Research Fund for Coal & Steel

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

LVS 3

Platus plieninių konstrukcijų tvermės norminimas

Tyrimų atvejai

CRM GROUP

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
KOMPOZITINIŲ STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ MOKSLO LABORATORIJA „KOMPOZITAS“

2014 gruodis

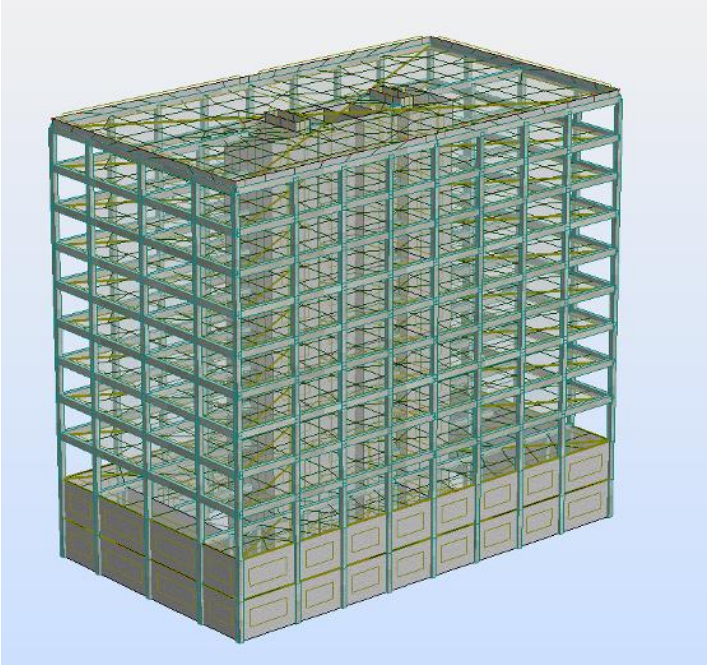
Temos:

1) Biurų pastatas: būdingas Prancūzijos rinkos biurų pastatas

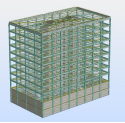
2) Gyvenamasis pastatas : „CasaBuna“ gyvenamasis namas Rumunijoje

3) Pramonės pastatas: plieninių ir gelžbetoninių portalinių rėmų konstrukcijos Paryžiuje

Biurų pastatas: būdingas Prancūzijos rinkos biurų pastatas



Tyrimų apimtis

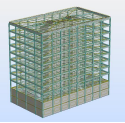


Šio tyrimo tikslas yra palyginti biurų pastato, iš skirtingo tipo konstrukcijų, aplinkos kokybę.

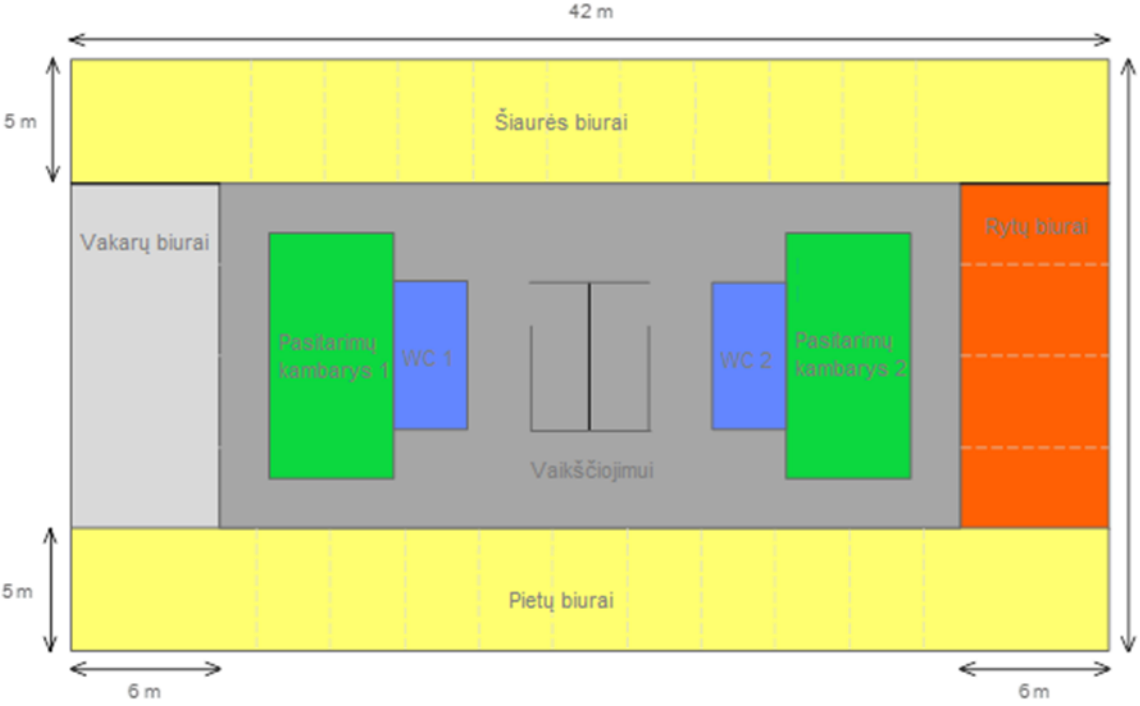
Buvo analizuojamos trijų tipų konstrukcinės sistemos:

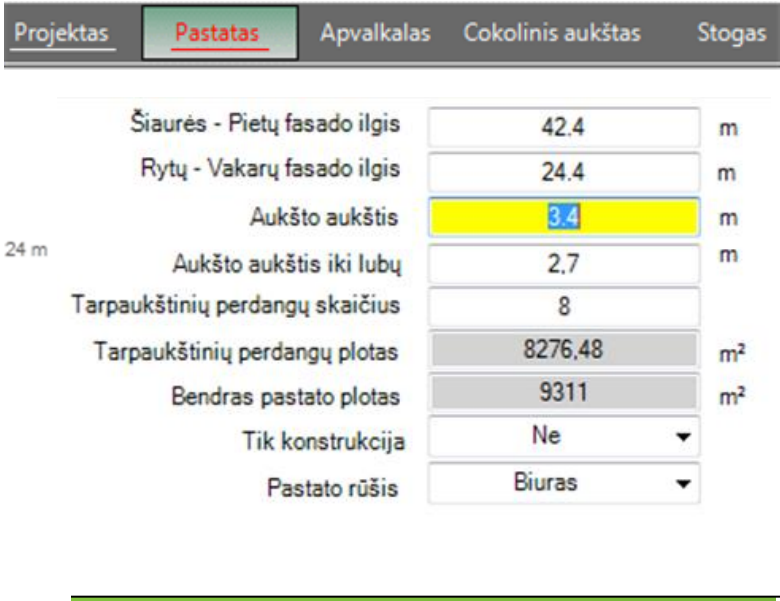
- plieninė ir betoninė kompozitinė konstrukcija;
- betoninė (gelžbetoninė) konstrukcija;
- optimizuota plieninė ir betoninė kompozitinė konstrukcija (optimizavimas atliktas remiantis EKO projektavimo pagrindais).

Pastato apibūdinimas



- Pastato matmenys: 42x24 m;
- Antžeminės dalies aukštų skaičius (išskyrus pirmąjį aukštą): 8 aukštai;
- Pastatas Paryžiuje.

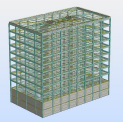




Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas

Šiaurės - Pietų fasado ilgis	42.4	m
Rytų - Vakarų fasado ilgis	24.4	m
Aukšto aukštis	3.4	m
Aukšto aukštis iki lubų	2.7	m
Tarpaukštinių perdangų skaičius	8	
Tarpaukštinių perdangų plotas	8276.48	m²
Bendras pastato plotas	9311	m²
Tik konstrukcija	Ne	
Pastato rūšis	Biuras	

Naudojimas ir sistemos



Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

Biurų pastato tipas

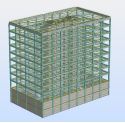
Gyventojų duomenys		
Reikalavimai patogumui		
Šildymo nustatymo temperatūra	20	°C
Vėsinimo nustatymo temperatūra	26	°C
Oro srautas (šildymo būvis)	0,6	ac/h
Oro srautas (vėsinimo būvis)	1	ac/h

Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

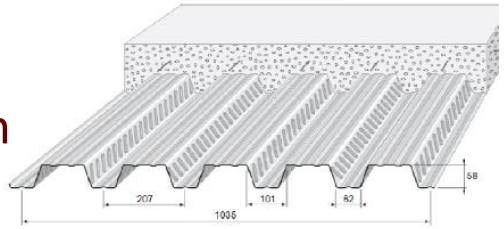
- Šildymas ir vėsinimas: atskirosios sistemos
- Mechaninis vėdinimas su šilumos gražinimo sistema
- Karšto vandens ruošimo (DHW) sistema: elektrinis šildytuvas

Pastato sistemų aprašymas	
Šildymo sistema	
Šildymo sistemos tipas	Plyšys (šildymas)
Vėsinimo sistema	
Vėsinimo sistemos tipas	Plyšys (vėsinimas)
Mechaninė vėdinimo sistema	
Šilumos atstatos sistema	Taip
Šilumos atstatos procentas	80
Atstatos sistemos veiksmingumas	0,6
Šilto vandens sistema	
Vandens šildymo sistemos tipas	Elektrinis šildytuvas

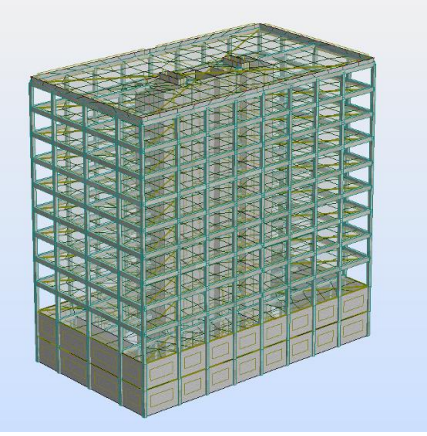
Konstrukciniai sprendiniai



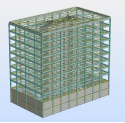
- Kompozitinė konstrukcija:
  - plieniniai profiliuočiai iš plieno S355;
  - plieninis lakštinis profiliuotis „COFRA+60“ su 15 cm storio betono (C30/37) sluoksniu
  - centrinis standumo branduolys gelžbetoninis, betonas (C30/37)



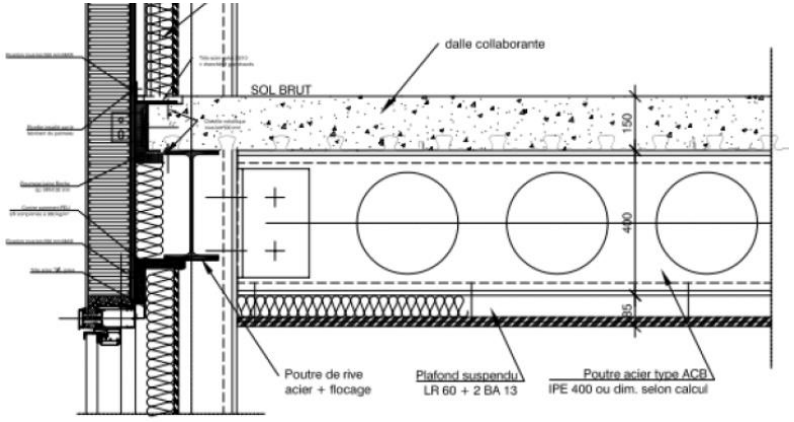
- Gelžbetoninė konstrukcija:
  - surenkamos kiaurymėtosios plokštės (C30/37)
  - gelžbetoninės sijos ir kolonos (C30/37)
  - centrinis standumo branduolys gelžbetoninis, betonas (C30/37)

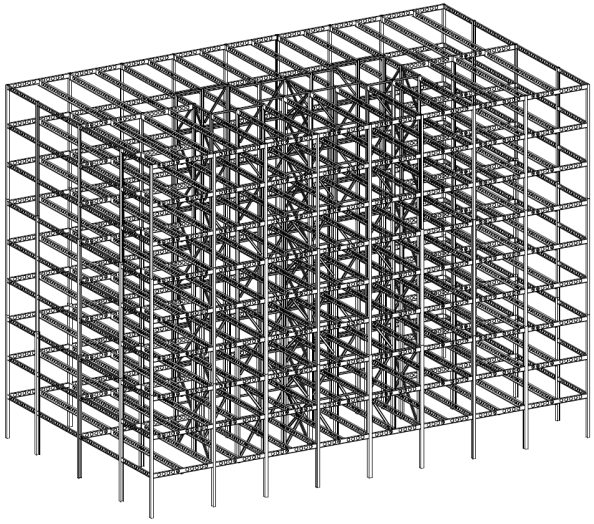


Structural scenario



- Eko-optimizuotoji kompozitinė konstrukcija:
  - plieniniai profiliuočiai iš plieno S460;
  - plieninis lakštinis profiliuotis „COFRA+60“ su 15 cm storio betono (C30/37) sluoksniu;
  - Standumo branduolys yra plieniniai ryšiai iš plieno (S460).

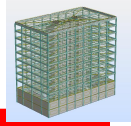




Biurų pastato antžeminė dalis

Konstrukcinė sudedamoji dalis	1 variantas Kompozitinė konstrukcija	2 variantas Gelžbetoninė konstrukcija	3 variantas Eko-optimizuotoji kompozitinė konstrukcija
Plieniniai profiliuočiai	239,9 t	1199 t	197,1 t
Plieninės lakštinės jungtys	14,994 t	59,1 t	11,827 t
Gelžbetoninis standumo branduolys	Betonas C30/37 1941 t Plieninė armatūra 44,16 t	Betonas C30/37 1941 t Plieninė armatūra 44,16 t	/
Plieninis standumo branduolys	/	/	Plieniniai profiliuočiai 75,46 t Plieninės lakštinės jungtys 6,037 t

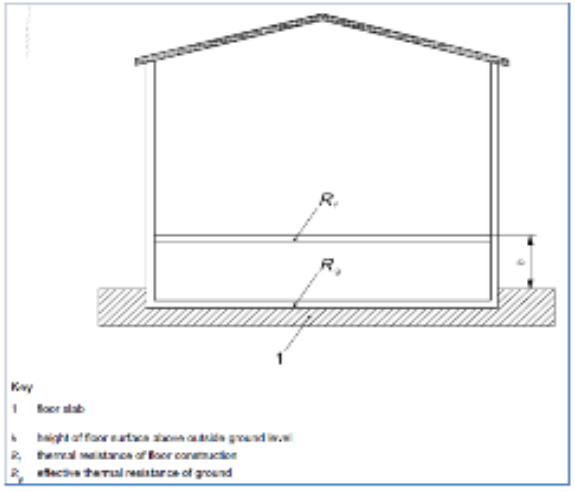
Biurų pastato perdangos plokštė



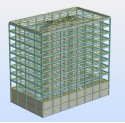
Konstrukcinė sudedamoji dalis	1 variantas Kompozitinė konstrukcija	2 variantas Gelžbetoninė konstrukcija	3 variantas Eko-optimizuotoji kompozitinė konstrukcija
Plieniniai elementai	Cofraplus 60 : 70,6 t	/	Cofraplus 60 : 70,6 t
Bendras storis	150 mm	240 mm + 70mm of išlyginamasis sluoksnis	150 mm
Perdangos betonas	2246 t	4688 t	2246 t
Plieninė armatūra	16,56 t	16,56 t	16,56 t

Perdangos plokštės

Plieniniai elementai		
Plokštės tipas	Kompozitinė plokštė	
Plieninis paklotas	Cofraplus 60	
Pakloto storis	0,750	mm
Vieno m2 lakštinių profiliuočių masė	8,53	kg/m²
Lakštinių profiliuočių masė pastatui	70,6	t
Mažiausias perdangos storis	100	mm
Betoniniai elementai		
Bendrasis perdangos storis	150	mm
Betono rūšis	Klojamas statybvietėj	
Betono klasė	C30/37	
Bendroji perdangų betono masė	2246	t
Plieninė armatūra	16.56	t
Bendroji perdangų plokščių masė	2333	t



Gabenimas



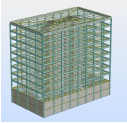
- Plieno gabenimas:
  - Bendroji masė: 325,5 t
  - Gabenama: 500 km įprastiniais vilkikais
- Betono gabenimas:
  - Bendroji masė: 4676 t
  - Gabenama: 50 km betonmaišėmis

Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija | Perdanga | Gabenimas | Rezultatai

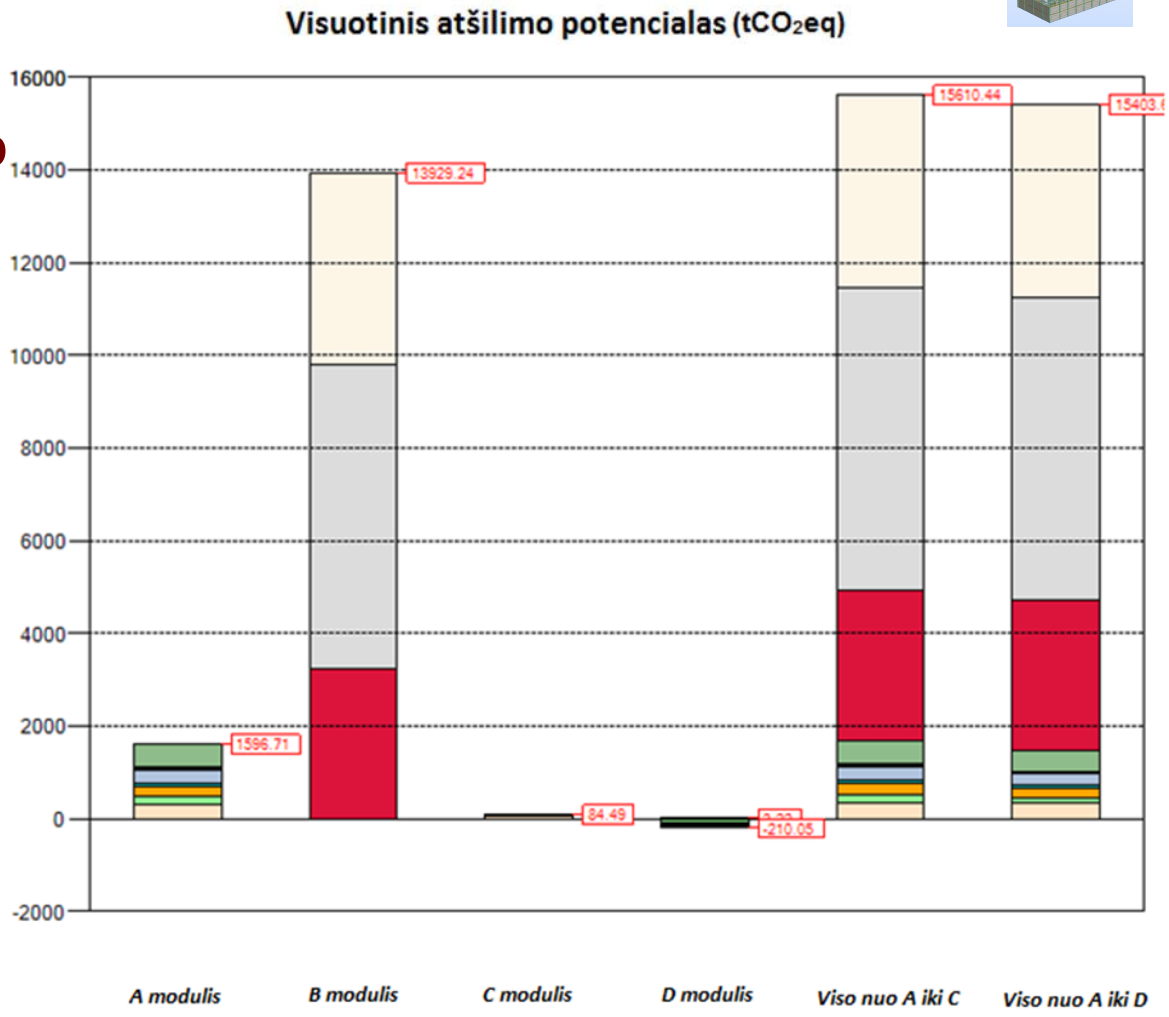
Gabenimo rodikliai

Plieniniai elementai		
Gabento plieno visuma	325,5	t
Gabenimo indėlių reikšmės	Vartotojo reikšmės	
Elektriniais traukiniais gabenta masė	0,0	t
Atstumas	0,0	km
Įprastiniais sunkvežimiais gabenta masė	325,5	t
Atstumas	500,0	km
Betoniniai elementai		
Iš viso gabenta betono	2735	t
Statybvietėje pagamintas betonas	2735	t
Automaišylių įveikiamas atstumas	30,0	km
Gamyklinis betonas	0,0	t
Įprastiniais sunkvežimiais įveikiamas atstumas	0,0	km

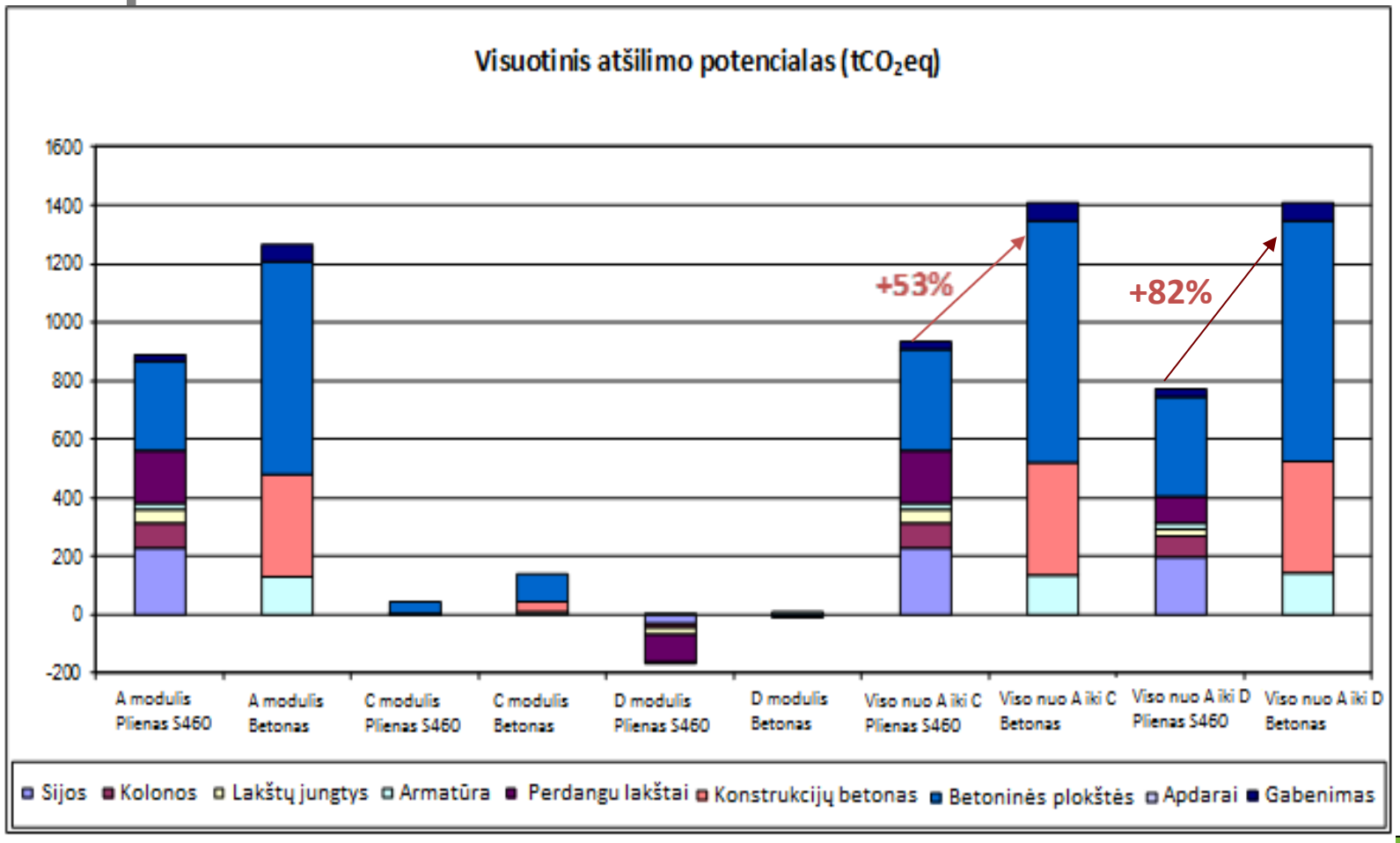
Visuotiniai biurų pastato rezultatai



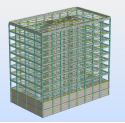
- B modulio naudojimo tarpsnio poveikis sudaro apie 91% visuotinio atšilimo potencialo (GWP), nepriklausomai nuo konstrukcijos tipo



Rezultatai: plieninė prieš betonine konstrukciją, GWP poveikis



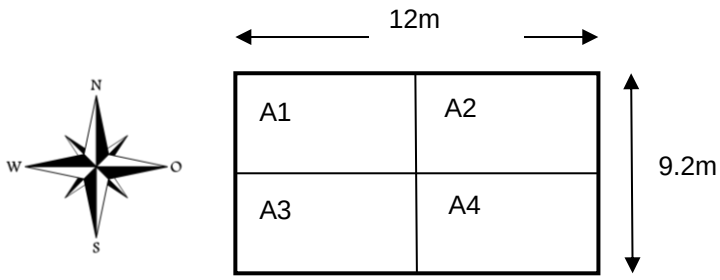
Rezultatai: išvados

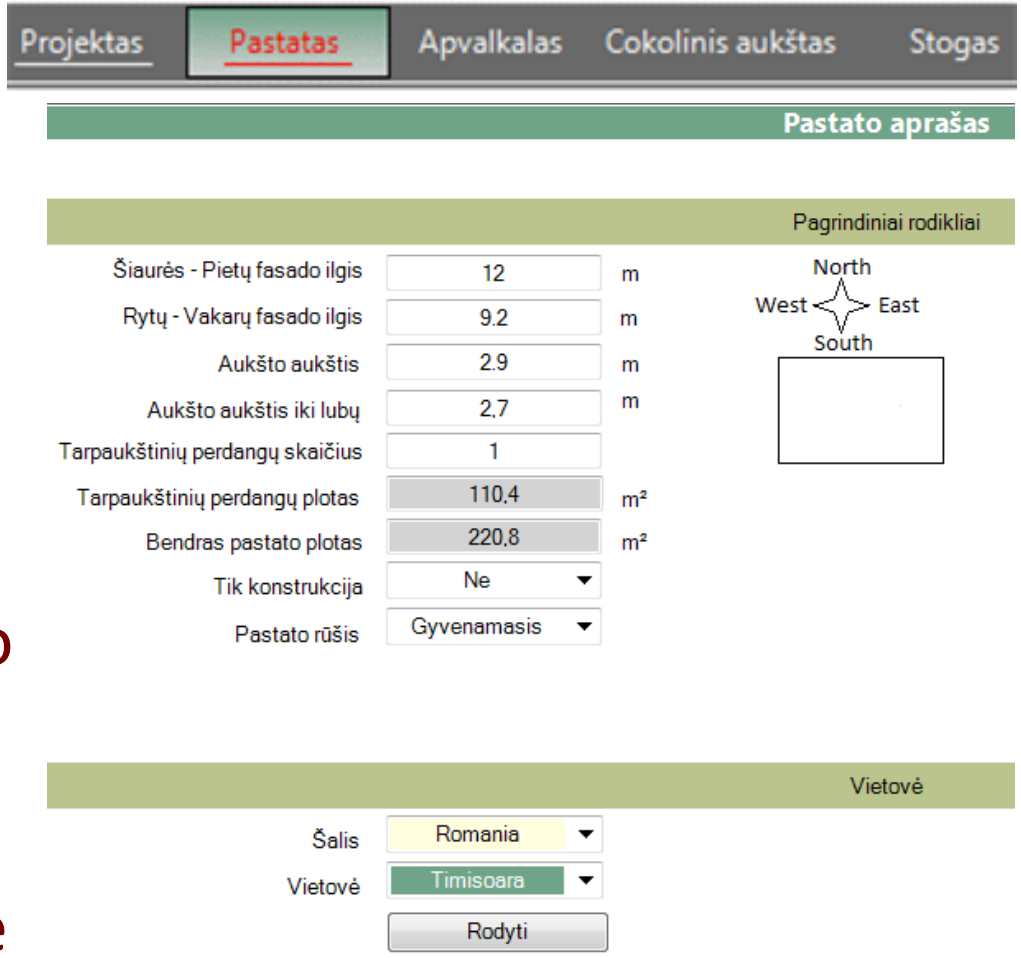


- Mažas pastato konstrukcinės sistemos poveikis visuotiniams aplinkos veiksniams, lyginant su pastatų naudojimu ir veikla.
- Plieninių ir betoninių kompozitinių konstrukcijų naudojimo privalumai kalbant apie poveikį aplinkai yra geriausia medžiagų sąveika)
- Konstrukcijos daug tvaresnės dėka medžiagų perdirbimo gyvavimo ciklo pabaigoje (begalinis plieno perdirbimų skaičius ir smulkinto betono realizavimo)Struktūros tvaresnių Dėka medžiagos perdirbimo prie gyvenimo (begalinis perdirbimo ir plieno Revalvacija smulkinto betono) = naudojant D modulį
- Medžiagos kiekio sumažinimas naudojant didelio stiprumo plieną.

Gyvenamasis pastatas : „CasaBuna“ gyvenamasis namas Rumunijoje

Pastato apibūdinimas



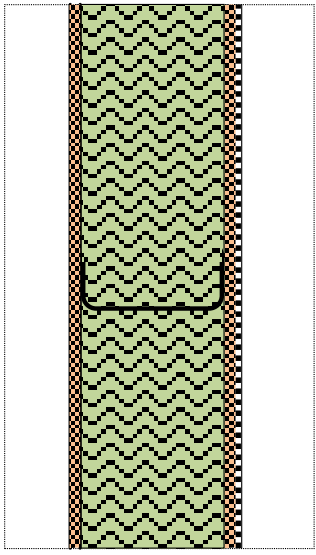


- 4 butai po 55m² grynojo grindų ploto, vienodai išdėstyti per 2 aukštus.
- Pastatai yra Timišoaroje

Apdaro sudedamosios dalys

	Šiaurė/Pietūs [m²]	Rytai/Vakarai [m²]	Viso [m²]
Sienos	47	41	87
Įstiklinimas	22	12	34
Bendras plotas	69	53	122

Pastato apvalkalo aprašas					
Fasadas					
Kryptis	Šiaurė	Rytai	Pietūs	Vakarai	
Fasado plotas	69,6	53,36	69,6	53,36	m²
Angų plotas	22	12	22	12	%

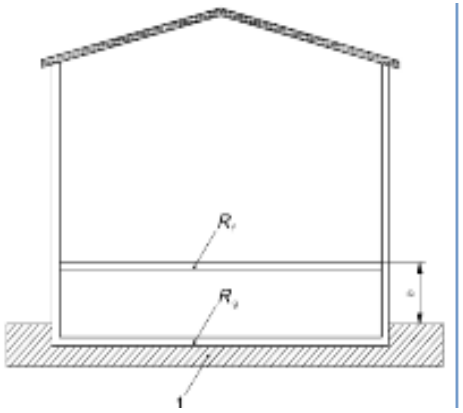


- Fasadas: lengvos plieninės plokštės, apšiltintos 120 mm storio akmens vata
- Langai: dviejų stiklų ir aliuminio rėmai
- Stogas:

Rūsio perdanga ir namo konstrukcija

Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos

- Kabamosios rūsio grindys 0,2 m storio gelžbetoninės (armatūros 0,7 t)



Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija | Perdanga | Gabenimas

- Plonasieniai plieniniai rėmo elementai integruoti fasado viduje ir stogo sudedamojoje dalyje ➡ nėra jokių papildomų plieninių konstrukcinių elementų

Plieniniai elementai		
Sijos (karštai valcuoti profiliuočiai)	0	t
Kolonos (karštai valcuoti profiliuočiai)	0	t
Galvelinės jungės	0,0	t
Varžtai	0	t
Plokštinės jungtys	0,0	t
Bendroji konstrukcijos masė	0,0	t

Naudojimas ir sistemos

Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

Gyvenamojo pastato tipas →

Reikalavimai patogumui		
Šildymo nustatymo temperatūra	20	°C
Vėsinimo nustatymo temperatūra	26	°C
Oro srautas (šildymo būvis)	0,6	ac/h
Oro srautas (vėsinimo būvis)	1	ac/h

Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

- Šildymo sistema: dujinis katilas
- Vėsinimo sistemos nėra
- Mechaninio vėdinimo nėra
- Karšto vandens ruošimo (DHW) sistema: elektrinis šildytuvas

Pastato sistemų aprašymas	
Šildymo sistema	
Šildymo sistemos tipas	Dujų katilas
Vėsinimo sistema	
Vėsinimo sistemos tipas	Nevėsinama
Mechaninė vėdinimo sistema	
Šilumos atstatos sistema	Ne
Šilto vandens sistema	
Vandens šildymo sistemos tipas	Elektrinis šildytuvas

Gabenimas

- Plieno gabenimas:
  - Bendroji masė: 1,642 t (Armatūra)
  - Gabenama: Vidutinis Europinis 1 t plieno gabenimo vidutinis atstumas
- Betono gabenimas:
  - Bendroji masė: 74,26 t (Rūsio perdanga)
  - Gabenama: 30 km atstumu betonmaišėmis

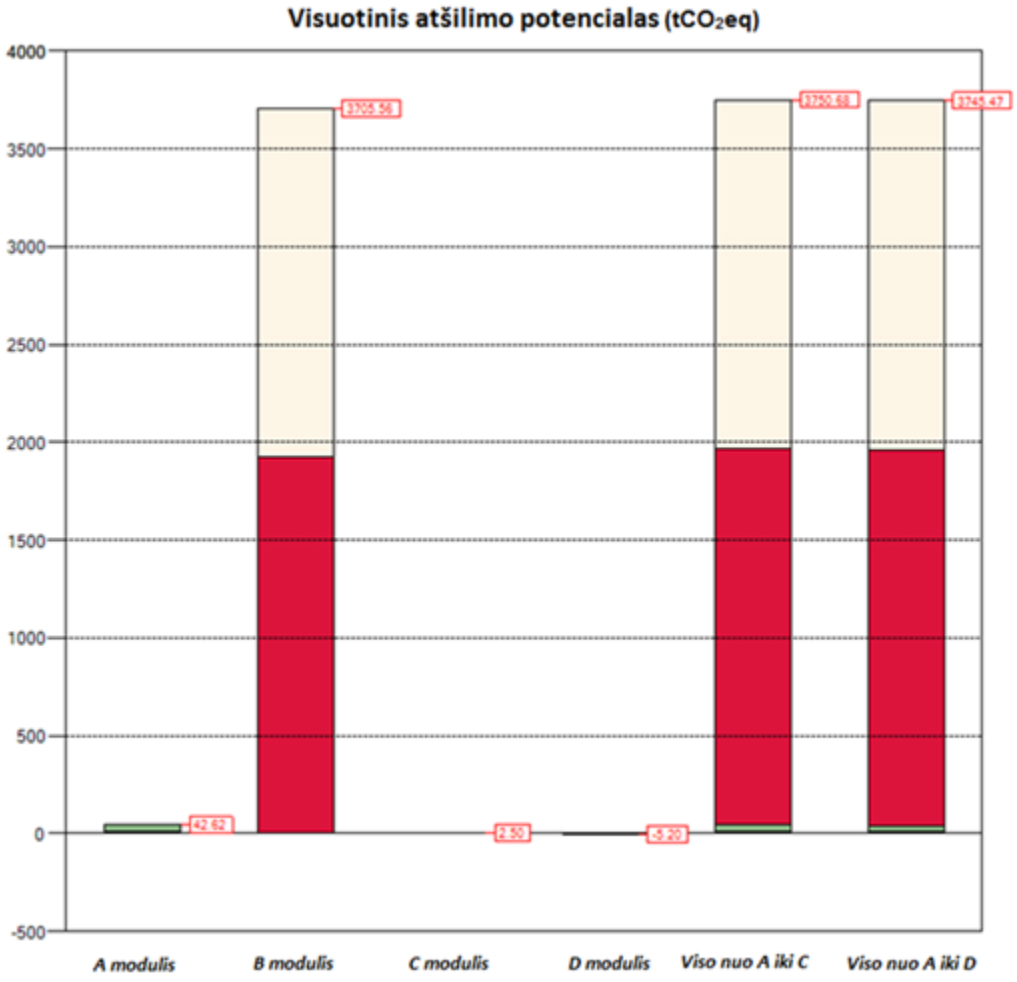
Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija | Perdanga | Gabenimas | Rezultatai

Plieniniai elementai		
Gabento plieno visuma	1,642	t
Gabenimo indėlių reikšmės	Vidutinės reikšmės	

Betoniniai elementai		
Iš viso gabenta betono	74,26	t
Statybvietėje pagamintas betonas	74,26	t
Automaišylių įveikiamas atstumas	30,0	km
Gamyklinis betonas	0,0	t
Įprastiniais sunkvežimiais įveikiamas atstumas	0,0	km

Visuotiniai „CasaBuna“ gyv. namo rezultatai

- B modulio naudojimo tarpsnio poveikis sudaro apie 99% visuotinio atšilimo potencialo (GWP), nepriklausomai nuo gyvenamojo namo tipo



Šildymo sąnaudos

Šildymas naudojimo tarpsniu

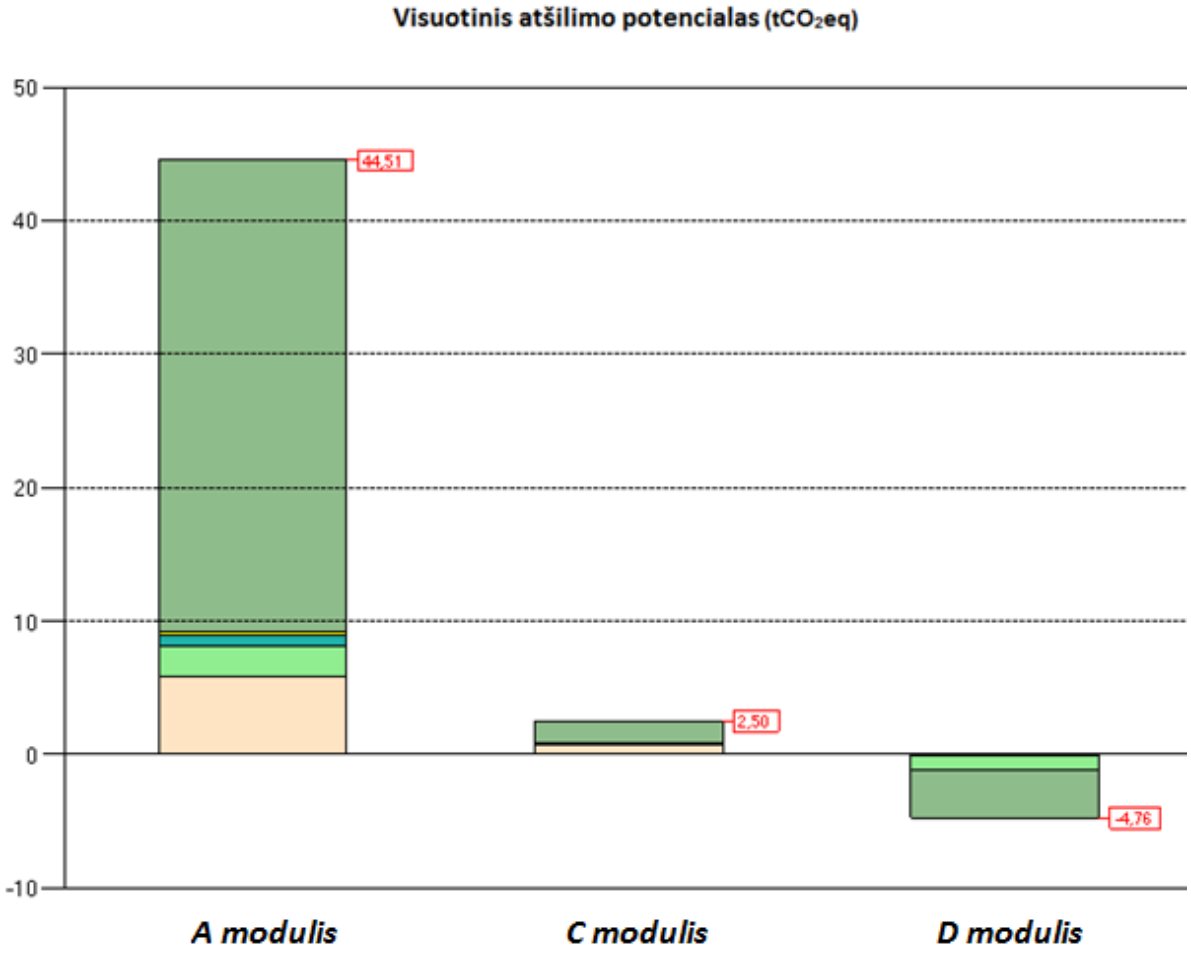
Energija erdvę šildyti					
Šilumos paskirstymas perdavimu					
Sienos	Įstiklinimas	Išor. perdanga	Stogas	Gruntas	Viso
kWh/metai	kWh/metai	kWh/metai	kWh/metai	kWh/metai	kWh/metai
4845.1	5968.3	0.0	3328.8	3008.7	16882.1
Šilumos paskirstymas vėdinant			Šilumos prieaugis		
Vėdinimas			Įstiklinimu	Neskaidriais	Vidaus
kWh/metai			kWh/metai	kWh/metai	kWh/metai
8963.6			14064.4	783.0	10757.0

Energijos poreikis šildymui												
Qh,nd	SAU	VAS	KOV	BAL	GEG	BIR	LIE	RGP	RGS	SPL	LAP	GRD
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

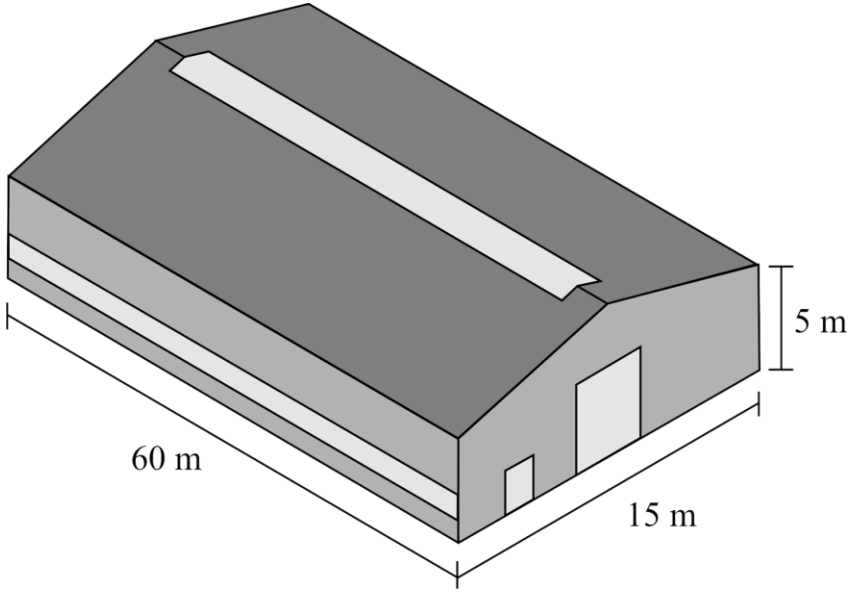
Energijos paskirstymas		
Pastato bendrasis šildymo poreikis		
Energijos poreikis	3454.2	kWh/metai
	15.6	kWh/m²/metai
Pateikta energija	3970.4	kWh/metai
COP : 0.87	18.0	kWh/m²/metai
Pirminė	341.5	kgoe/metai
fconv : 0.086	1.5	kgoe/m²/metai

Rezultatai: medžiagų poveikis

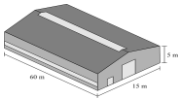
- A modulio apdaro medžiagos sudaro 79% viso gaminių ir procesų GWP poveikio



Pramonės pastatas : Plieninis ir gelžbetoninis portaliniai rėmai Paryžiuje



Tyrimų apimtis

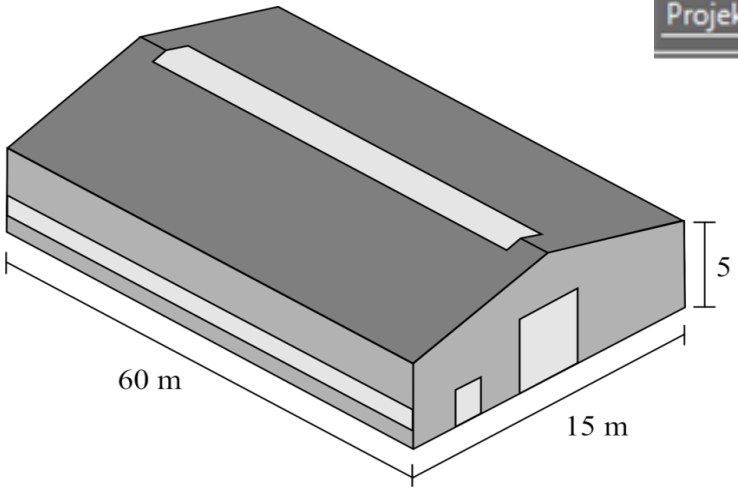


Lyginami dviejų skirtingų konstrukcinių sistemų pastatų gyvavimo ciklo įvertinimai (LCA):

- Lanksčiai įtvirtintas portalinis rėmas iš karštai valcuotųjų profiliuočių

- Standžiai įtvirtintos gelžbetoninės kolonos, gelžbetoninės dviatramės sijos

Pastato apibūdinimas



Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas

Pagrindiniai rodikliai

Šiaurės - Pietų fasado ilgis	60	m
Rytų - Vakarų fasado ilgis	15	m
Aukšto aukštis	55	m
Aukšto aukštis iki lubų	0	m
Tarpaukštinių perdangų skaičius	0	
Tarpaukštinių perdangų plotas	0	m²
Bendras pastato plotas	900,0	m²
Tik konstrukcija	Ne	
Pastato rūšis	Gamybinis	

North
West East
South

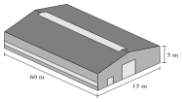
- 900m² pramonės pastatas
- pastatytas Paryžiuje

Vietovė

Šalis	France
Vietovė	Paris

Rodyti

Apdaro sudedamosios dalys



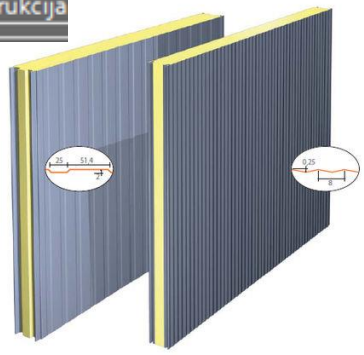
- Fasadas: 80 mm PUR „sandwich“ plokštės

Energinis variantas : 200 mm PUR „sandwich” plokštės

- Langai: Dvigubas įstiklinimas ir aliuminio

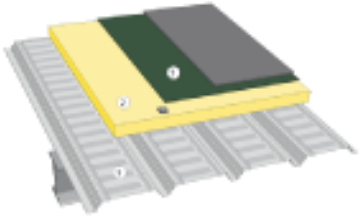
Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

Fasado rodikliai		
Sienos tipas	Lengva plieninė trisluoksnė plokštė (PUR)	
U-reikšmė sienai	0,296	W/(m².K)
Angos tipas	Dvigubas įstiklinimas	
U-reikšmė angoms	2,9	W/(m².K)
Šešėlio įtaiso tipas ir spalva	Nėra šešėlio įrenginio	
Langinės tipas	Nėra langinių	

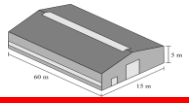


- Stogas : Vandeniui atspari membrana ir 140 mm storio mineralinė vata

Stogas		
Stogo tipas	Vandeniui nelaidi membrana	
U-reikšmė stogui (plokščioji dalis)	0,31	W/(m².K)



Pramonės pastato grindys

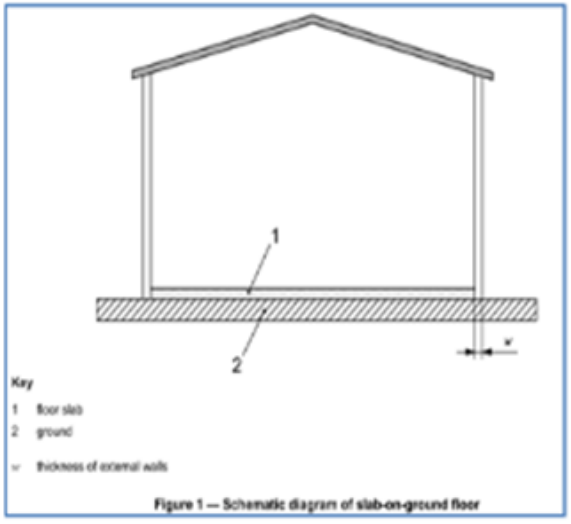


Konstrukcinė sudedamoji dalis	1 variantas Plieninis rėmas S235	2 variantas Plieninis rėmas S460	3 variantas Betoninis rėmas
Grindys	Betonas: 425,7 kg Armatūra: 14,4 t		

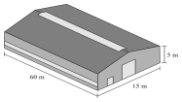
Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos

Cokolinis aukštas

U-reikšmė cokolinei perdangai	0.44	W/(m².K)
Cokolinio aukšto tipas	Plokštė ant pirmojo aukšt	
Cokolio betoninių grindų storis	0,2	m
Plieninės armatūros masė	14.4	t
Antžeminių grindų vidinė šiluminė talpa	74612	J/(m².K)
Tarpaukštinių perdangų vidinė šiluminė talpa	0	J/(m².K)
Vidinių sienų vidinė šiluminė talpa		J/(m².K)



Mikroklimatas ir sistemos



Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

Pramonės pastato tipas →

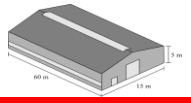
Reikalavimai patogumui		
Šildymo nustatymo temperatūra	18	°C
Vėsinimo nustatymo temperatūra	26	°C
Oro srautas (šildymo būvis)	0,6	ac/h
Oro srautas (vėsinimo būvis)	1	ac/h

Projektas | Pastatas | Apvalkalas | Cokolinis aukštas | Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija

- Šildymo sistema:
  dujinis šildytuvas
- Nėra vėsinimo sistemos
- Nėra priverstinio vėdinimo
- Nėra šilto vandens ruošimo sistemos (DHW)

Šildymo sistema	
Šildymo sistemos tipas	Dujų katilas
Vėsinimo sistema	
Vėsinimo sistemos tipas	Nevėsinama
Mechaninė vėdinimo sistema	
Šilumos atstatos sistema	Ne
Šilto vandens sistema	
Vandens šildymo sistemos tipas	Nėra šilto vandens

Pramonės pastato konstrukcija

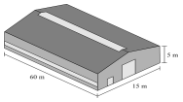


Konstrukcinė sudedamoji dalis	1 variantas Plieninis rėmas S235	2 variantas Plieninis rėmas S460	3 variantas Betoninis rėmas
Sija	IPE 450 (6,88t)	IPE 330 (4,33 t)	Surenkamas betoninis elementas T80 (34,19 t) Armatūra BSt500 202,5 kg/m³ (2,93 t)
Kolonos	Pagrindinės: IPE400 Fachverko: HEA480 (4,17 t)	Pagrindinės: IPE400 Fachverko: HEA480 (4,17 t)	Betono skerspjūvis 0,4x0,4m C30/37 (30,12 t) ArmatūraBSt500 108,1 kg/m³ (1,38 t)
Varžtai	43 kg		/
Lakštinės jungtys	336 kg		/

	Plieniniai elementai	
Sijos (karštai valcuoti profiliuočiai)	4.330	t
Kolonos (karštai valcuoti profiliuočiai)	4.170	t
Galvelinės jungės	0,0	t
Varžtai	0,043	t
Plokštinės jungtys	0,336	t
Bendroji konstrukcijos masė	8,879	t

Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija | Perdanga | Gabenimas

Gabenimas



- Plieno gabenimas :
  - Bendroji masė: 23,38t

  Sijos+ Kolonos+ Jungiamieji elementai
  - Gabenama: Vidutinis Europinis 1t vidutinis plieno gabenimo atstumas

Stogas | Mikroklimatas | Sistemos | Konstrukcija | Perdanga | Gabenimas | Rezultatai

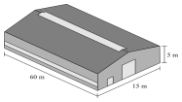
Plieniniai elementai		
Gabento plieno visuma	23,28	t
Gabenimo indėlių reikšmės	Vidutinės reikšmės	

- Betono gabenimas:
  - Bendroji masė: 424,8 t

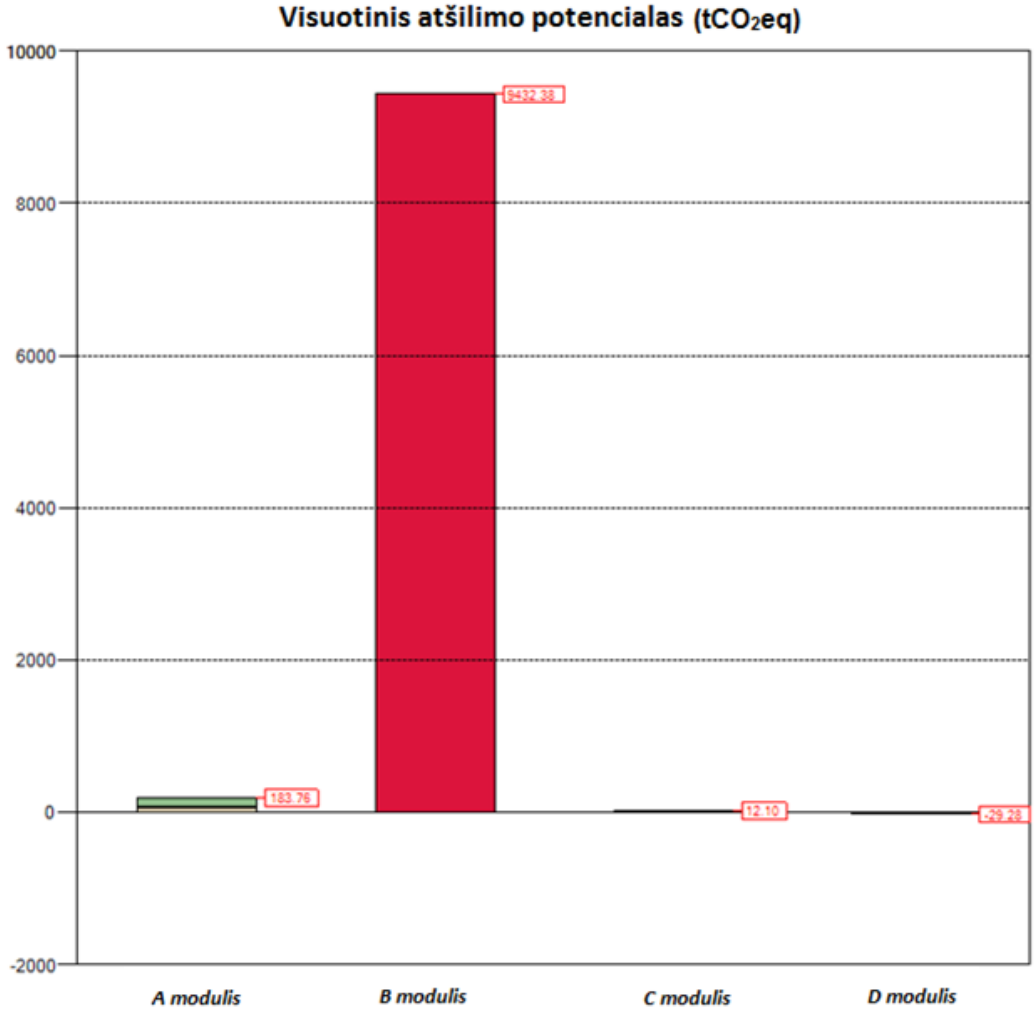
  Sijos+ Kolonos
  - Gabenama: 30 km betonmaišėmis

Betoniniai elementai		
Iš viso gabenta betono	424,8	t
Statybvietėje pagamintas betonas	424,8	t
Automaišylių įveikiamas atstumas	30,0	km
Gamyklinis betonas	0,0	t
Įprastiniais sunkvežimiais įveikiamas atstumas	0,0	km

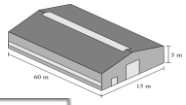
Visuotiniai pramonės pastato rezultatai

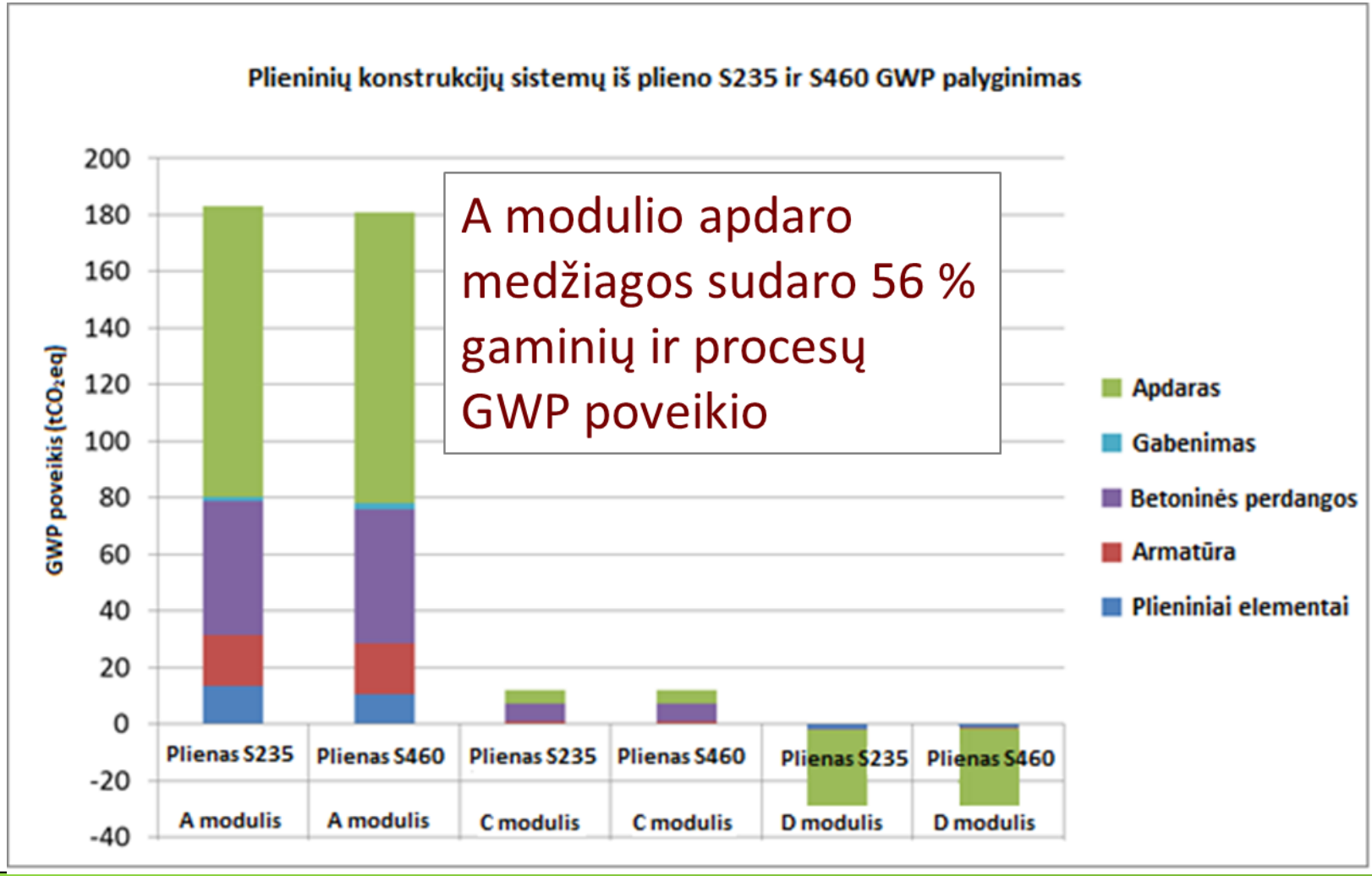


- B modulio naudojimo tarpsnio poveikis sudaro apie 99% visuotinio atšilimo potencialo (GWP), nepriklausomai nuo pramonės pastato tipo



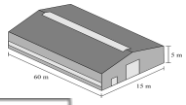
Rezultatai: plieninės konstrukcijos

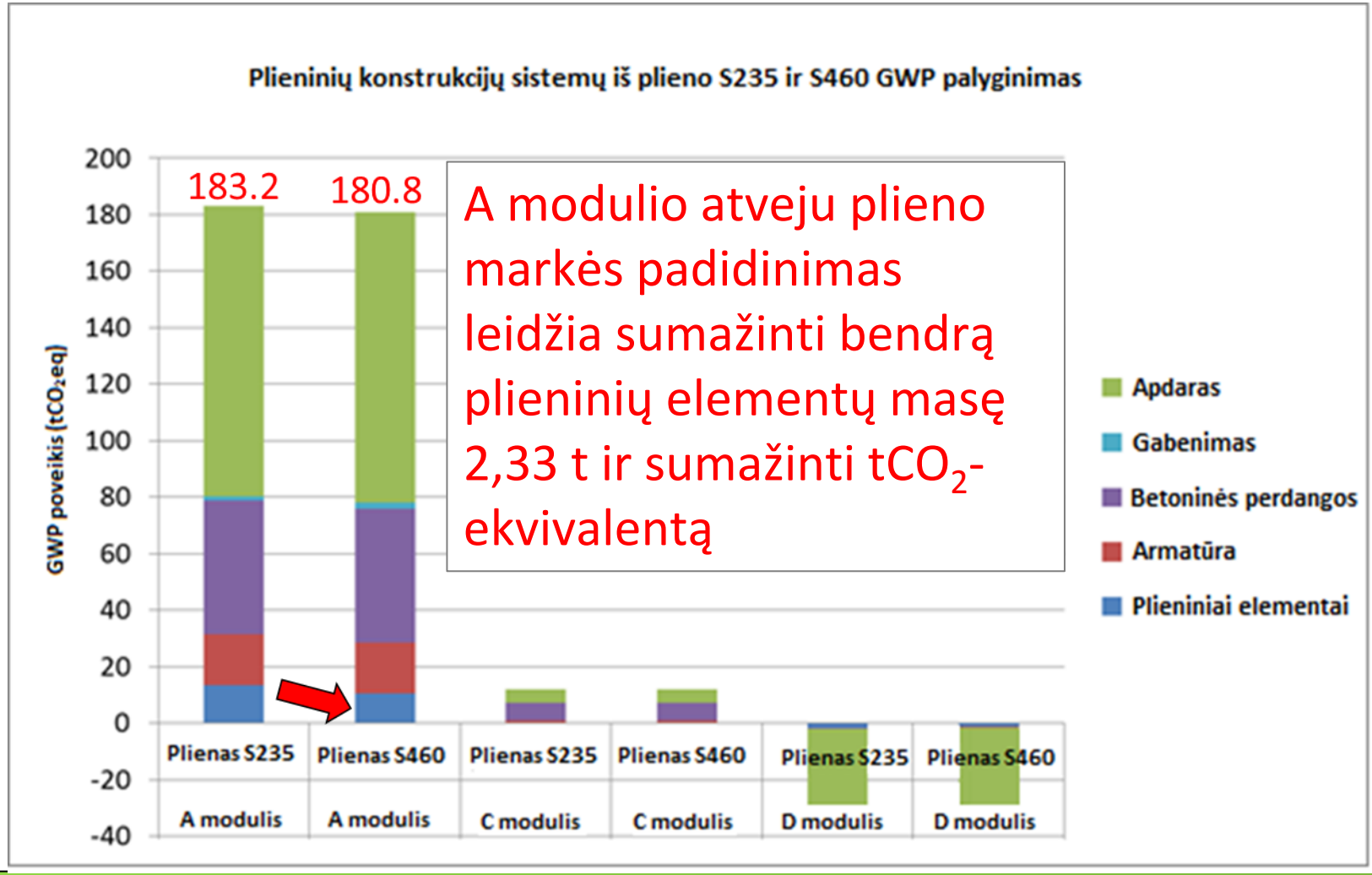




A modulio apdaro medžiagos sudaro 56 % gaminių ir procesų GWP poveikio

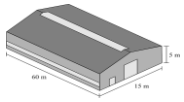
Rezultatai: plieninės konstrukcijos



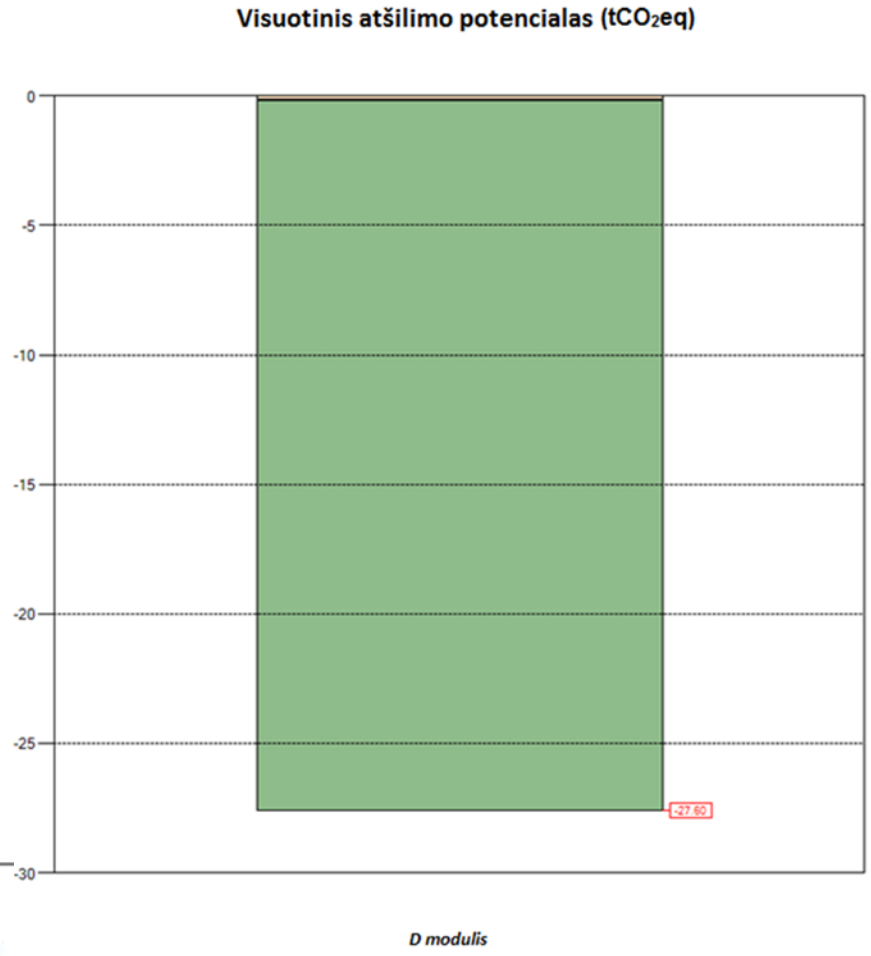


A modulio atveju plieno markės padidinimas leidžia sumažinti bendrą plieninių elementų masę 2,33 t ir sumažinti tCO_2-ekvivalentą

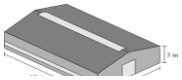
Rezultatai: D modulis konstrukcijos iš plieno S460



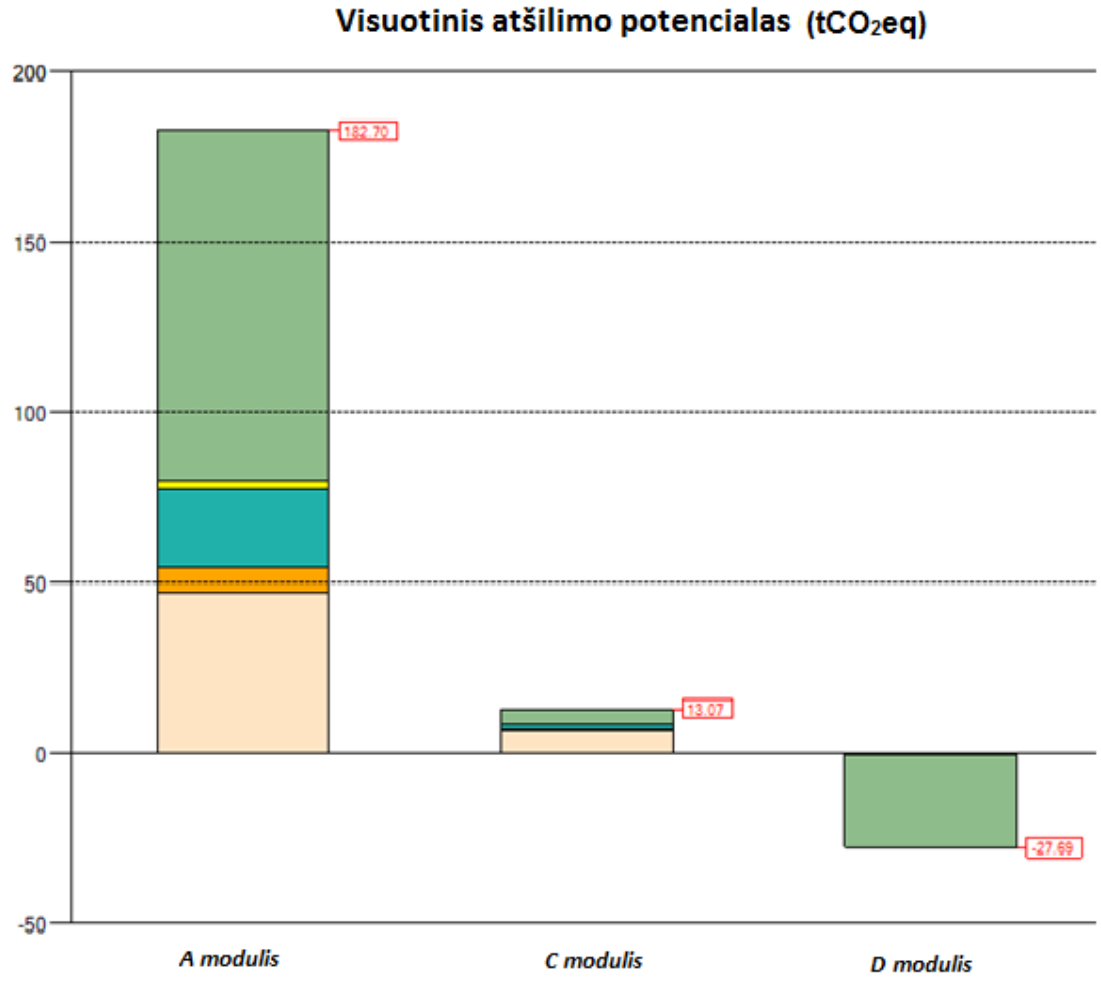
- Plieninių konstrukcijų iš plieno S460 privalumai ir apkrovos yra už sistemos ribų (D modulis) o bendras GWP poveikis -27,60 t CO_2 ekv.
- Tai parodo perdirbtų apdaro elementų medžiagų privalumus: daugiausia dėl fasado lengvų plieninių rėmo elementų ir stogo plieninių lakštinių profiliuočių.



Rezultatai: gelžbetoninė konstrukcija



- A modulio bendrasis GWP poveikis yra 182,70 t CO_2 ekv.
- Bendrasis konstrukcinės sistemos GWP poveikis yra lygus 79,94 t CO_2 ekv., 40% susidaro dėl grindų betono.

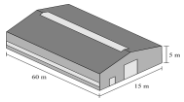


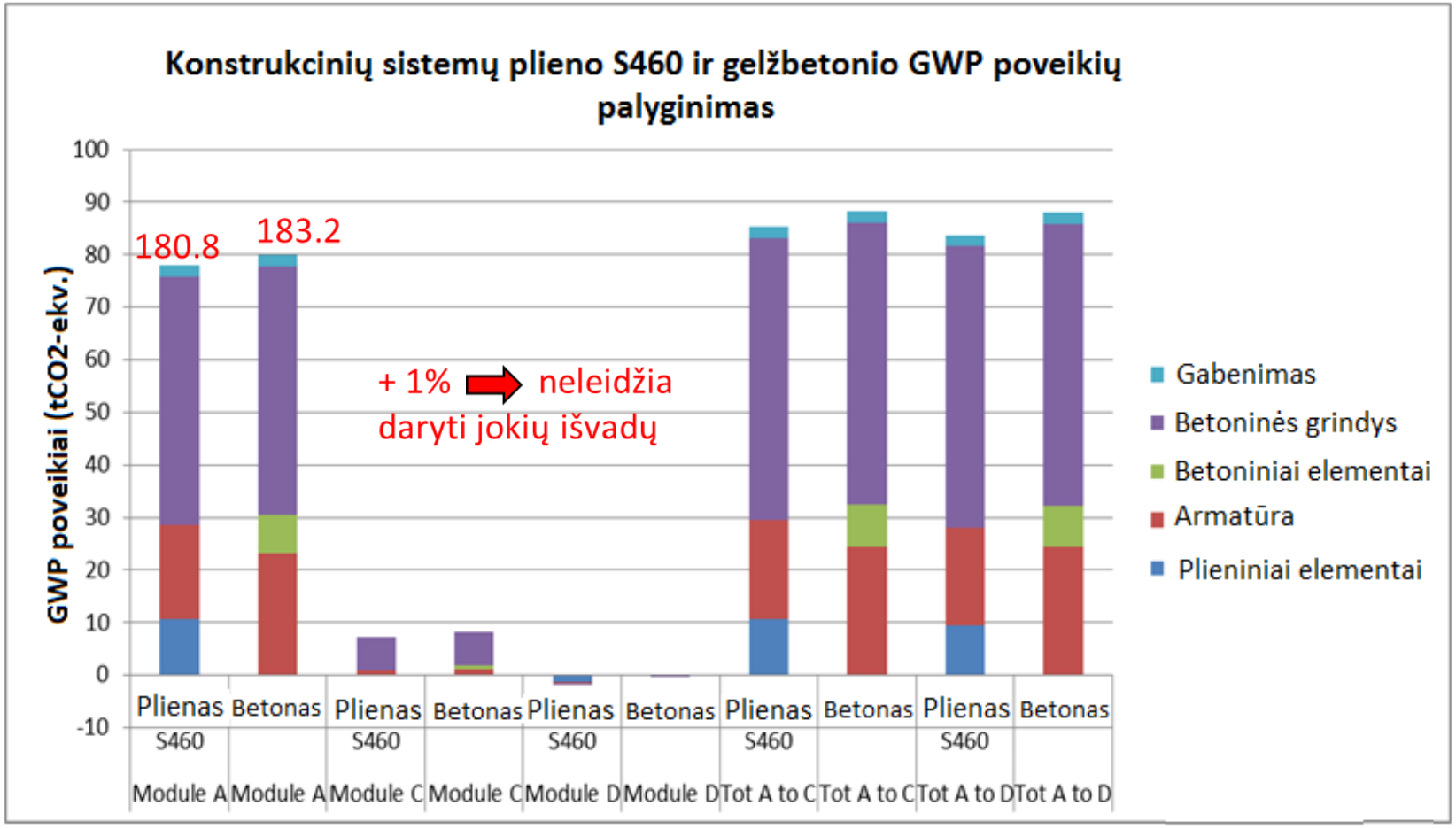
Perdangų betonas
Plieniniai lakštai
Plieninė armatūra
Plieninės sijos

Plieninės kolonos
Plieninės gajvelinės jungės ir varžtai
Plieninės plokštės
Gabenimas

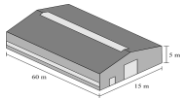
Apdaras
Šildymas (naudojimo tarpsnis)
Vėsinimas (naudojimo tarpsnis)
DHW (naudojimo tarpsnis)

Rezultatai: plieninės ir gelžbetoninės konstrukcijų GWP poveikiai

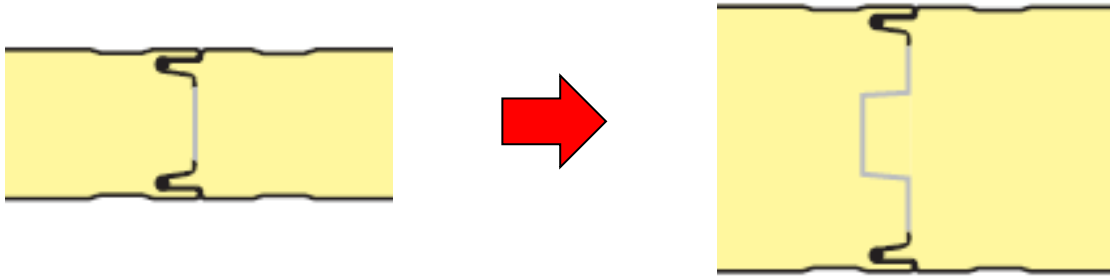




Aplinkosaugos privalumai padidinus apšiltinimo storį



80 mm



200 mm

- paprasta su AMECO3: naudotojui draugiška aplinka
- B modulio naudojimo tarpsnis: grynasis sutaupymas 888 tCO2 ekvivalento
- A modulio gamybos ir proceso tarpsnis: padidėjęs CO2 ekvivalento padidėjimas dėl papildomo apšiltinimo yra 3,12 t.

➢ Palyginti su energijos sąnaudų mažinimu, tai yra mažai, tačiau svarbu yra gerinti pastato energinį veiksmingumą.