Cofraplus 60: 70.6 t	/	Cofraplus 60: 70.6 t
Înălțime totală	150 mm	240 mm + 70mm șapă	150 mm
Planșeu beton	2246 t	4688 t	2246 t
Armături oțel	16.56 t	16.56 t	16.56 t

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

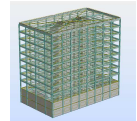
Concrete elements	
Total depth of the floor	150.0 mm
Concrete Type	In-situ/Poured
Concrete Grade	C30/37
Total mass of the floor concrete (incl. base floor)	2735 t
Steel reinforcement	0.0 t

Total mass of the floor slabs	2805 t
-------------------------------	--------





Transport



- Transport oțel :
 - Greutate totală: 369.6 t
 - Transport : 500 km cu camioane obișnuite
- Transport beton:
 - Greutate totală: 4676 t
 - Transport : 50km cu autobetoniere



Transport parameters

Steel elements

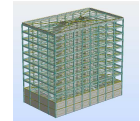
Total steel transported	369.6	t
Values for the transport impacts	User values	
Mass transported by electric train	0.0	t
Distance	0.0	km
Mass transported by regular trucks	369.6	t
Distance	500	km

Concrete elements

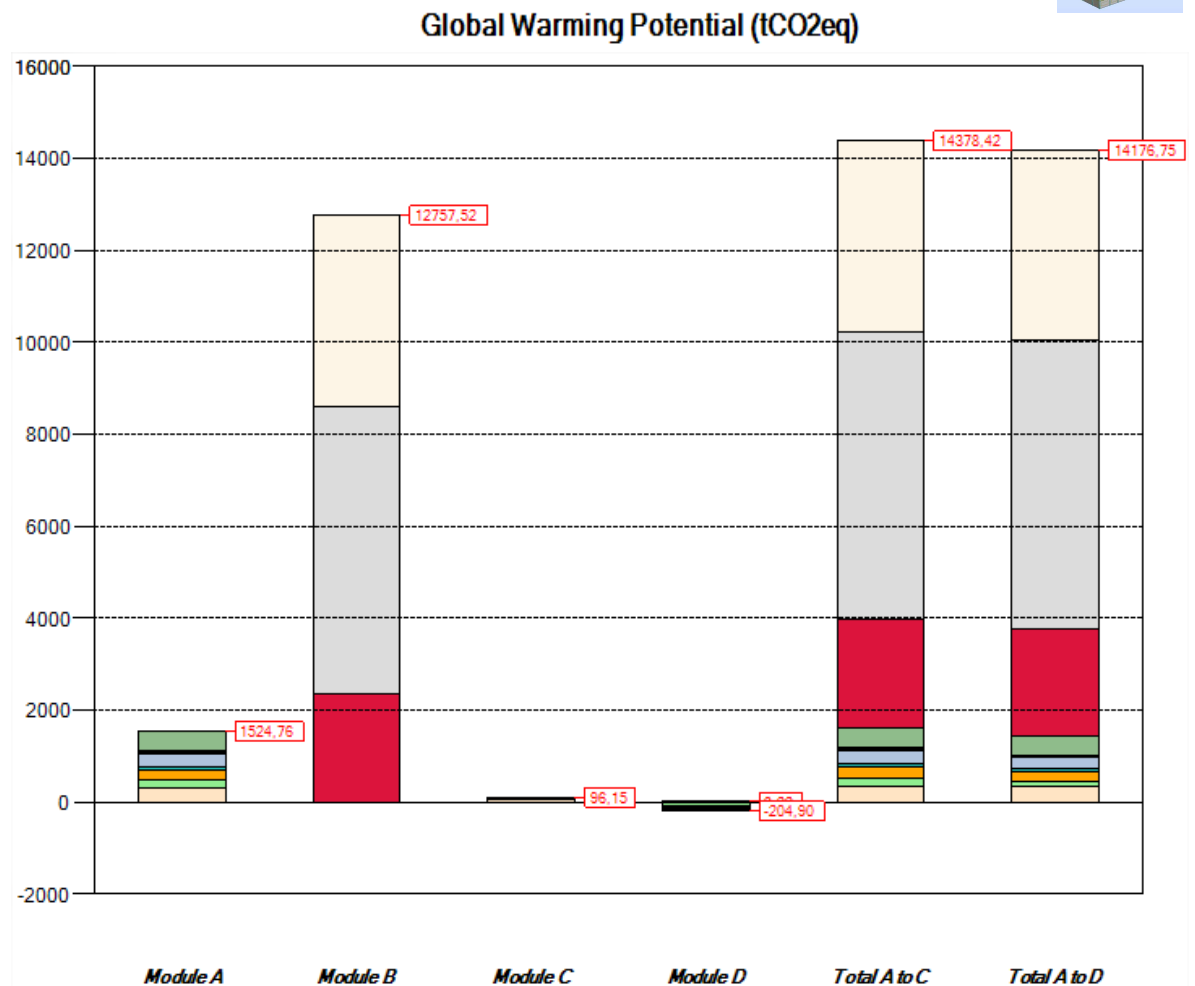
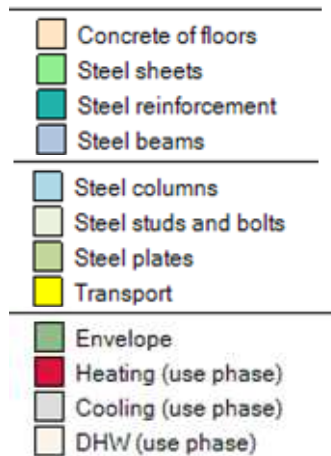
Total concrete transported	4676	t
Concrete produced on site	4676	t
Distance by mixer trucks	50.0	km
Prefabricated concrete	0.0	t
Distance by regular trucks	0.0	km



Rezultate globale ale clădirii de birouri (oțel S355)

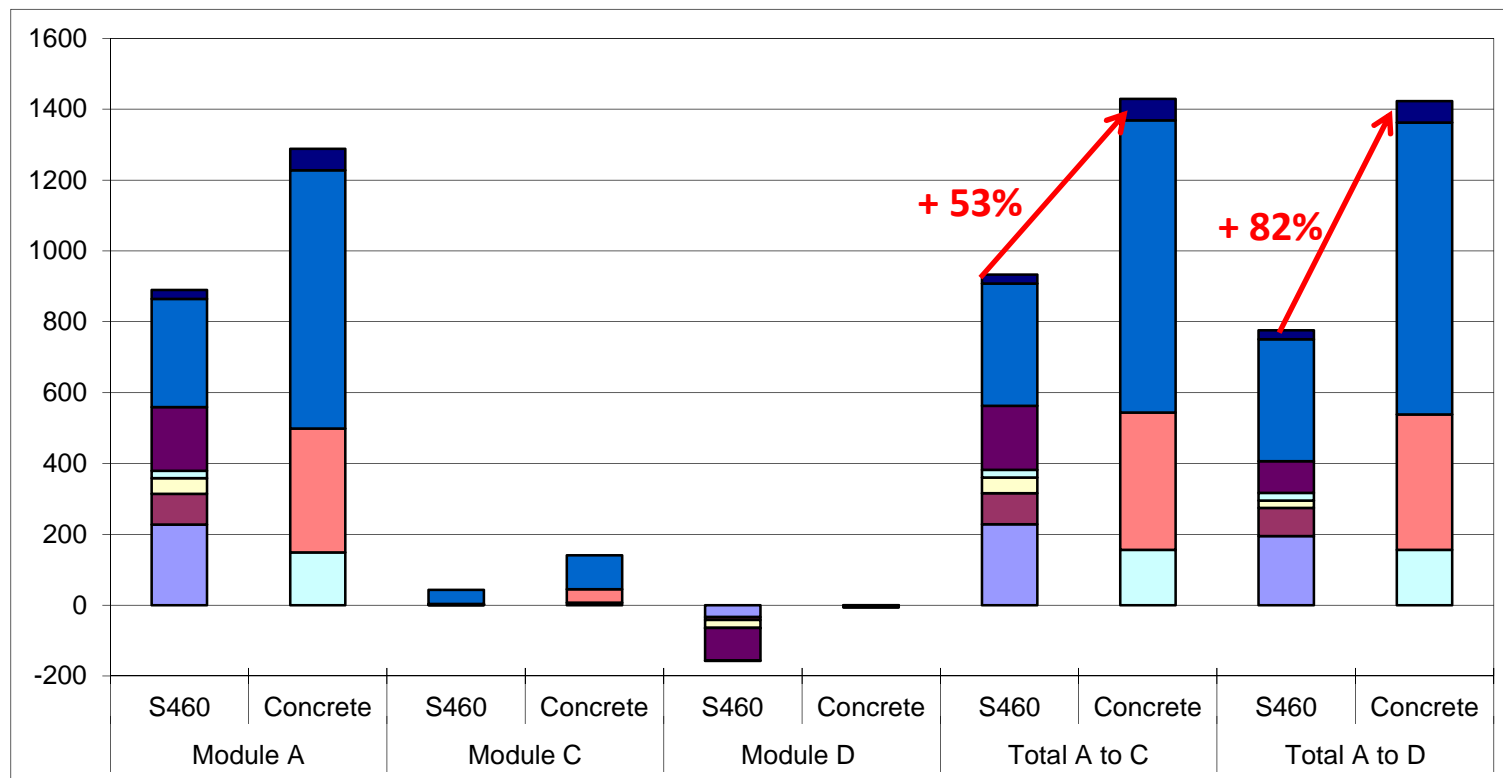
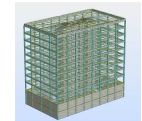


- Faza de utilizare (modul B) generează aprox. 90% din impactul global GWP, pentru fiecare tip de structură





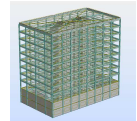
Rezultate: oțel S460 vs. structură din beton GWP impact



Beams Columns Plates connections Reinforcement Floor sheets Concrete of structure Concrete slabs Envelope Transport



Rezultate: concluzii



- Expoatarea clădirilor reprezintă o bună parte din impactul asupra mediului. **Sistemele de fațadă eficace** pot influența pozitiv LCA-ul clădirii, dar acestea sunt independente de **sistemul structural**.
- **Structurile compuse** realizate din **profile laminate** sunt mai sustenabile decât cele din beton, chiar și fără a lua în considerare reciclarea. Datorită **recilării** materialelor la **sfârșitul ciclului de viață**, diferența dintre varianta oțel și cea din beton crește (aprox. 82%).
- Reducând cantitatea de material prin utilizarea **oțelului de înaltă rezistență** se obțin beneficii semnificative pentru mediu.



Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul structurilor metalice



Clădire rezidențială: Casa Bună localizată în România

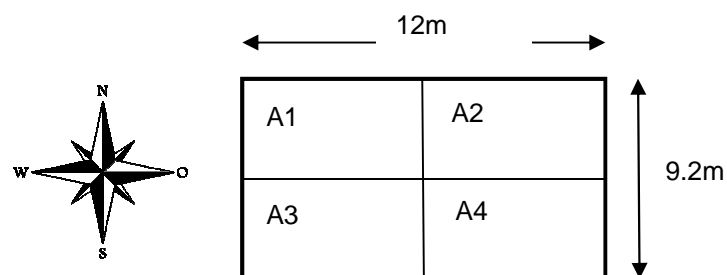




Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul structurilor metalice



Definirea clădirii



- 4 apartamente de 55m² suprafață netă dispuse egal pe 2 nivele.
- Locație în Timisoara

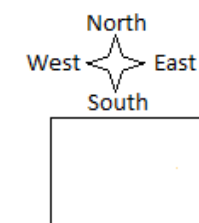


Project **Building** Envelope Base Floor Roof

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	



Location

Country

Location



Componentele învelitorii



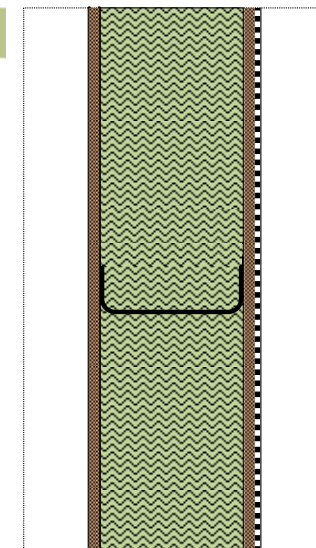
	Nord/Sud [m ²]	Vest/Est [m ²]	Total [m ²]
Pereți	47	41	88
Suprafață vitrată	22	12	34
Total suprafețe	69	53	122

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	%

- Fațadă: panouri ușoare metalice, izolate cu 120mm de vată minerală
- Ferestre: geam dublu & structură aluminiu
- Acoperiș: izolație de 18 cm de polistiren expandat





Ocupare & Sisteme de instalații



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

Tip clădire
rezidențială



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

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

- Sistem de încălzire: încălzitor cu gaz
- Fără sistem de răcire
- Fără ventilare mecanică
- Sistem ACM: boiler electric

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

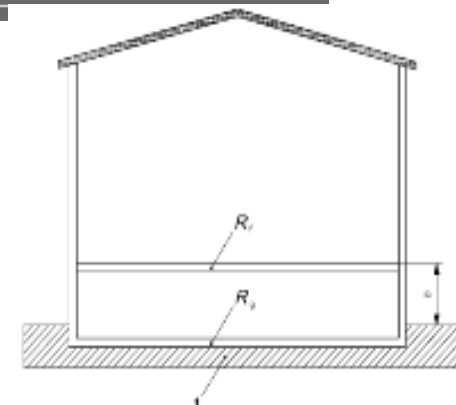


Planșeu suspendat de bază & structura metalică



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

- Planșeu suspendat de bază, de 0.2m grosime, realizat din beton armat (0.7t armături)



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

- Structură metalică ușoară cu montanți deși, inclusă în fațadă și acoperiș
➡ fără elemente structurale metalice adiționale

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



Transport



- Transport oțel :
 - Greutate totală: 1.6 tone (Armături)
 - Transport : Transport mediu european pentru oțel, pentru 1 tonă pe distanță medie europeană
- Transport beton:
 - Greutate totală: 52 tone (Parter)
 - Transport : 30km cu autobetoniere

Roof Occupancy Systems Structure Floors **Transport** Results

Transport parameters

Steel elements

Total steel transported	1,583	t
Values for the transport impacts	Average values	▼

Concrete elements

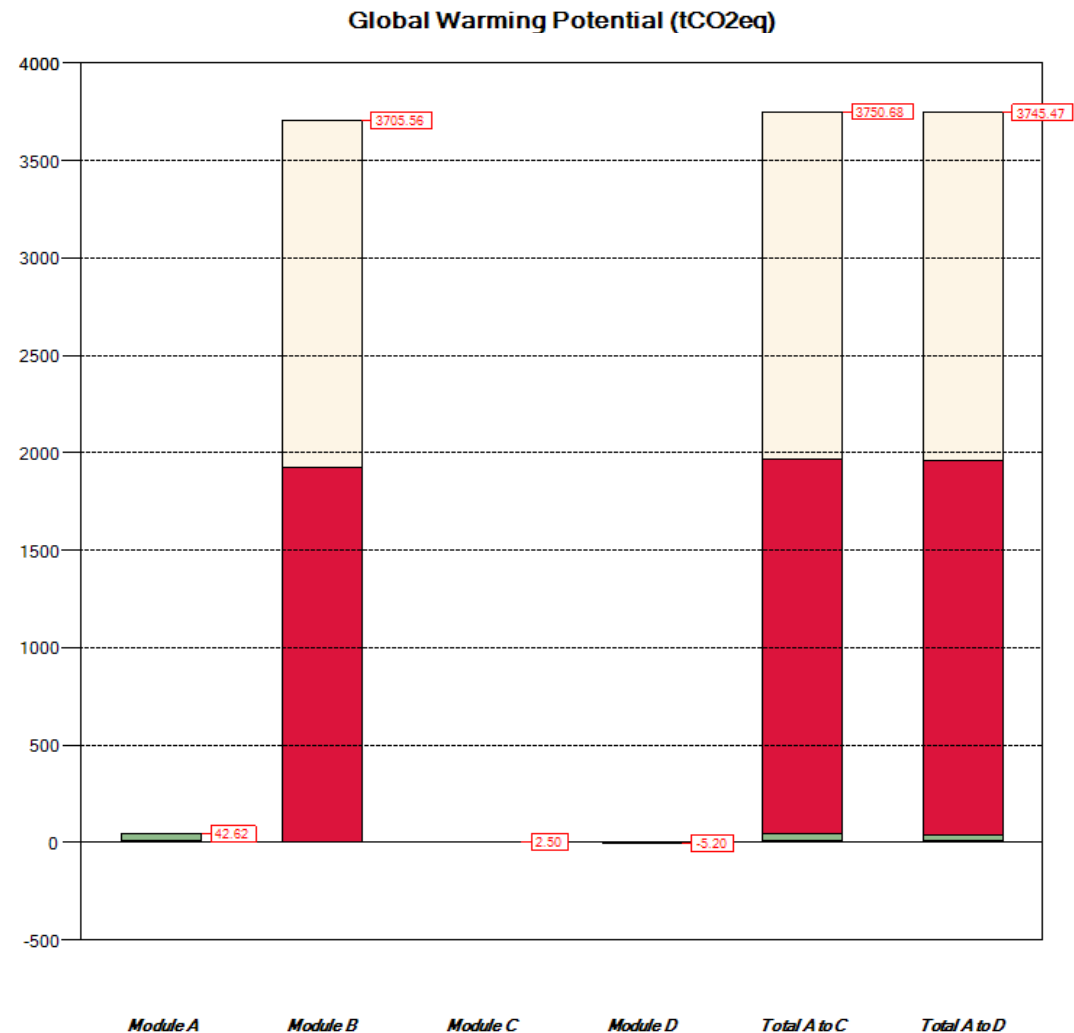
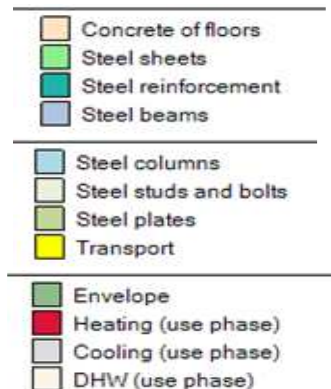
Total concrete transported	52,11	t
Concrete produced on site	52,11	t
Distance by mixer trucks	30,0	km
Prefabricated concrete	0,0	t
Distance by regular trucks	0,0	km



Rezultate globale ale clădirii Casa Bună



- Faza de utilizare (modul B) generează aprox. 99% din impactul global GWP





Valorificarea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul structurilor metalice



Consumuri pentru încălzire



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												
Q _{h,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/m ²	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/m ² /year
Delivered energy	3970.4	kWh/year
COP : 0.87	18.0	kWh/m ² /year
Primary	341.5	kgoe/year
fconv : 0.086	1.5	kgoe/m ² /year

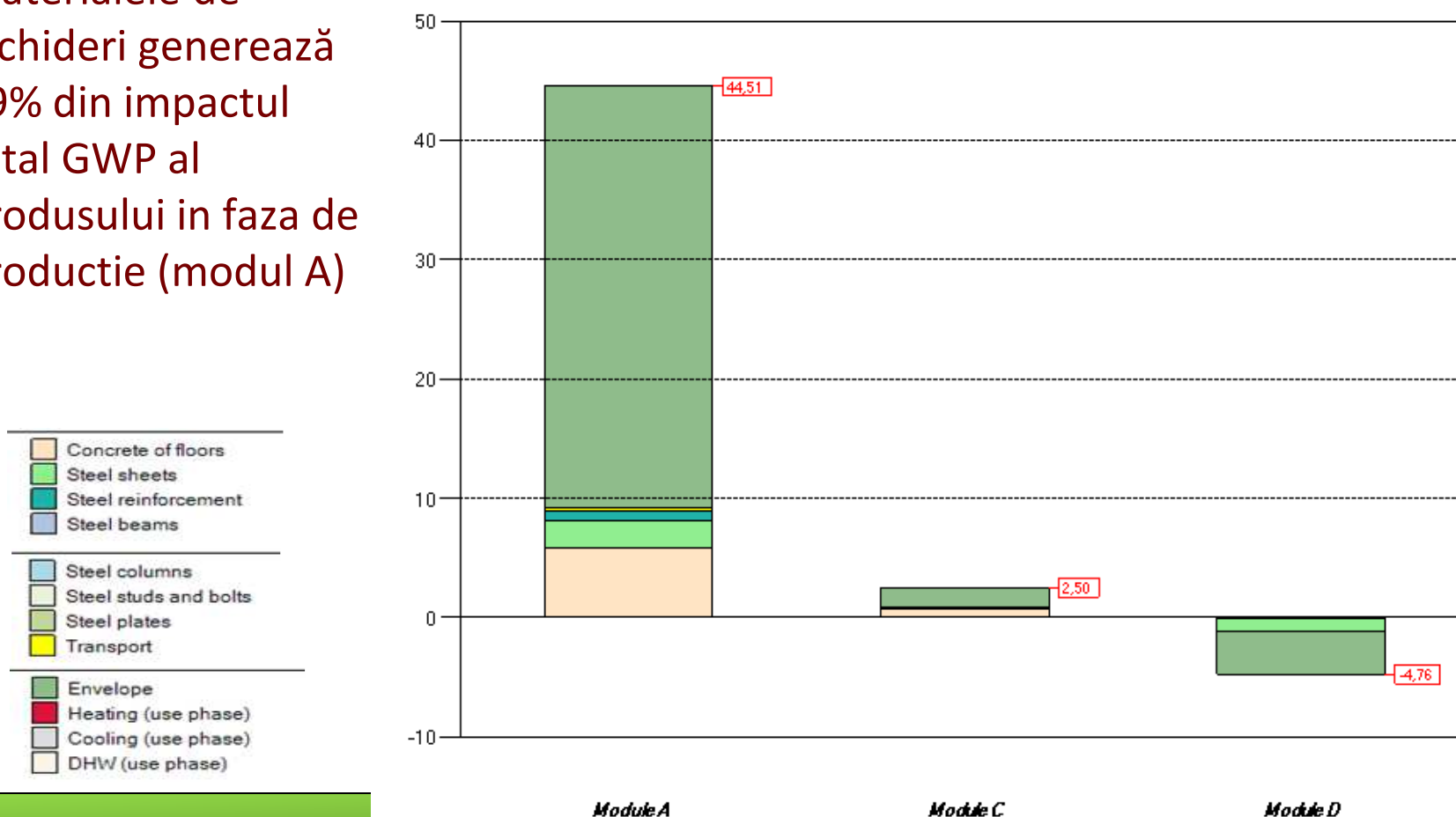


Rezultate: impact materiale



- Materialele de închideri generează 79% din impactul total GWP al produsului în faza de producție (modul A)

Global Warming Potential (tCO₂eq)





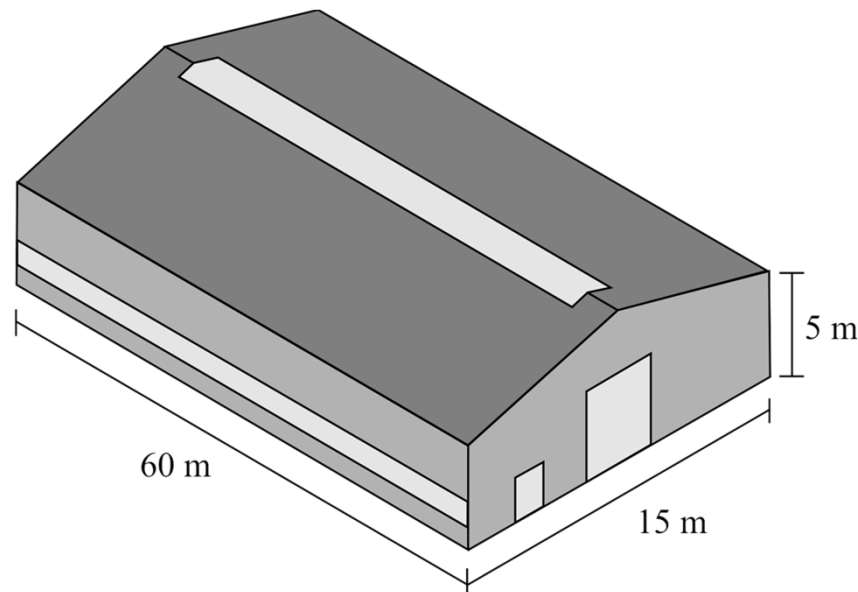
Rezultate: concluzii



- ***Faza de utilizare*** (Modul B) a clădirilor rezidențiale reprezintă aproape toată amprenta de mediu.
- Sistemul structural este aproape neglijabil. In concluzie, sistemele de fațadă eficace pot influenta puternic evaluarea ciclului de viață al clădirii.

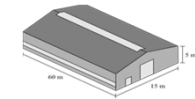


Hală industrială: Structură în cadre portal din oțel vs. beton, localizată în Paris





Scopul studiului



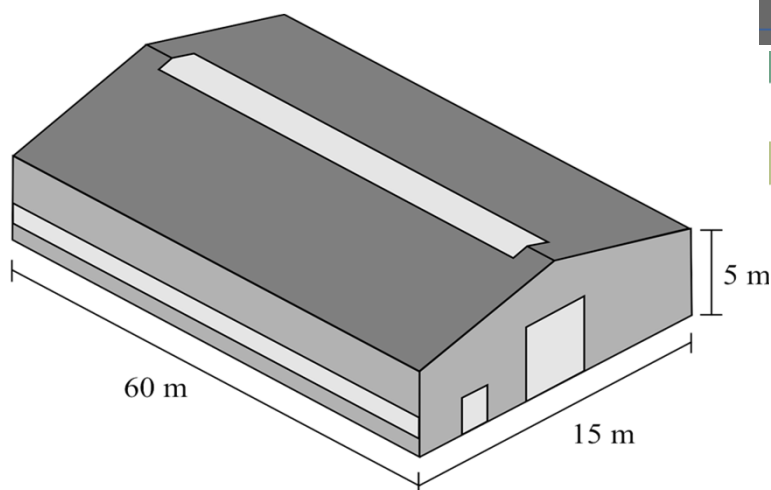
Comparea LCA-ului unei clădiri industriale,
bazat pe 2 sisteme structurale diferite:

- Cadre portal articulate la bază,
realizate din profile laminate din oțel
- Stâlpi încastrați la bază, grinzi
articulate, realizate din beton armat



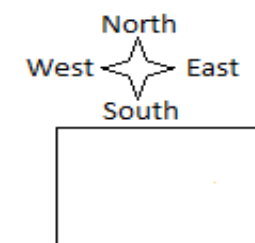


Descrierea clădirii



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	m ²
Total area of building	900,0	m ²
Structure only	No	▼
Building type	Industrial	▼



- 900m² hală industrială
- Locație în Paris

Location	
Country	France ▼
Location	Paris ▼
Display	



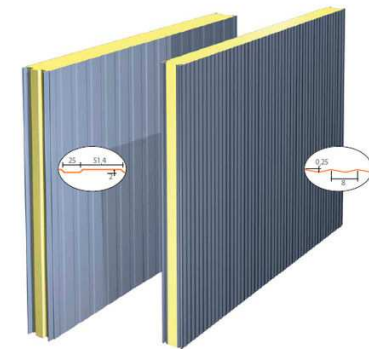
Componente de închidere

- Fațadă: Panouri sandwich PUR 80mm

Variantă energetică: Panouri sandwich PUR 200mm

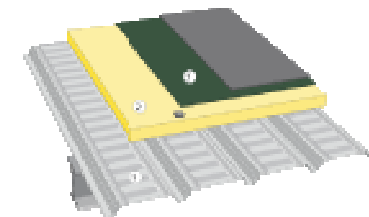
Ferestre: geam dublu & cadru aluminiu

Project	Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	Structure
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						



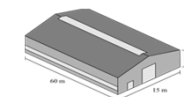
- Acoperiș: Membrană hidro-izolantă cu 140mm de vată minerală

Roof	
Roof type	Waterproof membrane
U-value for the roof (flat part)	0,31





Placa pe sol a halei industriale



Structural component	Variant 1 Steel frame S235	Variant 2 Steel frame S460	Variant 3 Concrete frame
Placa pe sol		Beton: 425.7 kg Armături: 14.4 t	

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

Base floor

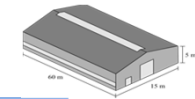
U-value for the base floor	0.44	W/(m².K)
Base floor type	Slab on Ground Floor ▼	
Thickness of concret base floor	0.2	m
Mass of reinforcing steel	14.4	t
Internal heat capacity of ground	74612	J/(m².K)
Internal heat capacity of intermediate floor	0	J/(m².K)
Internal heat capacity of internal wall	0	J/(m².K)

Key
1 floor slab
2 ground
= thickness of external walls

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



Ocupare & Sisteme de instalații



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

Tip clădire
industrială



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

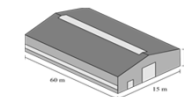
Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems** Structure Floors Transport

- Sistem încălzire: încălzitor cu gaz
- Fără sistem de răcire
- Fără ventilație mecanică
- Fără sistem ACM

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	No DHW



Structură hală industrială



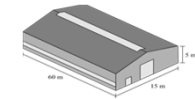
Componentă structurală	Varianta 1 Cadru oțel S235	Varianta 2 Cadru oțel S460	Varianta 3 Cadru beton
Grindă	IPE 450 (6.88t)	IPE 330 (4.33 t)	Unități beton prefabricat T80 (34.19 t) Armături BSt500 202.5 kg/m ³ (2.93 t)
Stâlpi	Principal: HEA480 Secundar: IPE400 (4.17 t)	Principal: HEA480 Secundar: IPE400 (4.17 t)	Secțiune beton 0.4x0.4m C30/37 (30.12 t) Armături BSt500 108.1 kg/m ³ (1.38 t)
Șuruburi	43 kg		/
Plăci pentru îmbinări	336 kg		/

Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport
-----------	---------	-----------	--------	-----------

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



Transport



- Transport oțel:
 - Greutate totală: 26 tone de Grinzi + Stâlpi + Elemente îmbinare
 - Transport : Transport mediu european pentru oțel, pentru 1tonă pe distanță europeană medie
- Transport beton:
 - Greutate totală: 425 tone pentru grinzi + stâlpi
 - Transport : 30 km cu autobetoniere

Roof Occupancy Systems Structure Floors **Transport** Results

Transport parameters

Steel elements

Total steel transported 25.83 t

Values for the transport impacts Average values ▼

Concrete elements

Total concrete transported 424.8 t

Concrete produced on site 424.8 t

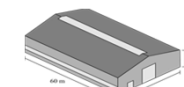
Distance by mixer trucks 30.0 km

Prefabricated concrete 0.0 t

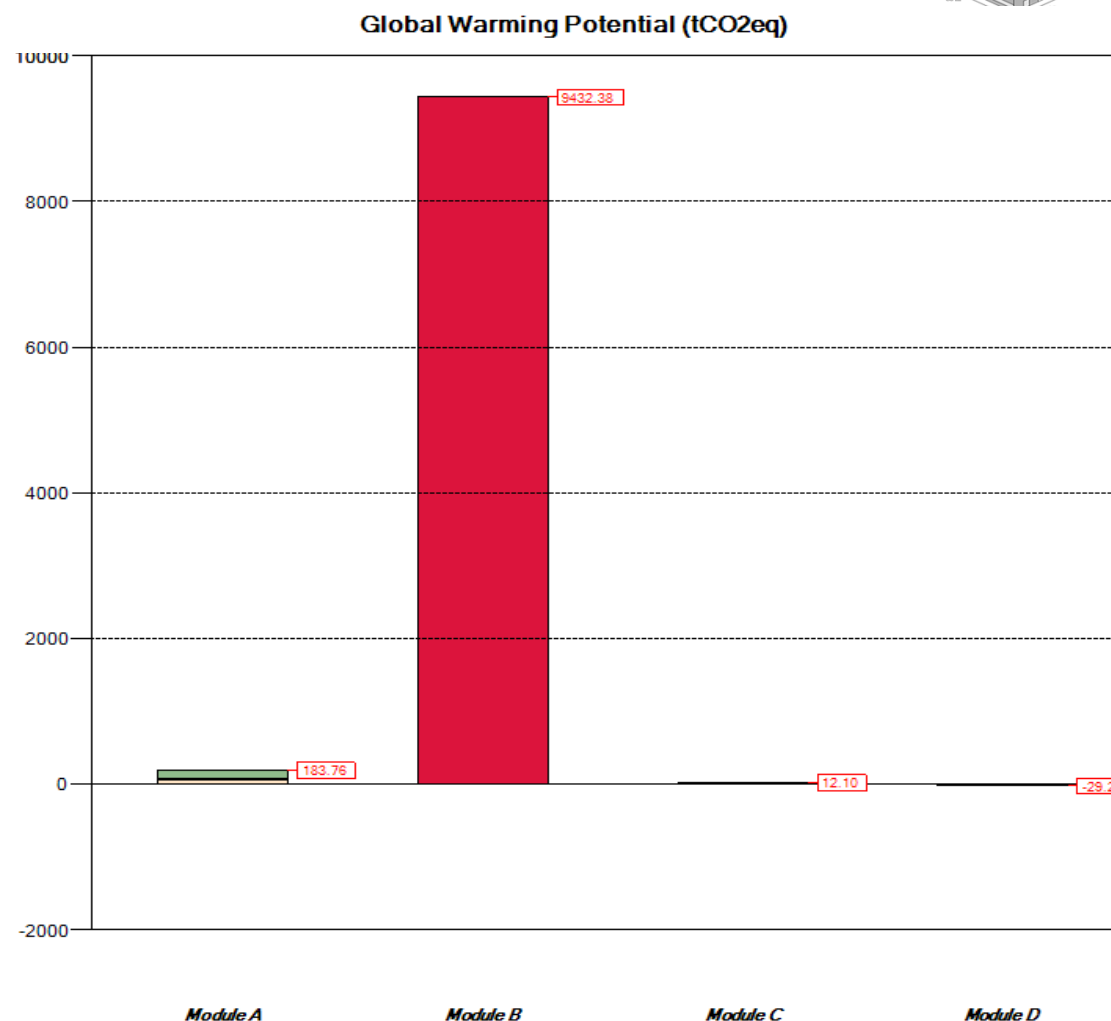
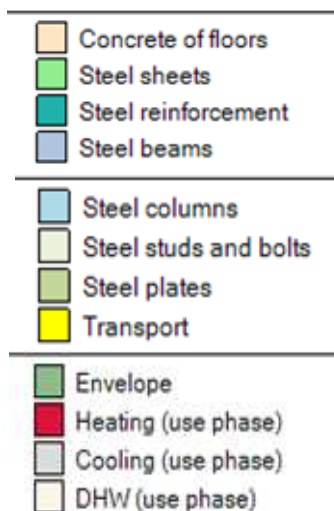
Distance by regular trucks 0.0 km



Rezultate globale pentru hala industrială

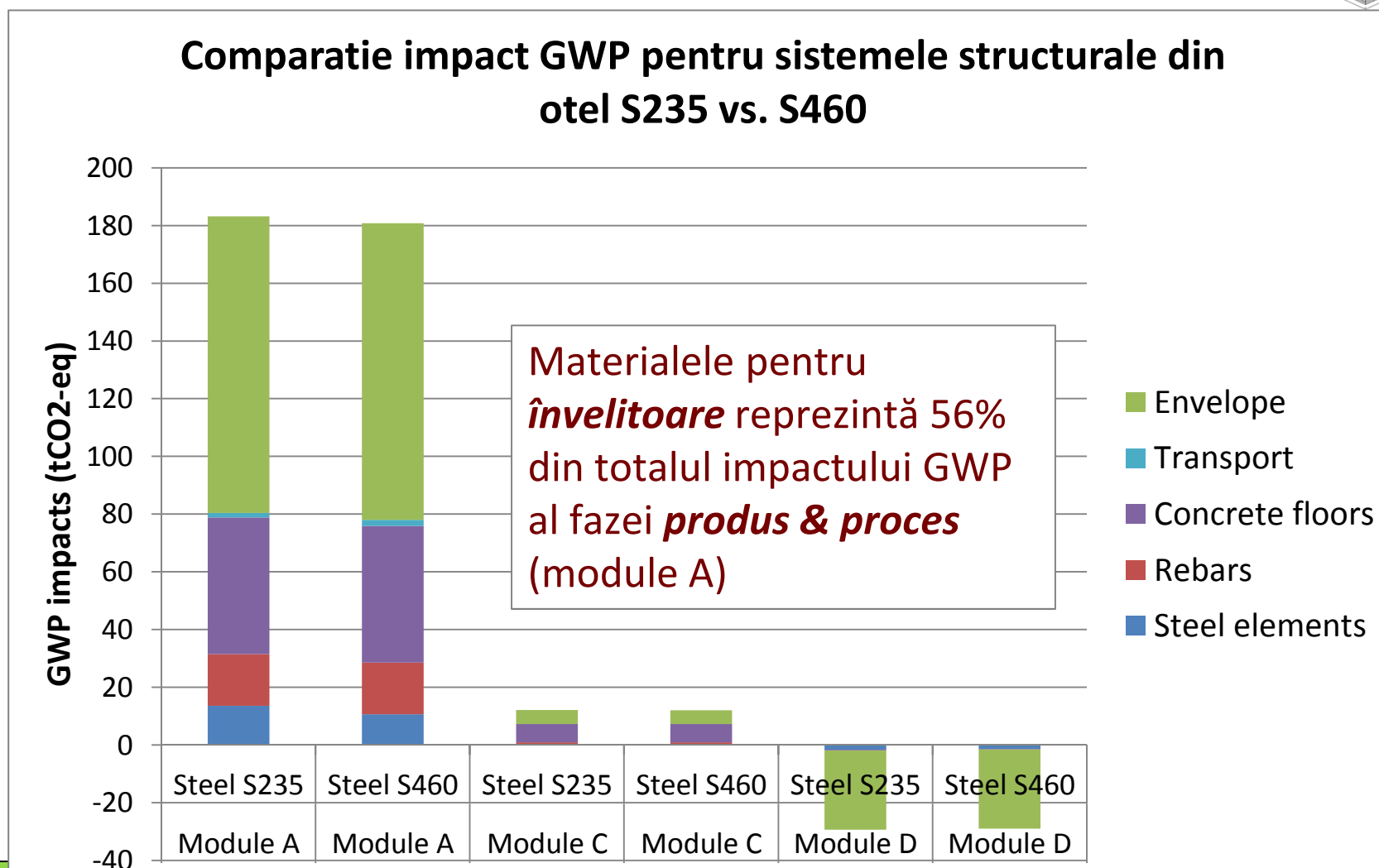
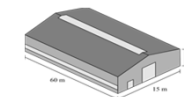


- **Faza de utilizare** (Modul B) generează aprox. 99% din impactul global GWP, pentru oricare din soluțiile structurale considerate pentru hala industrială



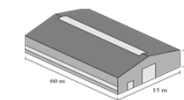


Rezultate : structuri metalice

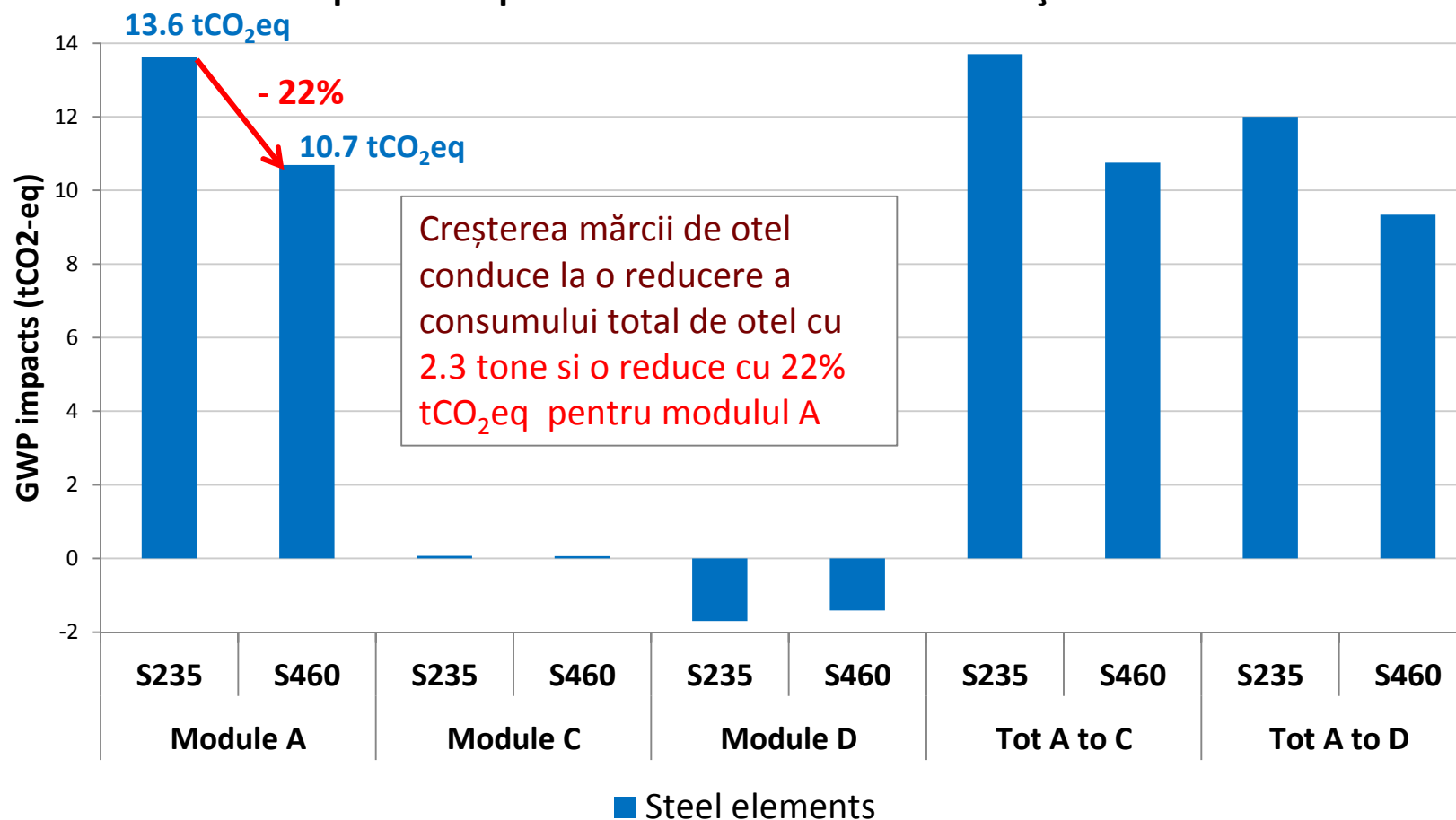




Rezultate: structuri metalice

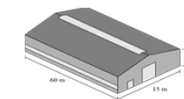


Impact GWP pentru sistemele structurale din oțel S235 vs. S460





Rezultate: Modul D pentru structura din S460



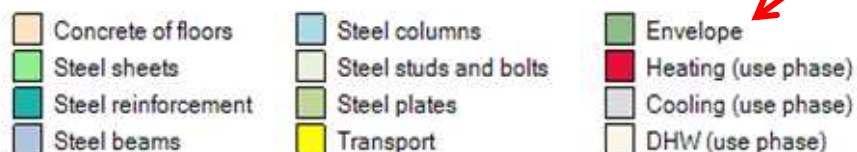
Global Warming Potential (tCO₂eq)

- **Modul D** (Beneficii și încărcări dincolo de limitele sistemului) are un impact GWP pozitiv:

-27.6 t CO₂eq

- Evidențierea beneficiilor materialelor reciclabile din elemente de închidere:

- *Elemente ușoare din oțel* în componente de fațadă și
- *Învelitoare din oțel* în acoperiș

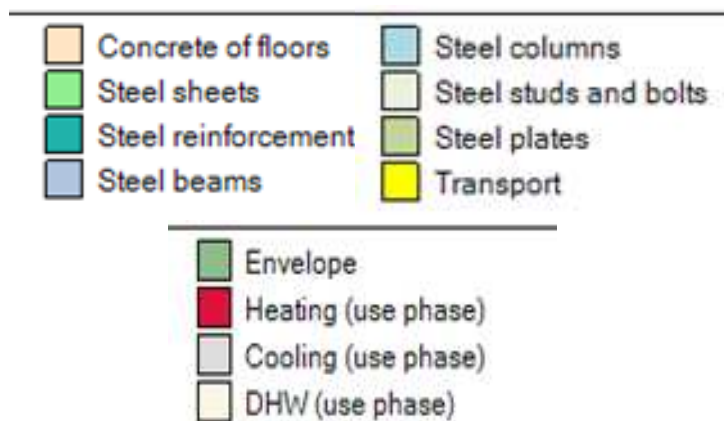
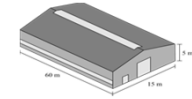




Rezultate: structură din beton

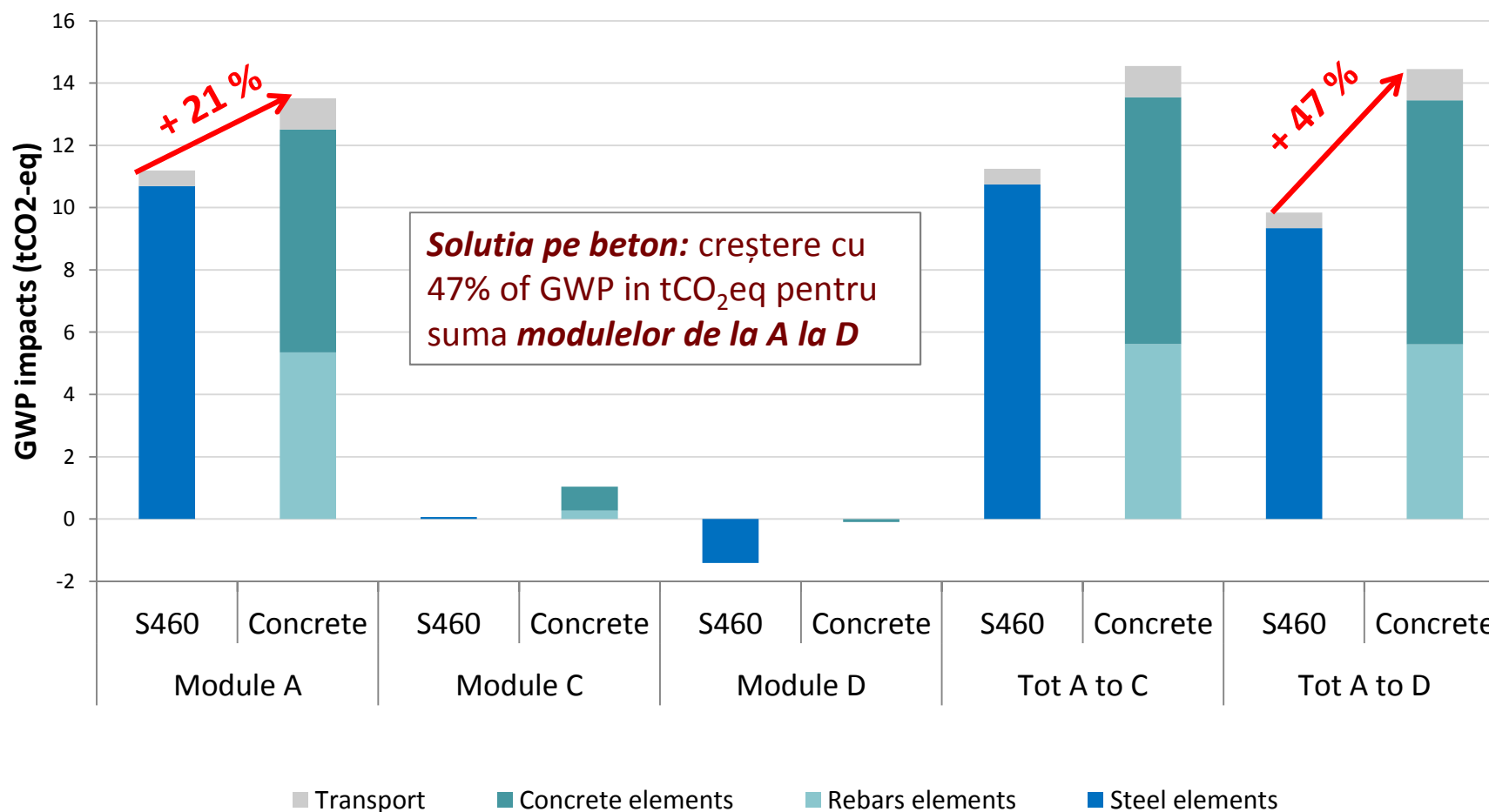
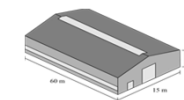
- **Modul A:** impact total GWP = 183 tCO₂eq
- Impact total GWP datorat *sistemului structural* = 80 tCO₂eq, cu 40% datorită planșeului din beton.

Global Warming Potential (tCO₂eq)



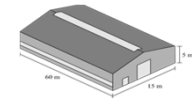


Rezultate: impact structură GWP din oțel vs. beton

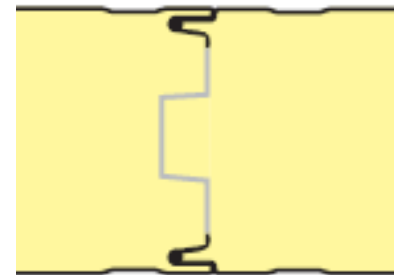
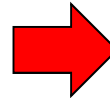
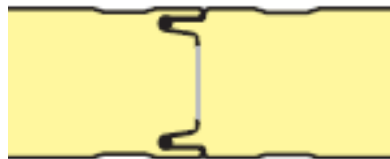




Beneficii de mediu datorate creșterii grosimii izolației



80 mm

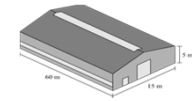


200 mm

- Ușor cu AMECO3 : program user-friendly
 - **Faza de utilizare** (modul B): salvare netă de 888 tCO₂-eq
 - **Faza de producție** (modul A) : creșterea a 13 tCO₂eq, datorită sporului de izolare termică
- Comparat cu reducerea consumului de energie, aceasta este neglijabilă, subliniind interesul pentru creșterea eficienței energetice a clădirii.



Rezultate; Concluzii



- **Exploatarea și activitatea** clădirilor reprezintă o mare parte din impactul asupra mediului. În consecință, sistemele eficiente de fațade pot influența pozitiv LCA-ul clădirii.
- **Structurile din oțel** realizate din **profile laminate** sunt mai sustenabile decât cele din **beton**, chiar și fără a lua în considerare reciclarea. Datorită **reciclării** materialelor la **Sfârșitul ciclului de viață** (reciclare totală a oțelului și valorificare betonului spart), diferența dintre soluția de oțel și cea de beton crește.
- Reducând cantitatea de material prin utilizarea **oțelului de înaltă rezistență** aduce beneficii pentru mediu.