



# Nosné ocelové konstrukce z hlediska udržitelného rozvoje ve výstavbě

## Řešený příklad

**Září 2014**



## Agenda

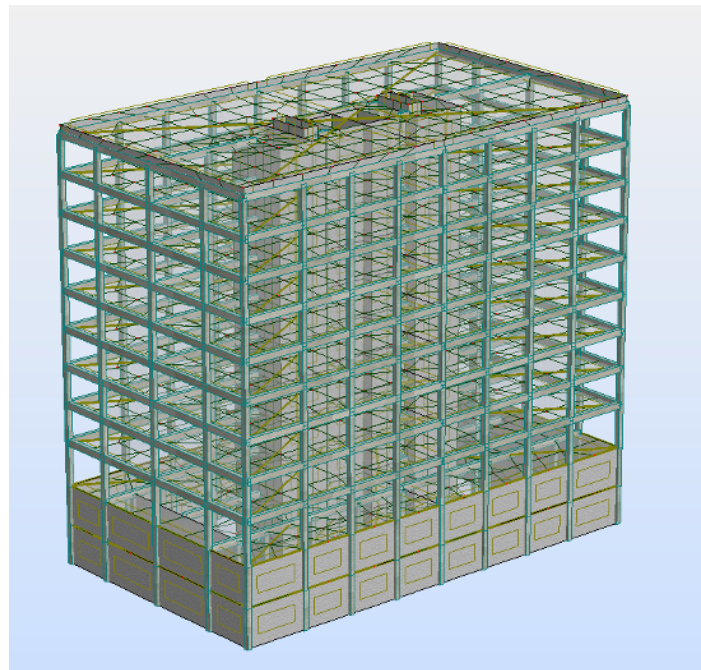
1) Kancelářská budova : typická kancelářská budova ve Francii

2) Obytná budova : Casa Buna v Rumunsku

3) Průmyslová hala : Ocelová & betonová portálová rámová konstrukce v Paříži



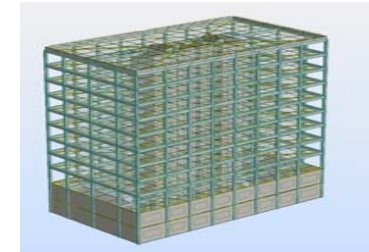
## Kancelářská budova: Typická kancelářská budova ve Francii





## Rozsah studie

Cílem této studie je porovnat dopad kancelářské budovy postavené z různých konstrukčních systémů na životní prostředí.



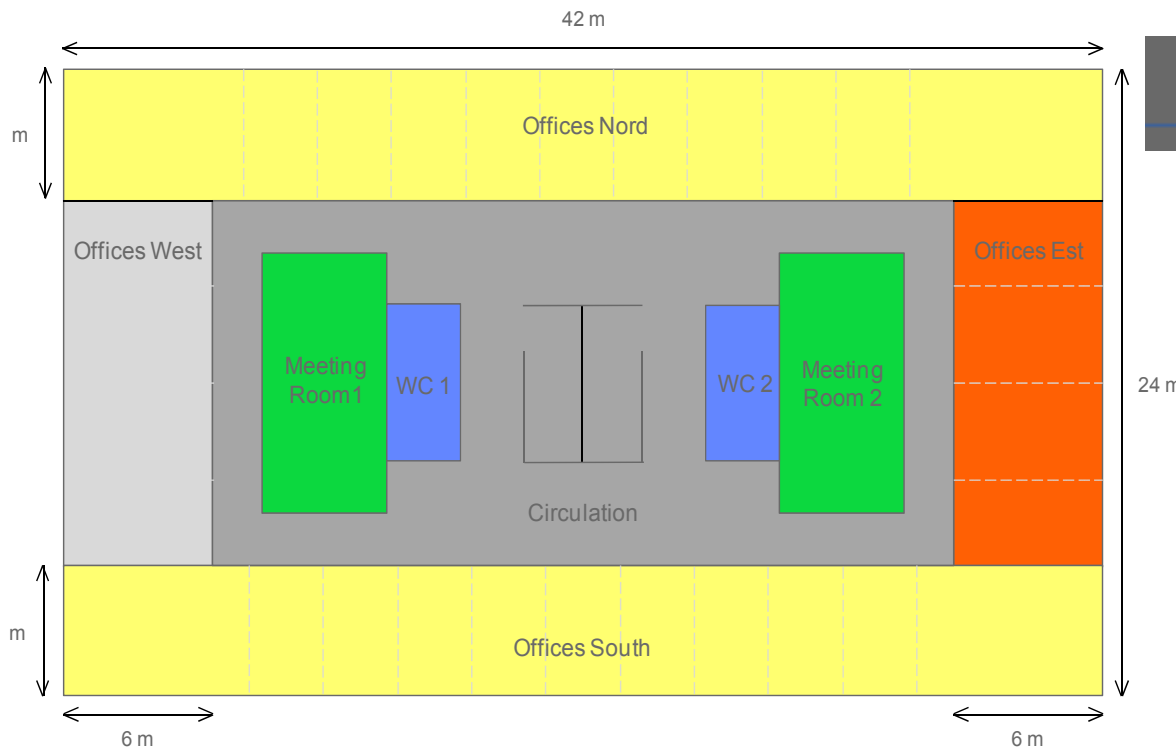
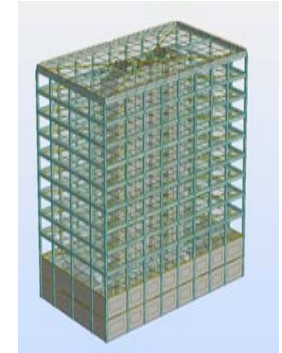
Jsou analyzovány tři typy konstrukčních systémů:

- Ocelo-betonová kompozitní konstrukce
- Betonová konstrukce
- Optimalizovaná ocelobetonová kompozitní konstrukce (tato optimalizace byla provedená na základě ECO-Design)



## Definování budovy

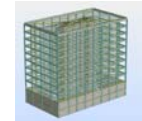
- Rozměry budovy: 42x24 m
- Počet podlaží v nadzemní části budovy (kromě přízemí):8
- Umístěná v Paříži



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 <sup>2</sup>		
Total area of building	9311	m <sup>2</sup>		
Structure only	No			
Building type	Office			



## Užívání & Systémy



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

### Occupancy related data

#### Comfort requirements

Typ: Kancelářská  
budova



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

- Vytápění & chlazení: oddělený systém
- Mechanické větrání se systémem rekuperace
- DHW systém : elektrický ohřivač

### Description of building systems

#### Heating system

Heating system type

#### Cooling system

Cooling type system

#### Mechanical ventilation system

Heat recovery system

Heat recovery percentage

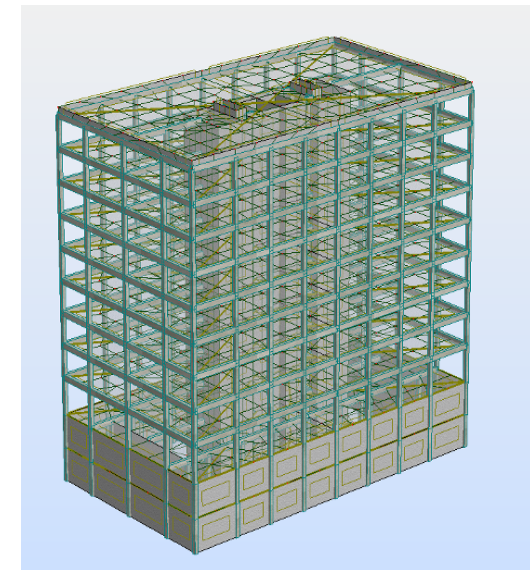
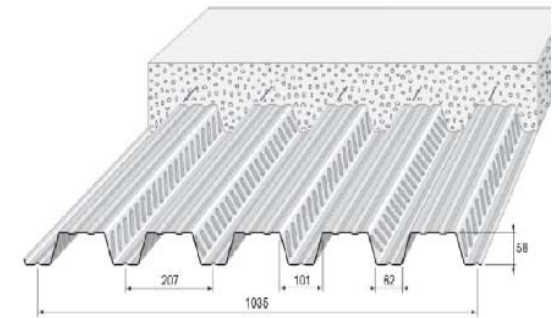
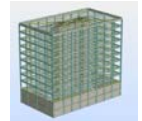
#### DHW system

DHW system type



## Konstrukční typy

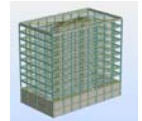
- Kombinovaná konstrukce
  - Ocelové profily z oceli S355
  - Ocelový plech COFRA+60 s 15 cm tlustou bet.deskou (C30/37)
  - Stabilizace pomocí centrálního betonového jádra (C30/37)
- Betonová konstrukce
  - Prefabrikované dutinové desky (C30/37)
  - Železobetonové nosníky a sloupy (C30/37)
  - Stabilizace pomocí centrálního betonového jádra (C30/37)



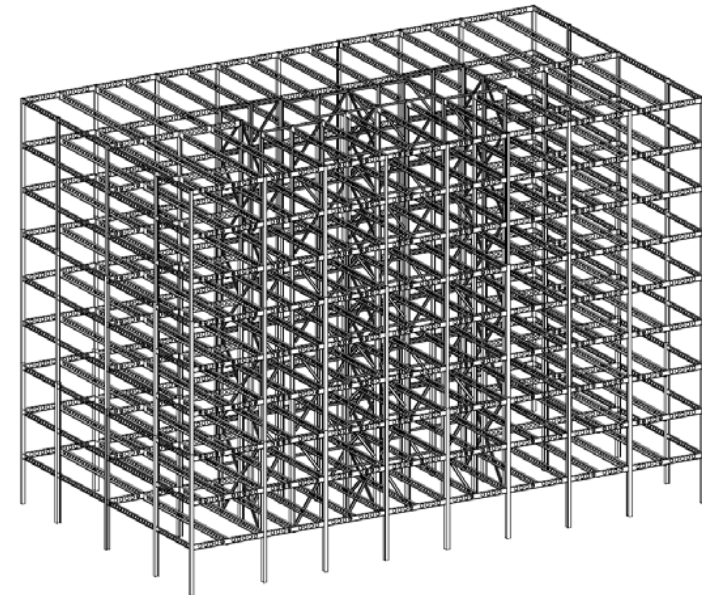
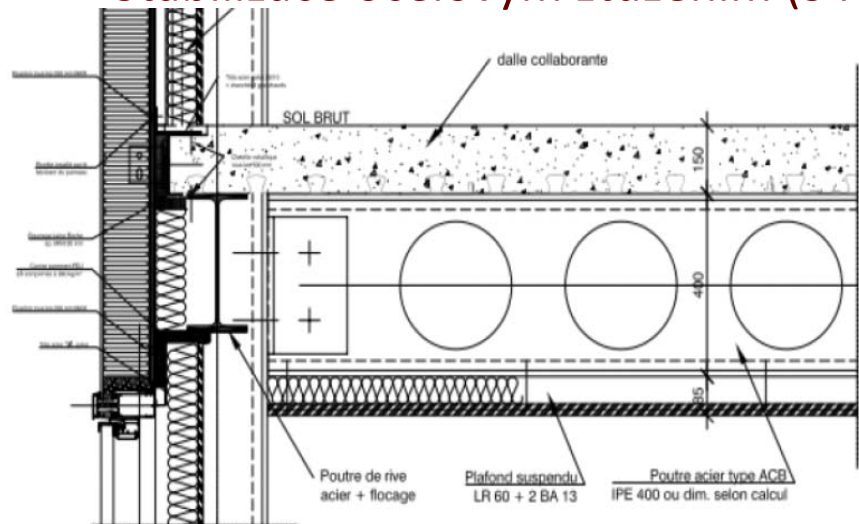




## Konstrukční typy



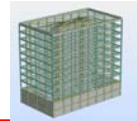
- Eco-optimalizovaná ocelobetonová kompozitní konstrukce s cílem minimalizace ekologických dopadů
  - Ocelové profily z oceli S460
  - Ocelový plech COFRA+60 s 15 cm tlustou betonovou deskou (C30/37)
  - Stabilizace ocelovým ztužením (S460)







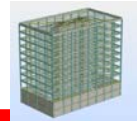
# Nadzemní konstrukce kancelářské budovy



Konstrukční součást	Varianta 1 Kombinovaná konstrukce	Varianta 2 Betonová konstrukce	Varianta 3 Eco-optimalizovaná kompozitní konstrukce
Ocelové profily	239.9 t	1199 t	197.1 t
Ocelové přípoje	14.994 t	59.1 t	11.827 t
Betonové jádro	Beton C30/37 1941 t Ocelová výztuž 44.16 t	Beton C30/37 1941 t Ocelová výztuž 44.16 t	/
Ocelové jádro	/	/	Ocelové profily 75.46 t Ocelové přípoje 6.037 t

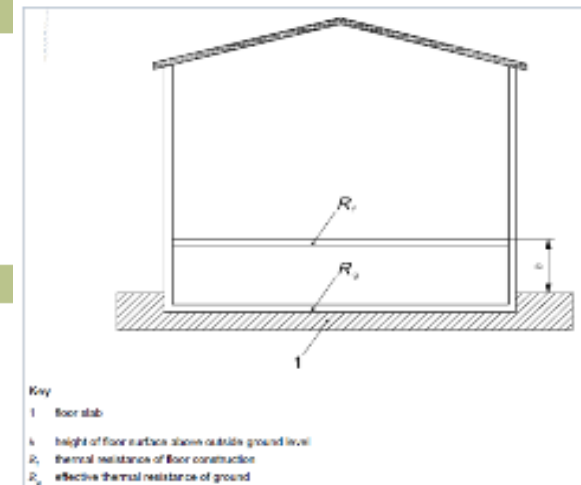


# Podlažní deska kancelářské budovy



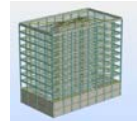
Konstrukční součást	Varianta 1 Kombinovaná konstrukce	Varianta 2 Betonová konstrukce	Varianta 3 Eco-optimalizovaná kompozitní konstrukce
Ocelové prvky	Cofraplus 60 : 70.6 t	/	Cofra +60 : 70.6 t
Celková tloušťka	150 mm	240 mm + 70mm mazanina	150 mm
Betonové podlaží	2246 t	4688 t	2246 t
Ocelová výztuž	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/m <sup>2</sup>
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
<b>Total mass of the floor slabs</b>	<b>2805 t</b>





## Přeprava

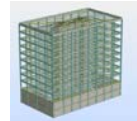


- Přeprava oceli :
  - Celková hmotnost : 369.6 t
  - Přeprava : 500 km nákl.automobilem
- Přeprava betonu :
  - Celková hmotnost : 4676 t
  - Přeprava: 50 km autodomíchávačem

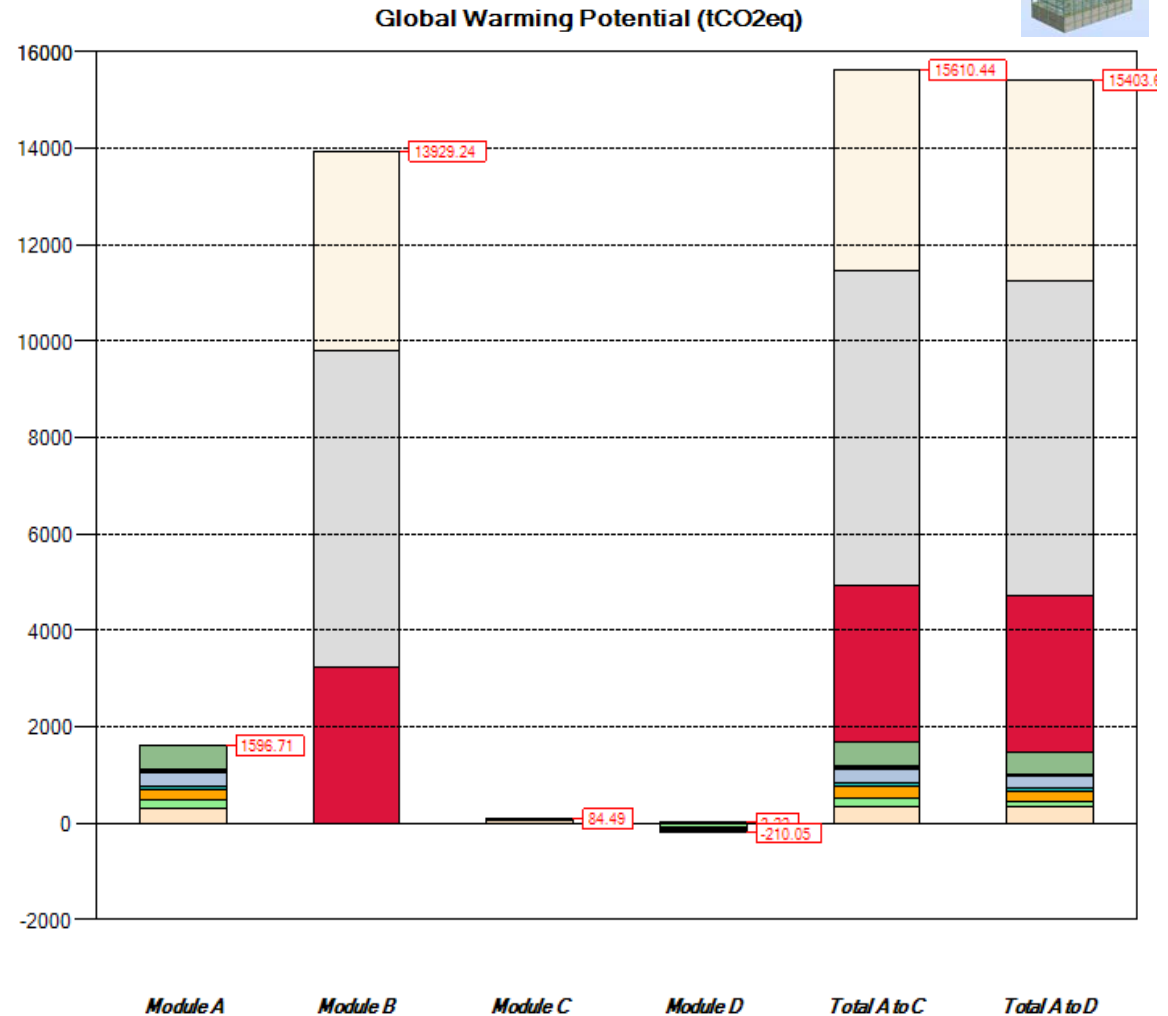
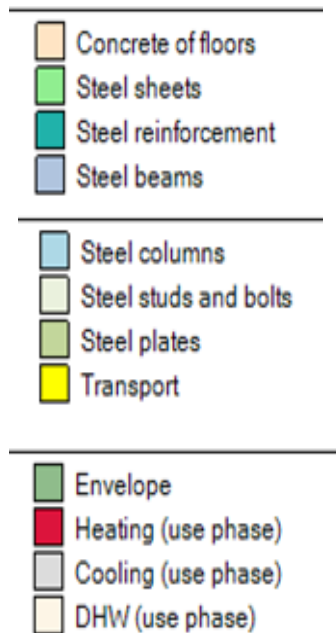
Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport	Results
Transport parameters						
Steel elements						
Total steel transported	369.6	t				
Values for the transport impacts	User values	▼				
Mass transported by electric train	0.0	t				
Distance	0.0	km				
Mass transported by regular trucks	369.6	t				
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				



# Celkové výsledky pro kancelářskou budovu

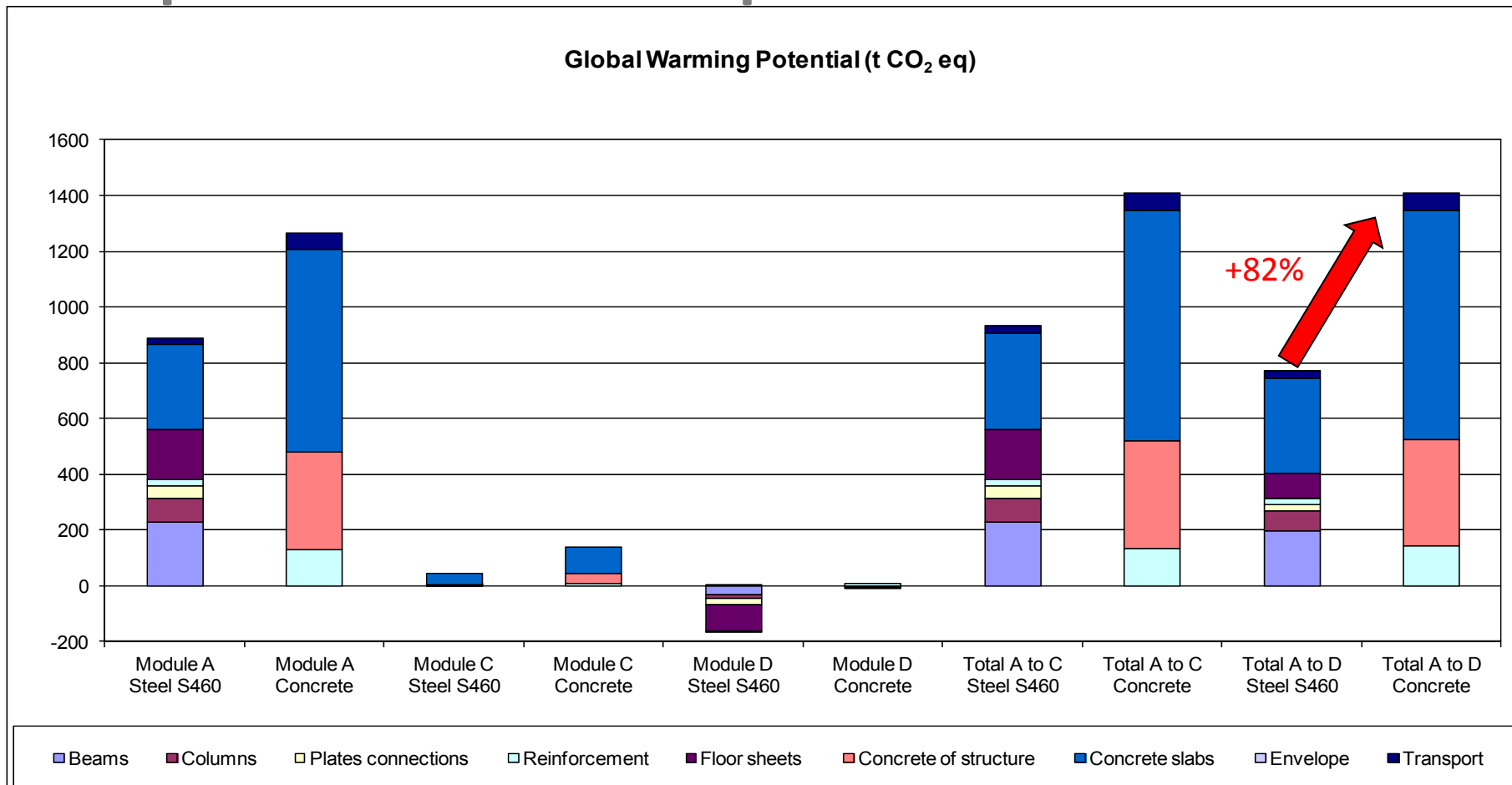
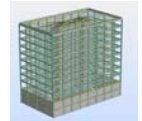


- Fáze použití (modul B) představuje asi 91% celkového dopadu na GWP



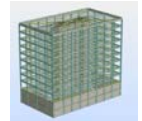


# Výsledky : ocelová vs betonová konstrukce – dopad na Globální oteplování





## Výsledky : závěry



- Nízký vliv konstrukčního systému budovy z hlediska globálních dopadů na živ.prostředí v porovnání s jejich využíváním a činností
- Výhody v oblasti vlivů na životní prostředí při použití spřažených ocelobetonových konstrukcí (s nejlepším využitím obou materiálů)
- Udržitelnější konstrukce díky recyklaci materiálu na konci životnosti (nekonečné recyklace oceli a zhodnocení drceného betonu = využití modulu D)
- Minimalizace nadměrného použití materiálu pomocí vysokopevnostní oceli.



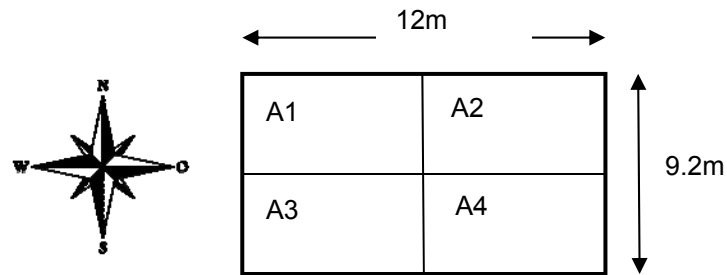
## Obytná budova : Casa Buna v Rumunsku







## Popis budovy



- 4 byty s rozlohou 55m<sup>2</sup>
- Umístěná v městě 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 <sup>2</sup>
Total area of building	220,8	m <sup>2</sup>
Structure only	No	▼
Building type	Residential	▼

Location

Country Romania ▼

Location Timisoara ▼

Display



## Součásti pláště

	Sever/Jih [m <sup>2</sup> ]	Západ/Východ [m <sup>2</sup> ]	Celkem [m <sup>2</sup> ]
<b>Stěny</b>	47	41	87
<b>Zasklení</b>	22	12	34
<b>Celkové plochy</b>	69	53	122

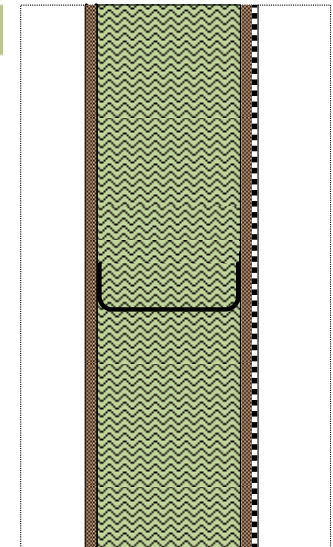


### Definition of the building envelope

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	69.6	53.36	69.6	53.36	m <sup>2</sup>
Opening area	22	12	22	12	%

- Plášť : ocelová rámová konstrukce, dřevěné (OSB) desky a 120mm tlustá minerální vlna
- Okna : dvojité sklo & hliníkový rám
- Střecha : sedlová



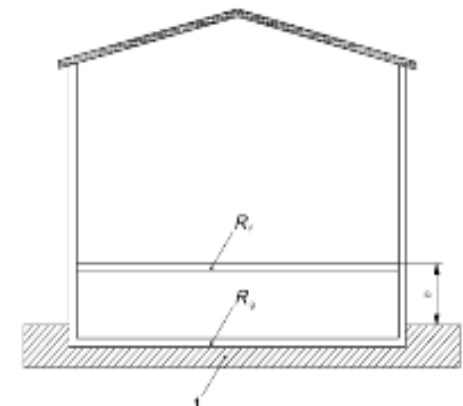


## Přízemí & Konstrukce budovy



Project	Building	Envelope	<b>Base Floor</b>	Roof	Occupancy	Systems	Structure	Floors	Transport	Results
---------	----------	----------	-------------------	------	-----------	---------	-----------	--------	-----------	---------

- Vynesené přízemí s železobetonovou deskou tloušťky 0,2m (s 0.7t výztuže)



Project	Building	Envelope	Base Floor	Roof	Occupancy	Systems	<b>Structure</b>	Floors	Transport
---------	----------	----------	------------	------	-----------	---------	------------------	--------	-----------

- Lehký ocelový rám v plášti budovy & střešní konstrukci → žádné další ocelové konstrukční prvky

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
<b>Total mass of structure</b>	<b>0,0</b>	<b>t</b>



## Požívání & Systémy



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

### Occupancy related data

#### Comfort requirements

Typ obytné budovy →

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

### 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

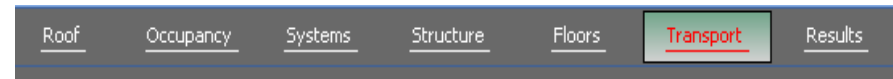
- Systém vytápění : kotel na plynné palivo
- Žádný chladicí systém
- Žádná mechanická ventilace
- Systém DHW : elektrický ohříváč



## Přeprava



- **Přeprava oceli :**
  - Celková hmotnost : 1.583t (Armování)
  - Přeprava : Přeprava 1 tuny oceli na průměrnou vzdálenost
- **Přeprava betonu :**
  - Celková hmotnost : 52.11t (Přízemí)
  - Přeprava : 30 km autodomíchávači



### Transport parameters

#### Steel elements

Total steel transported	<input type="text" value="1,583"/>	t
Values for the transport impacts	<input type="text" value="Average values"/>	▼

#### Concrete elements

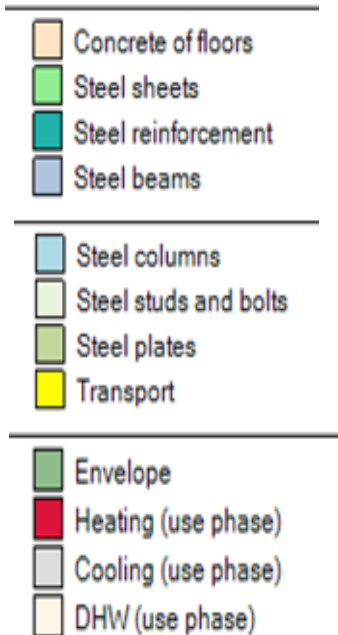
Total concrete transported	<input type="text" value="52,11"/>	t
Concrete produced on site	<input type="text" value="52,11"/>	t
Distance by mixer trucks	<input type="text" value="30,0"/>	km
Prefabricated concrete	<input type="text" value="0,0"/>	t
Distance by regular trucks	<input type="text" value="0,0"/>	km



# Celkové výsledky pro budovu Casa Buna



- Fáze použití (modul B) představuje téměř 99% celkového dopadu na GWP



Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



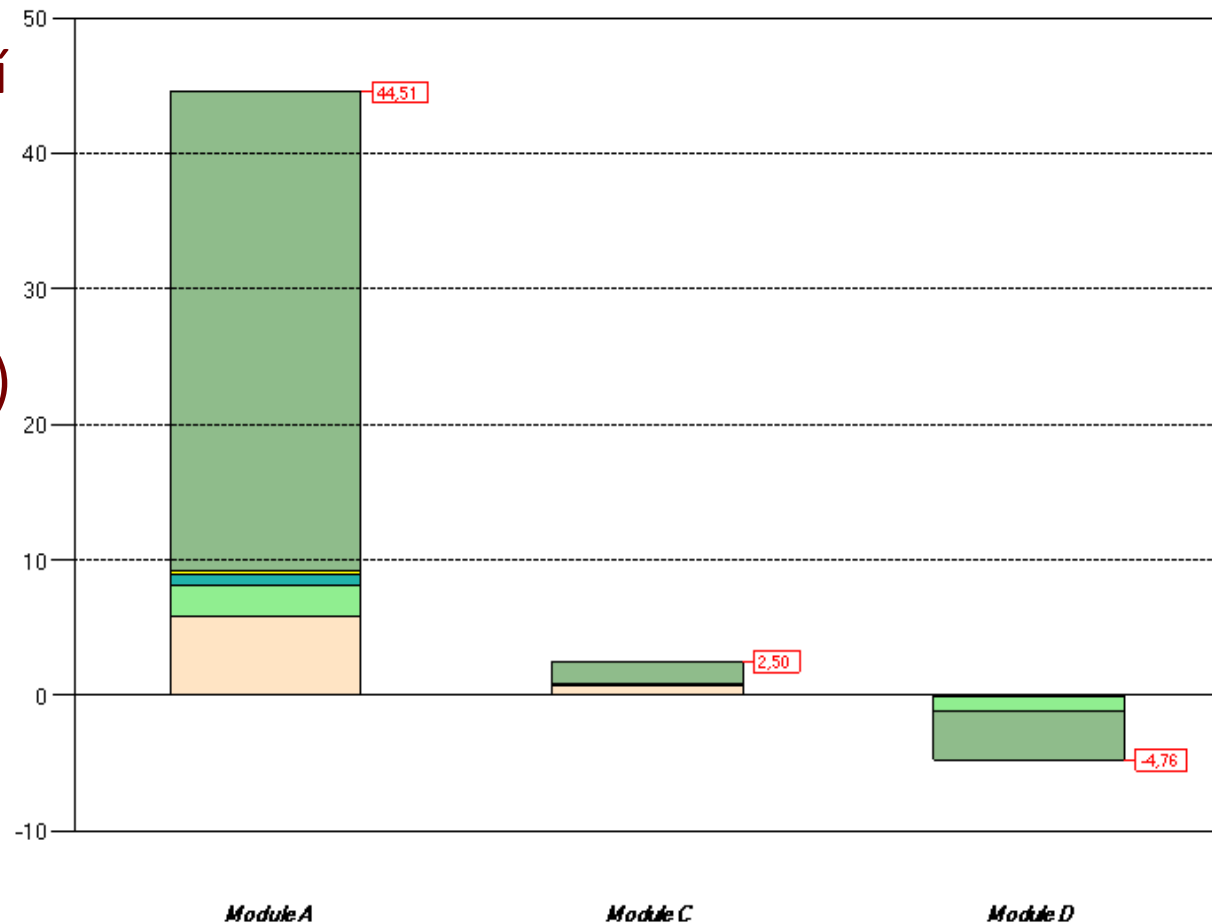


# Výsledky : materiálové dopady

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



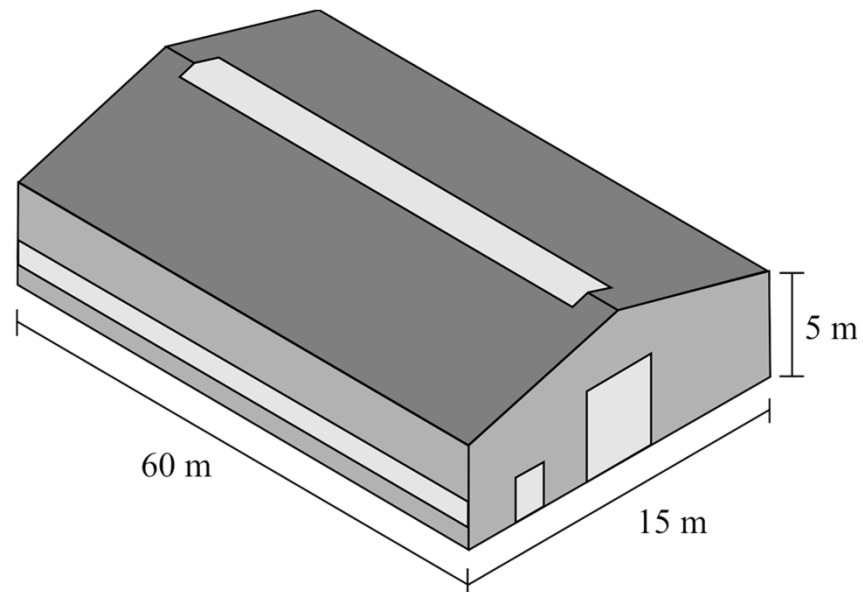
- Materiály pláště budovy představují asi 79% celkového dopadu GWP ve výrobní fázi a fázi výstavby (Modul A)





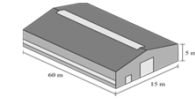


## Průmyslová hala : Ocelová & betonová rámová konstrukce v Paříži





## Rozsah studie



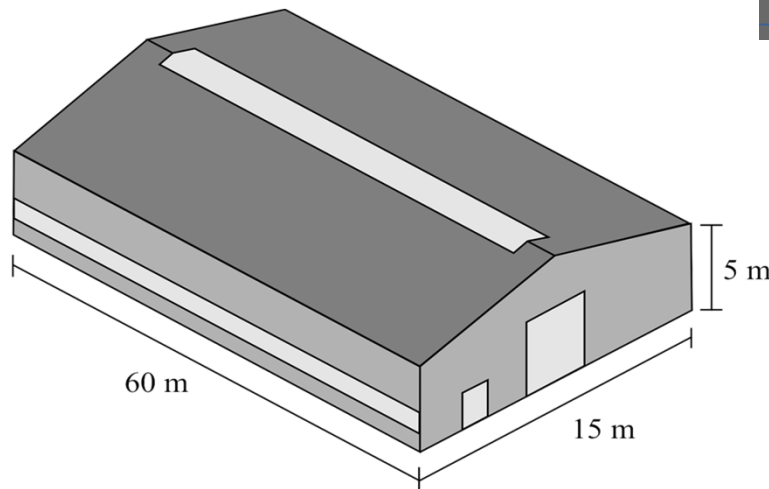
Porovnat LCA (zhodnocení životního cyklu) průmyslové budovy založené na dvou konstrukčních systémech:

- Portálový rám z ocelových profilů za tepla válcovaných
- Rám z tuhých železobetonových sloupů a příčle





## Popis budovy

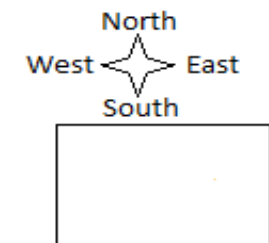


Project **Building** Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure

### Definition of the building

#### General parameters

North - South facade Length	<input type="text" value="60"/>	m
East - West facade length	<input type="text" value="15"/>	m
Floor height	<input type="text" value="5"/>	m
Floor height under ceiling	<input type="text" value="5"/>	m
Number of intermediate floors	<input type="text" value="0"/>	
Area of intermediate floors	<input type="text" value="0"/>	m <sup>2</sup>
Total area of building	<input type="text" value="900,0"/>	m <sup>2</sup>
Structure only	<input type="text" value="No"/>	▼
Building type	<input type="text" value="Industrial"/>	▼



- Průmyslová hala o rozloze 900m<sup>2</sup>
- Nacházející se v Paříži

#### Location

Country	<input type="text" value="France"/>	▼
Location	<input type="text" value="Paris"/>	▼
	<input type="text" value="Display"/>	



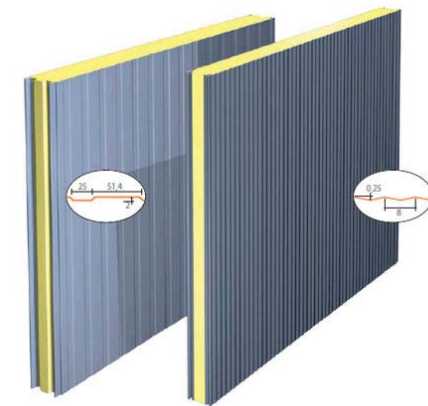
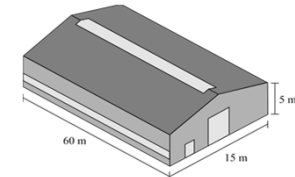
## Součásti pláště budovy

- Plášť : 80mm PUR sendvičové panely

*Energetická varianta : 200mm PUR sendvičové panely*

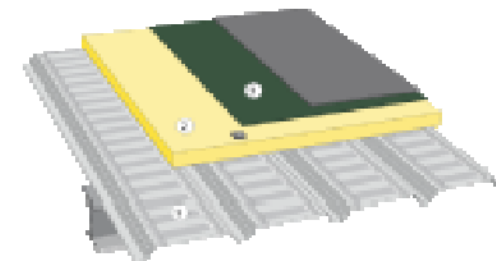
- Okna : dvojitě sklo & hliníkový rám

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 <sup>2</sup> .K)
Opening type	Double glazing						
U-value for openings	2,9						W/(m <sup>2</sup> .K)
Shading device type	No shading device						
Shutter type	No shutter						



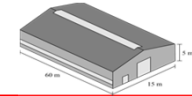
- Střecha : Ocelový plech tloušťky 1mm a izolace tvořená 140mm tlustou minerální vlnou

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

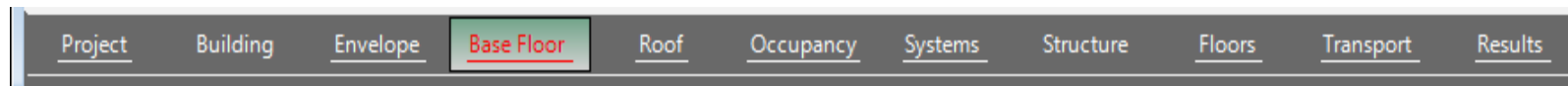




# Průmyslová hala-základní podlaží



Konstrukční součást	Varianta 1 Ocelový rám S235	Varianta 2 Ocelový rám S460	Varianta 3 Betonový rám
Základní podlaží		Beton : 425.7 kg Výztuž : 14.4 t	



Base floor

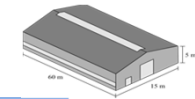
U-value for the base floor	0.44	W/(m <sup>2</sup> .K)
Base floor type	Slab on Ground Floor	
Thickness of concret base floor	0.2	m
Mass of reinforcing steel	14.4	t
Internal heat capacity of ground	74612	J/(m <sup>2</sup> .K)
Internal heat capacity of intermediate floor	0	J/(m <sup>2</sup> .K)
Internal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

Key  
 1 floor slab  
 2 ground  
 w thickness of external walls

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



## Používání & Systémy



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

Typ  
průmyslové  
budovy



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

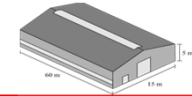
Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems** Structure Floors Transport

- Systém vytápění : kotel na plynné palivo
- Žádný chladicí systém
- Žádná mechanická ventilace
- Žádný systém DHW

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



# Konstrukce průmyslové haly



Konstrukční součást	Varianta 1 Ocelový rám S235	Varianta 2 Ocelový rám S460	Varianta 3 Betonový rám
Příčel	IPE 450 (6.88t)	IPE 330 (4.33 t)	Prefa železobeton T80 (34.19 t) Výztuž BSt500 202.5 kg/m <sup>3</sup> (2.93 t)
Sloupy	Za první : IPE400 Za druhé : HEA480 (4.17 t)	Za první : IPE400 Za druhé : HEA480 (4.17 t)	Betonový profil 0.4x0.4m C30/37 (30.12 t) Výztuž BSt500 108.1 kg/m <sup>3</sup> (1.38 t)
Šrouby	43 kg		/
Přípoje	336 kg		/

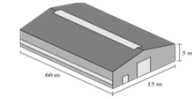
Occupancy   Systems   **Structure**   Floors   Transport

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

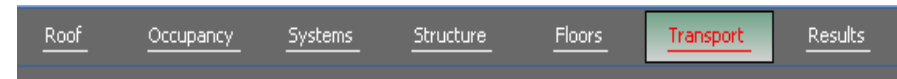




## Přeprava



- Přeprava oceli :
  - Celková hmotnost : 25.83t  
Nosníky + Sloupy + Spoje
  - Přeprava : Přeprava 1 tuny oceli na průměrnou vzdálenost
- Přeprava betonu :
  - Celková hmotnost : 424.8t  
Nosníky + Sloupy
  - Přeprava : 30 km autodomíchávači



### Transport parameters

#### Steel elements

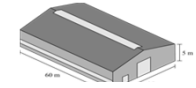
Total steel transported	<input type="text" value="25.83"/>	t
Values for the transport impacts	<input type="text" value="Average values"/>	▼

#### Concrete elements

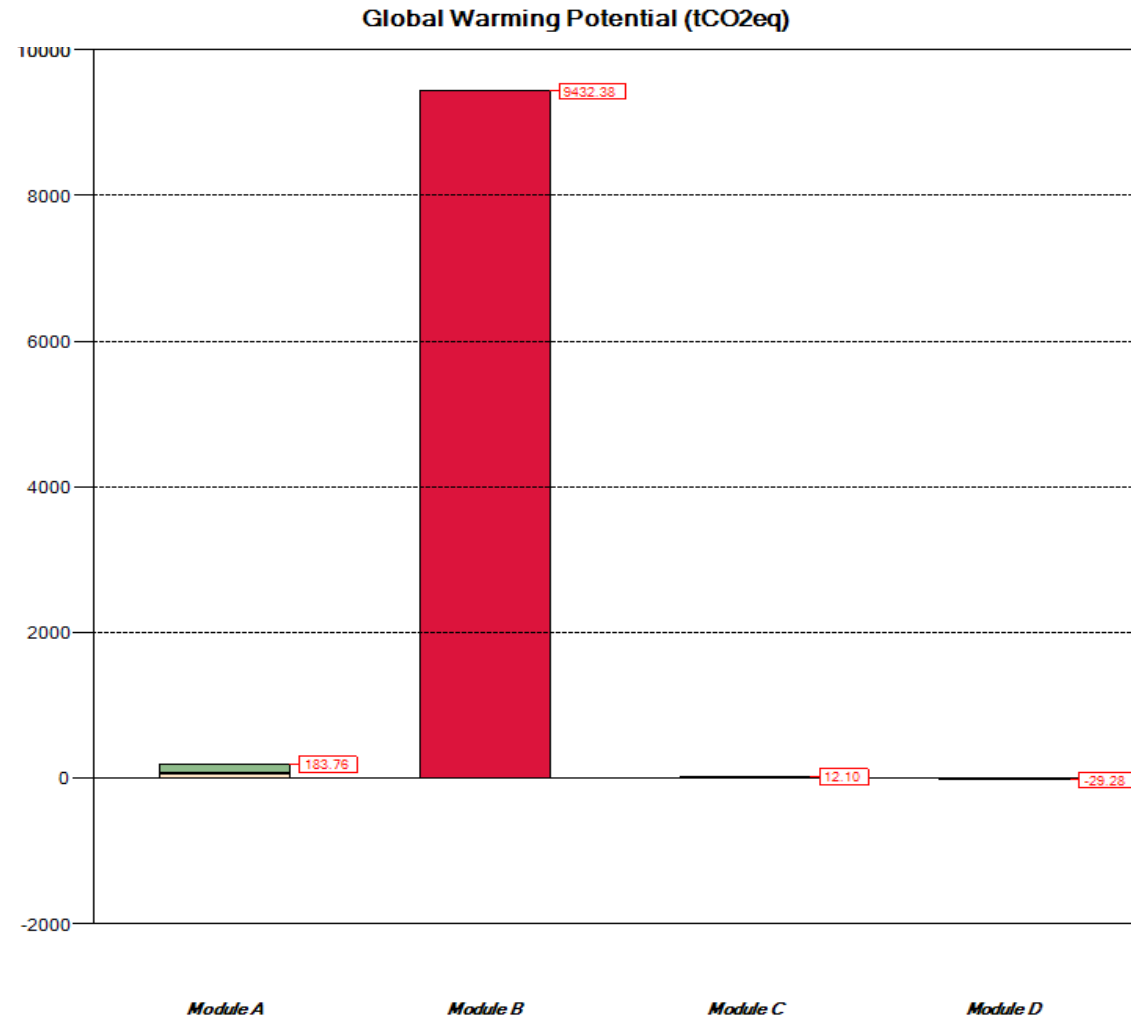
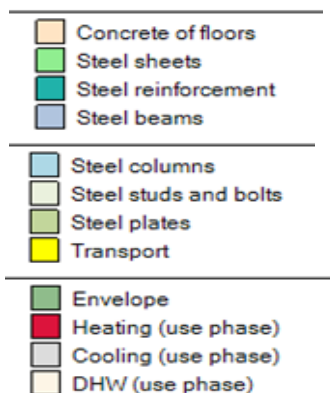
Total concrete transported	<input type="text" value="424.8"/>	t
Concrete produced on site	<input type="text" value="424.8"/>	t
Distance by mixer trucks	<input type="text" value="30.0"/>	km
Prefabricated concrete	<input type="text" value="0.0"/>	t
Distance by regular trucks	<input type="text" value="0.0"/>	km



## Obecné výsledky pro průmyslovou budovu

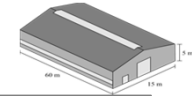


- Fáze použití (modul B) představuje asi 99% celkového dopadu GWP pro jakýkoli typ konstrukce průmyslové budovy

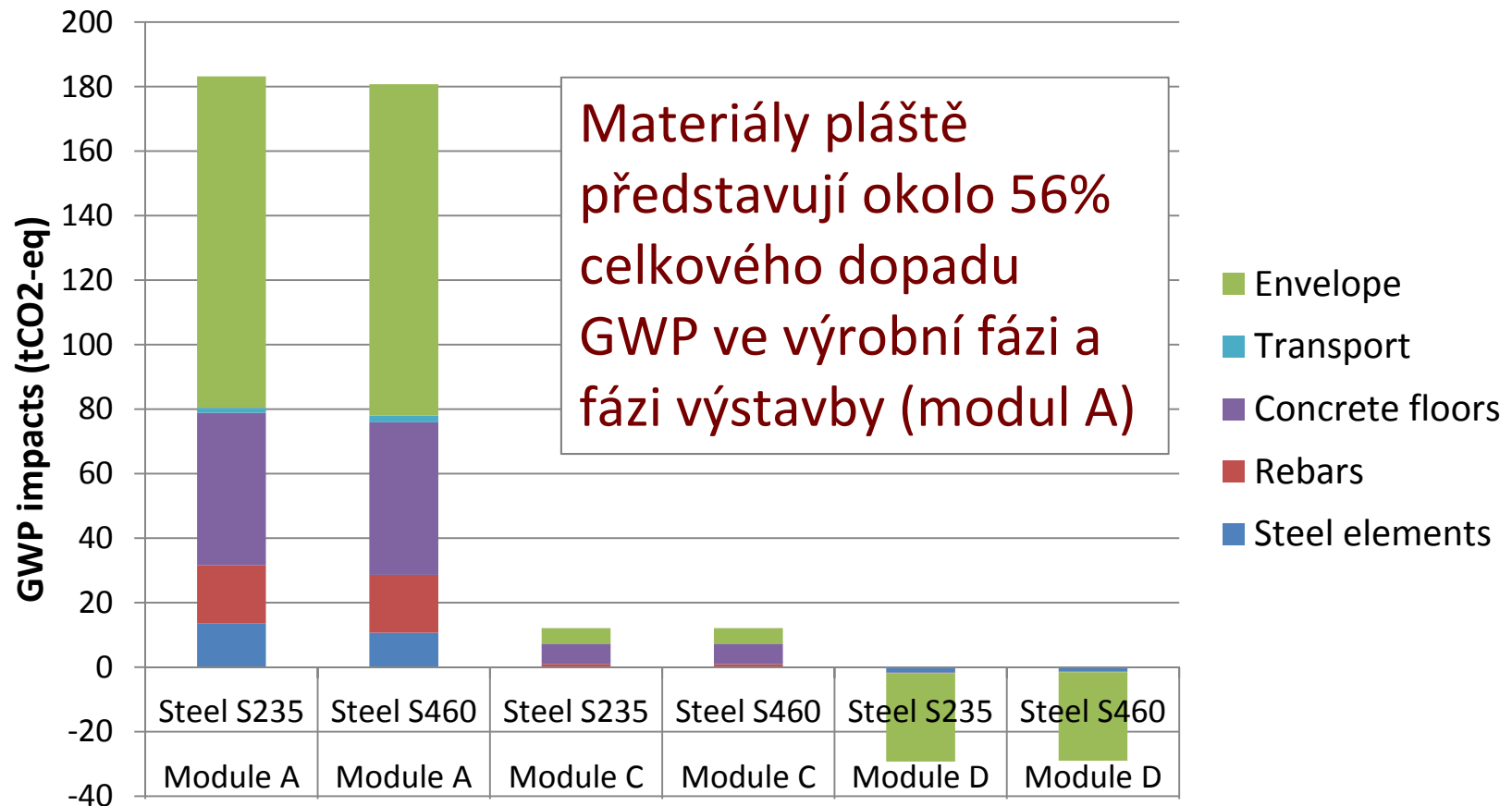




# Výsledky : ocelová konstrukce

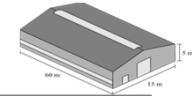


### Porovnání dopadů na GWP ocelového konstrukčního systému z oceli S235 a S460

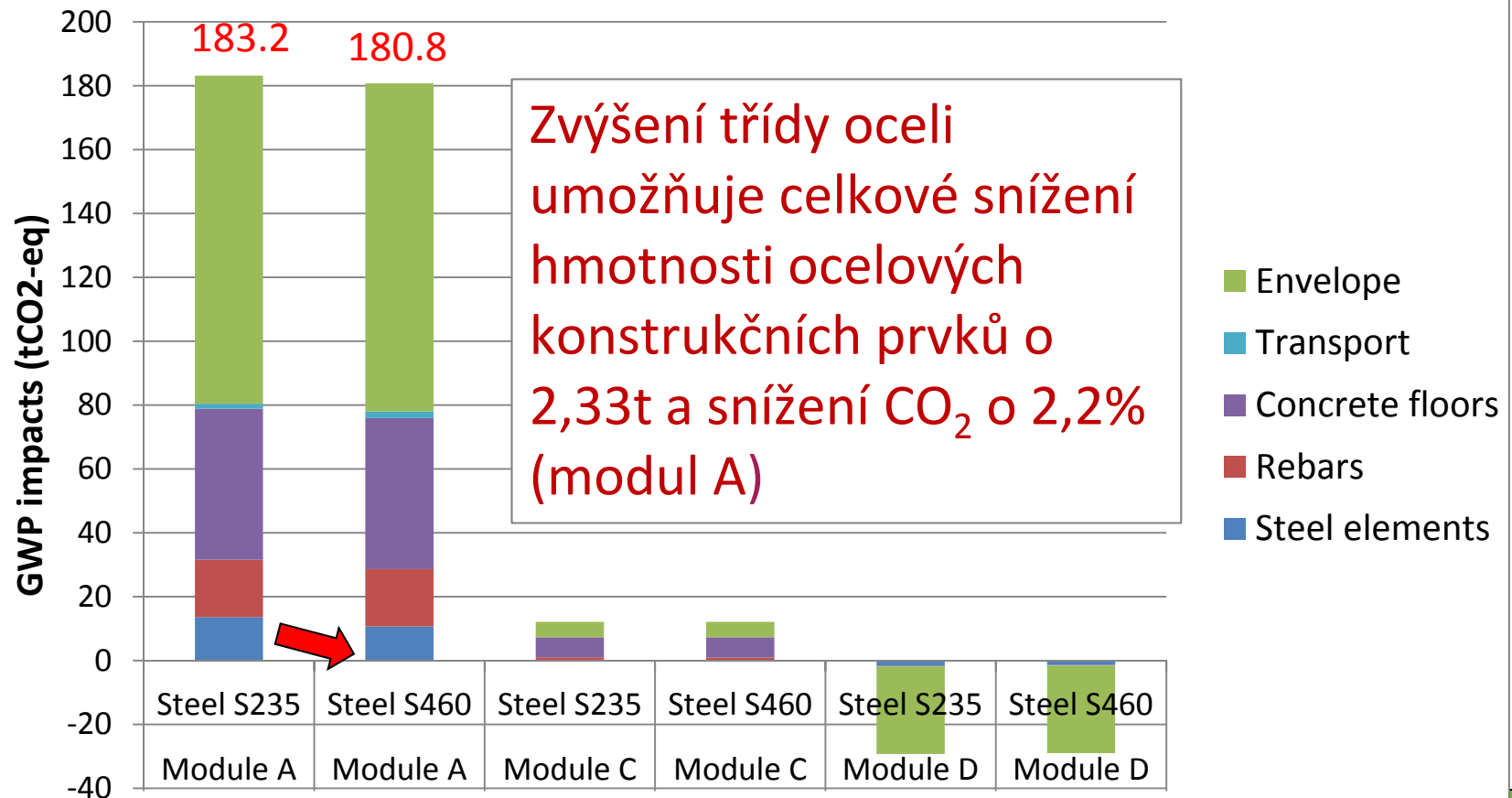




# Výsledky : ocelová konstrukce



Porovnání dopadů na GWP ocelového konstrukčního systému z oceli S235 a S460

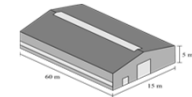




## Výsledky : Modul D ocelová konstrukce ocel S460

- Výhody a zátěže nad rámec systému (modul D) ocelové konstrukce z oceli S 460 představují celkový dopad na GWP -27.60 t CO<sub>2</sub>-eq
- To zdůrazňuje výhody recyklovaných materiálů použitých pro prvky obálky : hlavně lehké ocelové prvky v plášti budovy a střešní ocelový plech

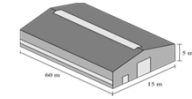
Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



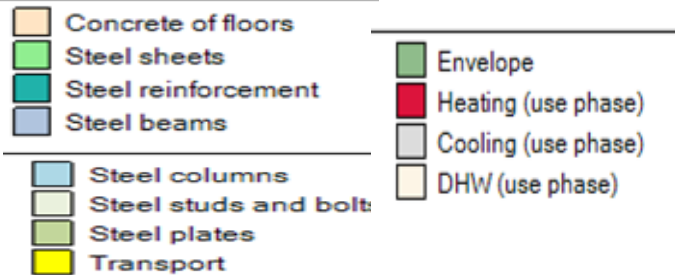
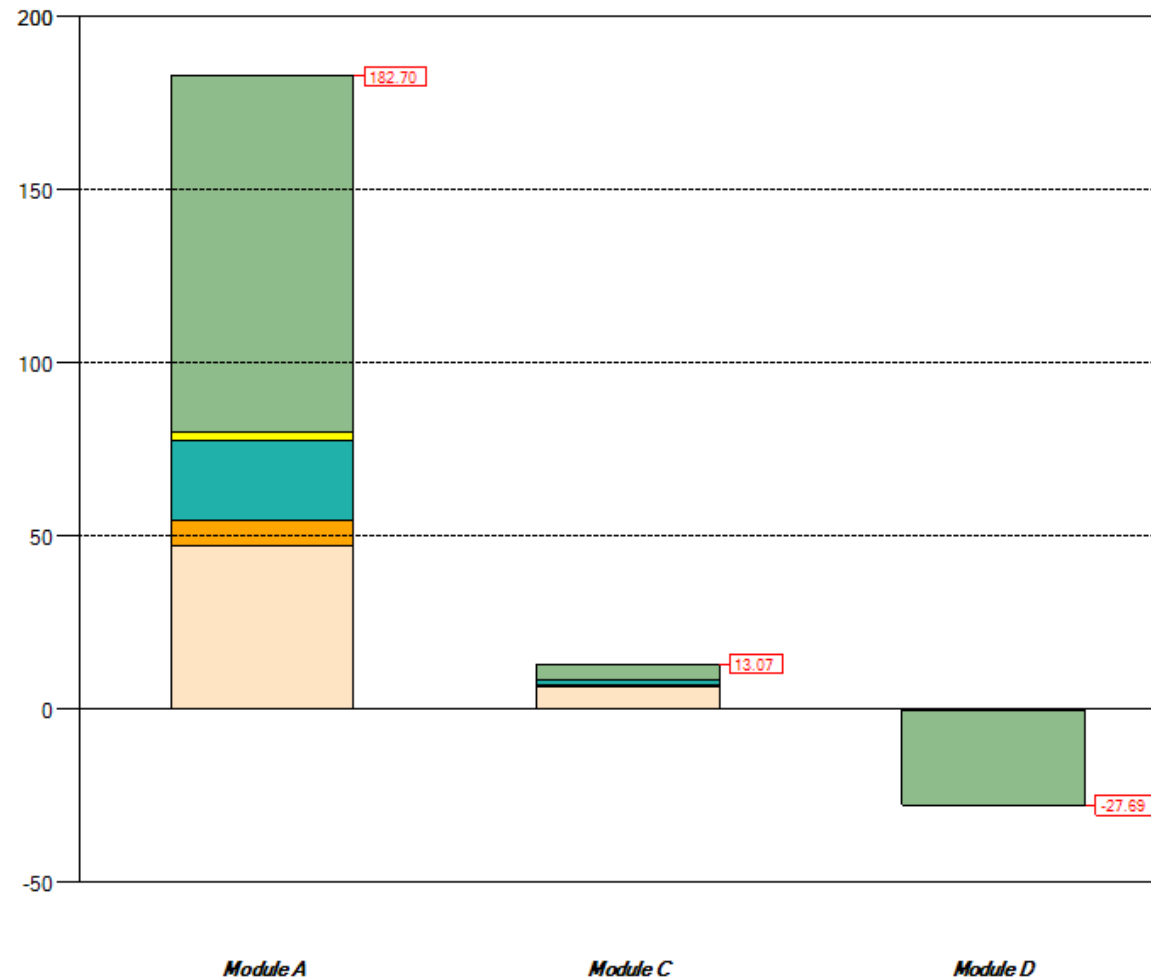


# Výsledky : betonová konstrukce

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

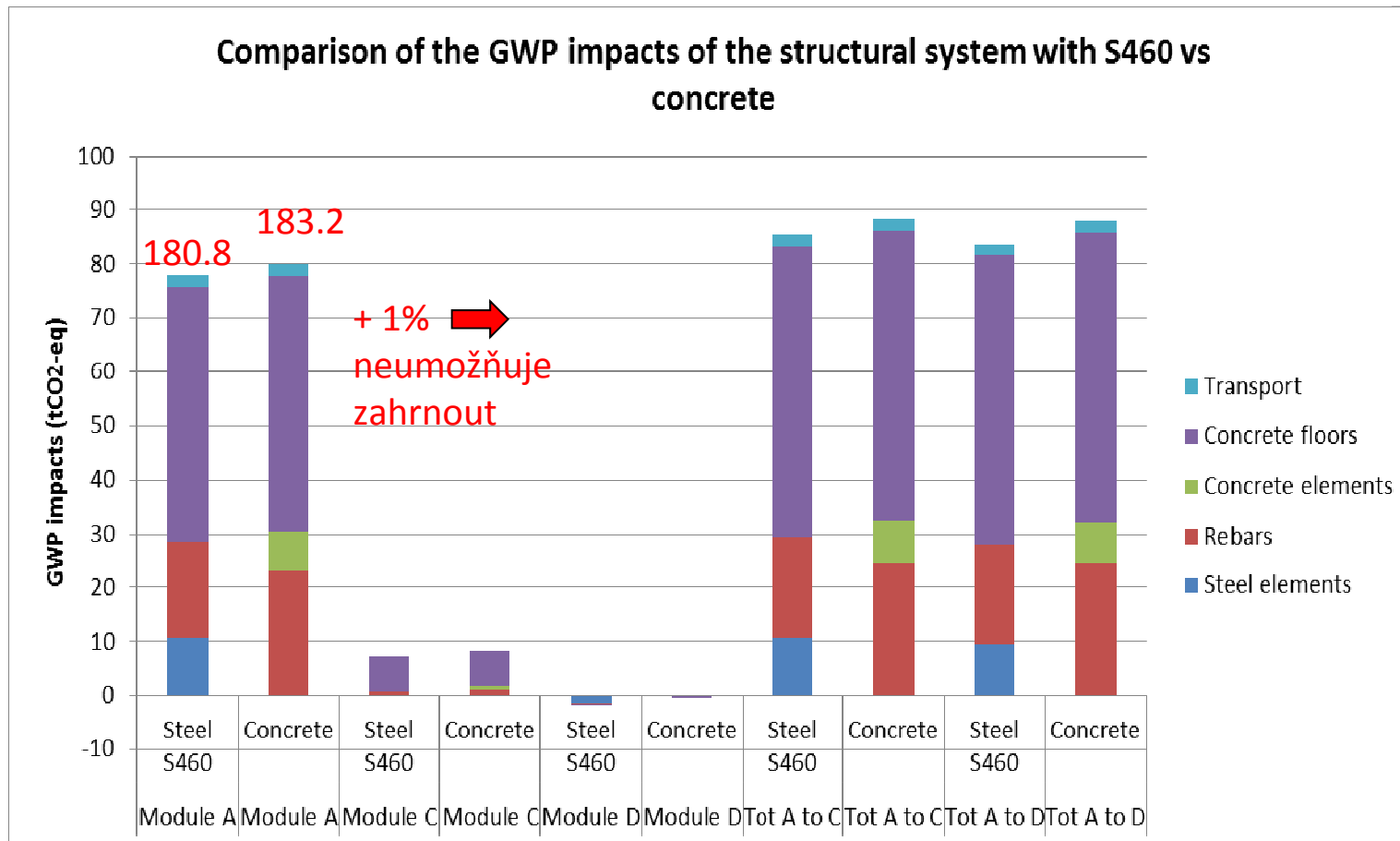
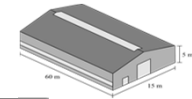


- Modul A má celk.dopad na GWP 182.70t CO<sub>2</sub>-eq
- Celkové dopady na GWP jsou rovny 79.94 t CO<sub>2</sub>-eq díky konstrukčnímu systému s podílem 40% betonové desky.





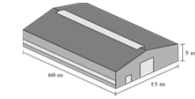
# Výsledky : ocelová vs betonová konstrukce dopady na GWP



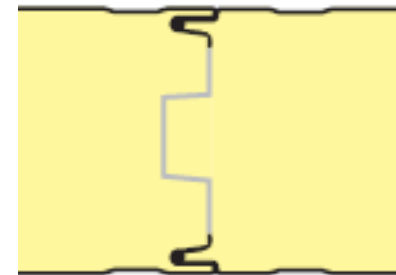
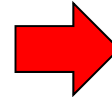
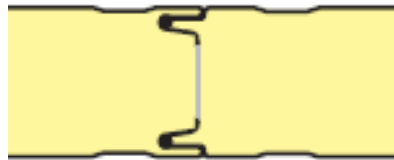




## Enviromentální výhody pomocí zvýšení tloušťky izolace



80 mm



200 mm

- Velmi jednoduché s AMECO3 : uživatelsky přijatelné
- Fáze použití (modul B): čistá úspora 888 t CO<sub>2</sub>-eq
- Výrobní fáze & fáze výstavby (modul A) : zvýšení 13.12 t CO<sub>2</sub>-eq, díky přidané izolaci
- V porovnání se snížením spotřeby energie je toto zanedbatelné a zdůrazňuje to zájem na zlepšení energetické účinnosti budov.



**LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES**



Děkuji za pozornost 😊