



**Plieninių ir kompozitinių perdangų konstrukcijų
elgsena gaisro metu**

Nauji eksperimentų duomenys



- **Naujų gaisrinių bandymų tikslai**
- **Tikrojo dydžio gaisriniai bandymai šiuose projektuose:**
 - FRACOF (I bandymas ISO gaisras)
 - COSSFIRE (II bandymas ISO gaisras)
 - FICEB (III bandymas Natūralus gaisras ir skylėtos sijos)
- **Bandymo sąranka**
- **Eksperimentiniai duomenys**
 - temperatūra
 - poslinkiai
- **Stebėjimų duomenys ir analizė**
- **Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais**
- **Išvados**



FRACOF – Kompozitinių perdangų atsparumas ugniai (Fire Resistance of Composite Floors);

COSSFIRE - Kompozitinių perdangų su tarpinėmis kolonomis atsparumas ugniai (Composite structures serviceability in Fire);

FICEB – Ilgųjų skylėtųjų sijų pagamintų iš valcuotųjų profiliuočių atsparumas ugniai (Fire Resistance of Long Span Cellular Beam Made of Rolled Profiles).

Skylės valcuotųjų profiliuočių sienelėse yra išpjautos



Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

- **Pagrindas**
 - Kardingtono gaisriniai bandymai
 - Labai gera elgsena gaisro metu esant tikrojo gaisro sąlygoms;
 - Didžiausia plieno temperatūra $\theta \approx 1150$ °C, gaisro trukmė ≈ 60 min (> 800 °C);
 - Angliškos konstrukcinės detalės.
- **Tikslai**
 - Nustatyti tokią pat tinkamą elgseną esant didesnei gaisro trukmei (mažiausiai 90 ISO gaisro minučių);
 - Surinkti duomenis apie skirtingų konstrukcinių detalių, tokių kaip plieninės armatūros tinklas ir kraštinių sijų apsauga nuo gaisro, indėlių;
 - Patikrinti skirtingas inžinerines gaisrinės saugos priemones.



- I bandymas (FRACOF)

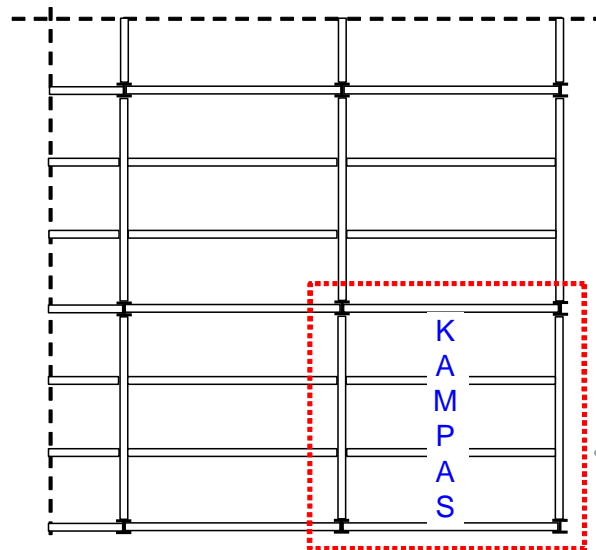
Tikslai

Bandymų
sąranka

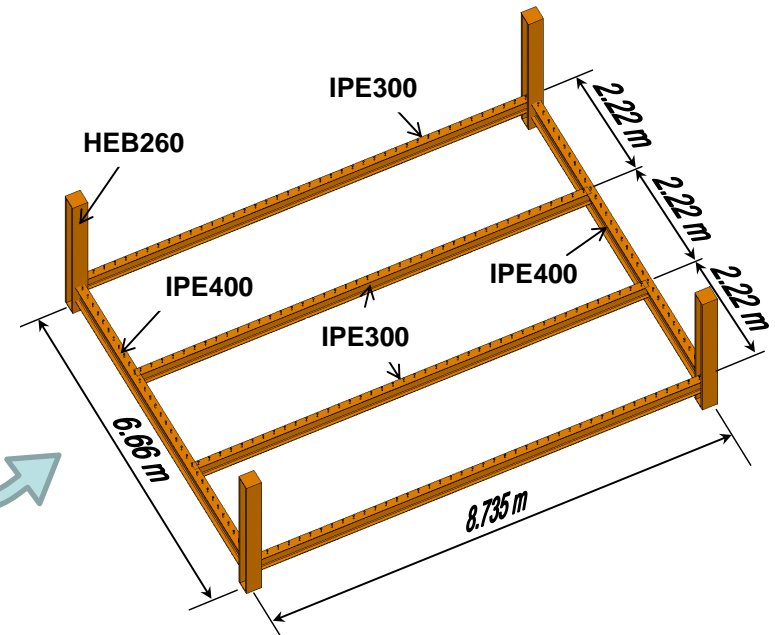
Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



**Tikrojo pastato
konstrukcijų tinklas**



**1-ojo gaisrinio bandymo
plieniniai rėmai**



- II bandymas (COSSFIRE)

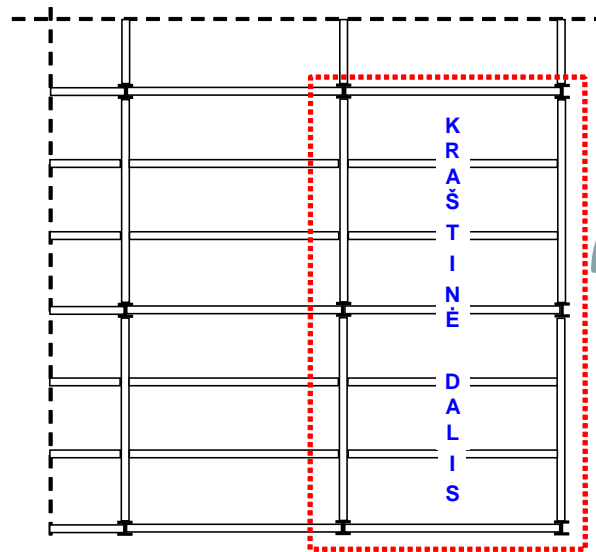
Tikslai

Bandymų
sąranka

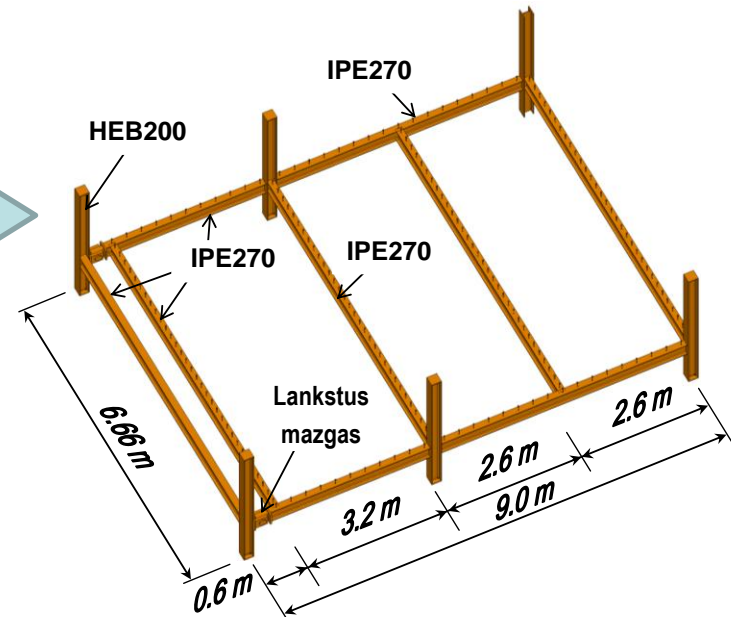
Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



**Tikrojo pastato
konstrukcijų tinklas**

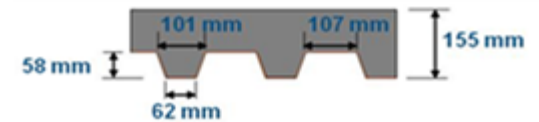
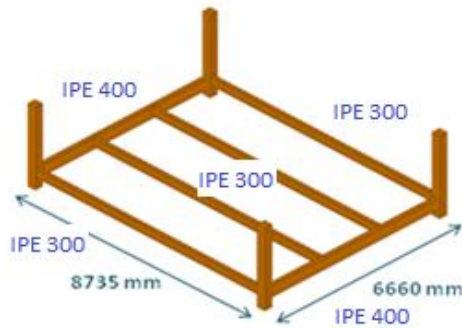


**2-ojo gaisrinio bandymo
plieniniai rėmai**

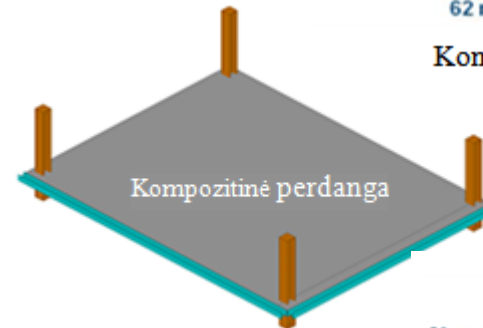


- Užbaigtos kompozitinių perdangų konstrukcijos

I bandymas

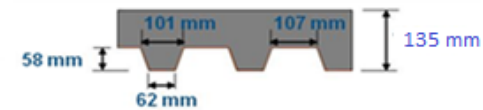
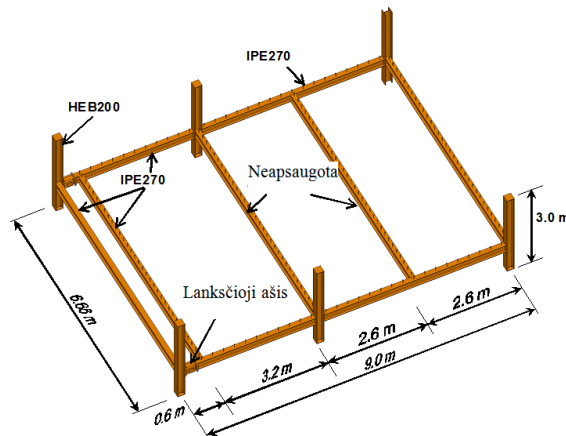


Kompozitinė plokštė

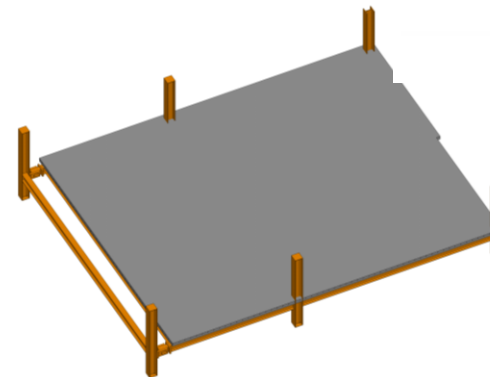


Kompozitinė perdanga

II bandymas



Kompozitinė plokštė



Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

- **Plieninis rėmas**
 - Kompozitinės plieninės-betoninės sijos
 - Pagal 4 Eurokodo 1-1 dalį (LST EN 1994-1-1)
 - Trumpos plieninės kolonos
- **Kompozitinė plokštė**
 - Bendrasis storis
 - Pagal 4 Eurokodo 1-2 dalį (LST EN 1994-1-2)
 - Plieninės armatūros tinklas
 - Pagal paprastesnes skaičiavimo taisykles
- **Plieniniai mazgai**
 - Įprastai naudojami mazgai su dvigubais kampuočiais ir galine plokštele
 - Pagal 3 Eurokodo 1-8 dalį (LST EN 1993-1-8)



- Galvelinių jungių virš plieninių sijų įrengimas

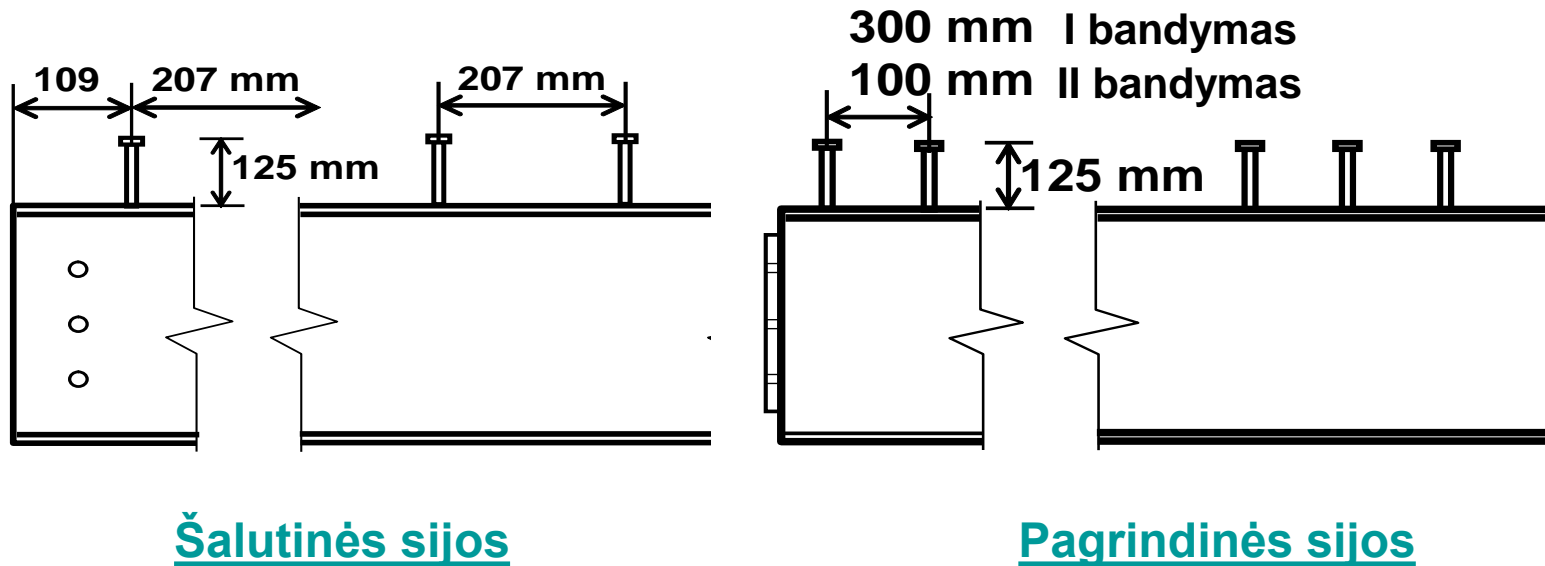
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

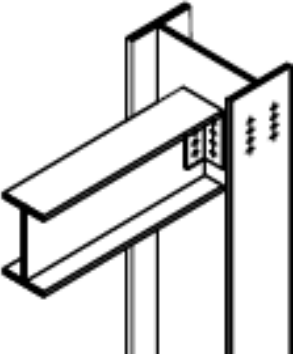
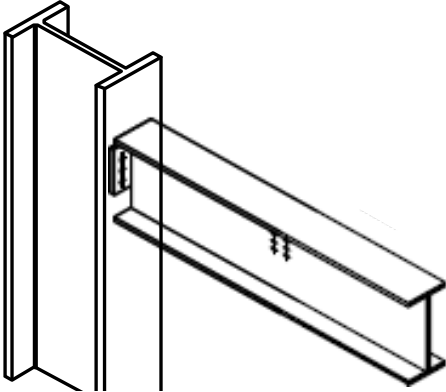
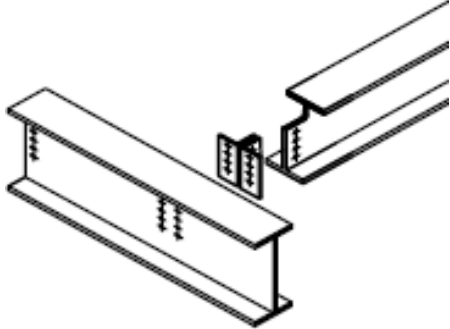


- Plieninių jungių tipas

- TRW Nelson KB 3/4" – 125 ($\varnothing = 19\text{ mm}$; $h = 125\text{ mm}$;
 $f_y = 350\text{ N/mm}^2$; $f_u = 450\text{ N/mm}^2$)



Plieniniai mazgai

	Sijų su kolona		Sija su sija
Tikslai	Šalutinė sija	Pagrindinė sija	
Bandymų sąranka	Sienele apspaudžiantys dvigubi kampuočiai	Lanksti galinė plokštelė	Sienele apspaudžiantys dvigubi kampuočiai
Eksperimentų rezultatai ir pastebėjimai			
Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais			

Plieninių varžtų kokybės klasė: 8.8
plieninių varžtų skersmuo: 20 mm

Išvados



Konstrukcijų elementų matmenys



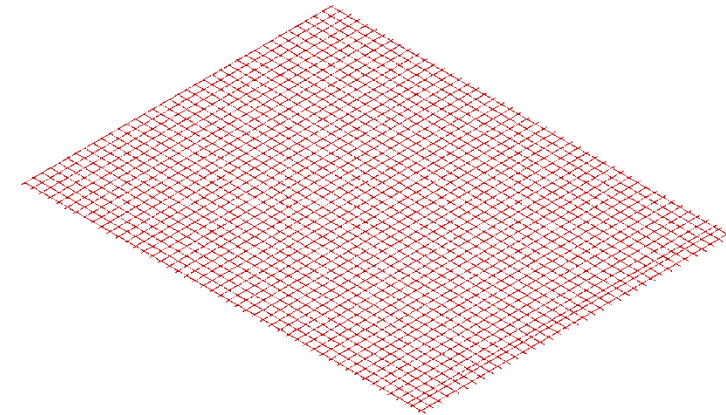
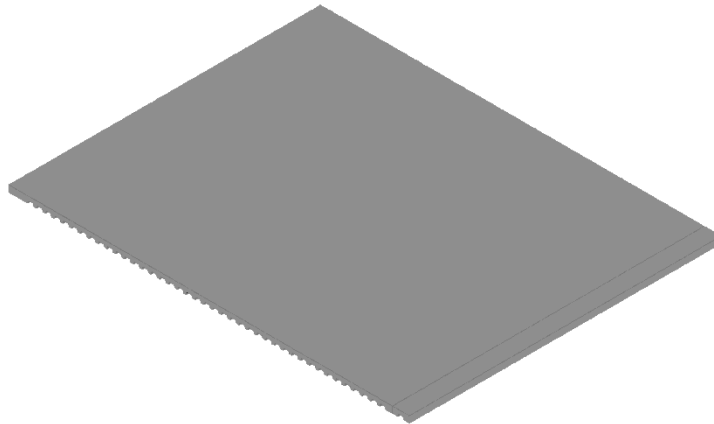
Tikslai

Bandymų sąranka

Eksperimentų rezultatai ir pastebėjimai

Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais

Išvados



Kompozitinė perdanga



Plieninis paklotas: COFRAPLUS60 – 0,75 mm

Betono klasė: C30/37

Plieninės armatūros tinklas

Tinklo akutė: 150x150

Skersmuo: 7 mm

Plieno klasė: S500

Atstumas nuo tinklo plokštumos iki plokštės viršaus:

- 50 mm I bandymas
- 35 mm II bandymas



Mechaninio apkrovimo sąlygos



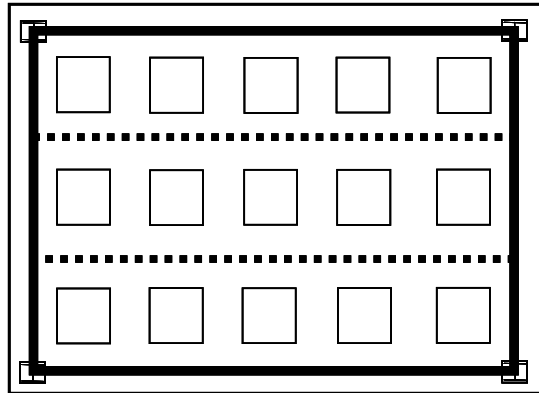
Tikslai

Bandymų sąranka

Eksperimentų rezultatai ir pastebėjimai

Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais

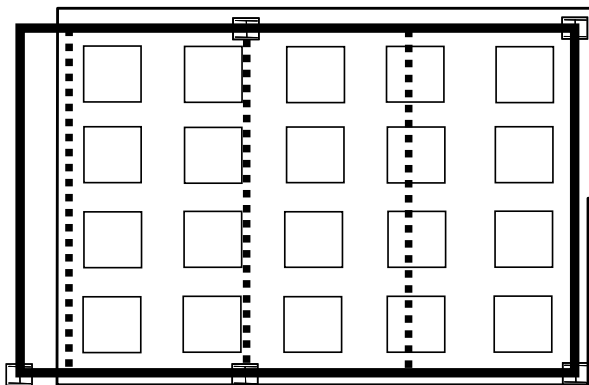
Išvados



I bandymas



15 smėlio maišų po
1512 kg
Lygiavertė išskirstyta apkrova:
390 kg/m²



II bandymas



20 smėlio maišų po
1098 kg
Lygiavertė išskirstyta apkrova:
393 kg/m²



2-ojo bandymo paruošimas

Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

1



2



3



4





Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

I Bandymas

Pagrindiniai matavimai buvo temperatūra ir perdangos įlinkio pavidalas

- **194** vietose buvo registruojama konstrukcijų elgsena;
- **170** temperatūros jutiklių buvo naudojama stebėti plieninio rėmo temperatūrą ir plokštės temperatūros pasiskirstymą;
- **7** poslinkio jutikliai buvo naudojami statiesiems perdangos įlinkiams matuoti;
- **2** jutikliai buvo naudojami perdangos gulsčiajai slinkčiai matuoti; Regimosiems plokštės deformacijoms, bėgant laikui, stebėti naudota speciali aukštai temperatūrai atspari vaizdo kamera patalpinta krosnyje.



II Bandymas

Pagrindiniai matavimai buvo temperatūra ir perdangos įlinkio pavidalas

- **203** temperatūros jutikliai buvo skirti aplinkos ir bandinių temperatūrai matuoti;
- Iš jų **66** skirti plieninių elementų temperatūrai matuoti;
- **80** jutiklių skirta jungčių temperatūrai matuoti;
- **57** jutikliai – kompozitinės plokštės temperatūrai matuoti;
- **20** poslinkio jutiklių buvo sumontuota perdangos poslinkiams ir įlinkiams matuoti;
- Iš jų **16** įlinkiams, o **4** buvo skirti gulstiesiems perdangos poslinkiams matuoti;
- Speciali vaizdo kamera buvo naudojama krosnies viduje stebėti ir įrašyti perdangos įlinkius susiejant juos su laiku.

Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



Perdangos elgsena gaisro metu

Tikslai

**Bandymų
sąranka**

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

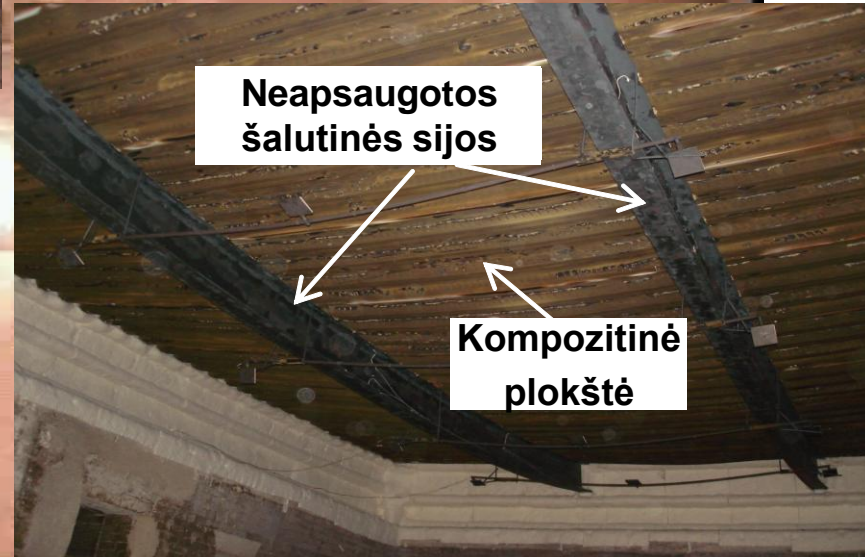
Išvados



Po bandymo



Prieš bandymą



Neapsaugotos
šalutinės sijos

Kompozitinė
plokštė



3-ojo bandymo konstrukcijos (FICEB)



Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





3-ojo bandymo konstrukcijos

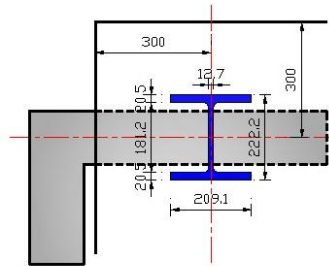
Tikslai

Bandymų
sąranka

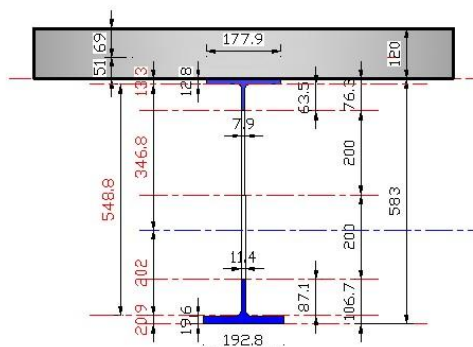
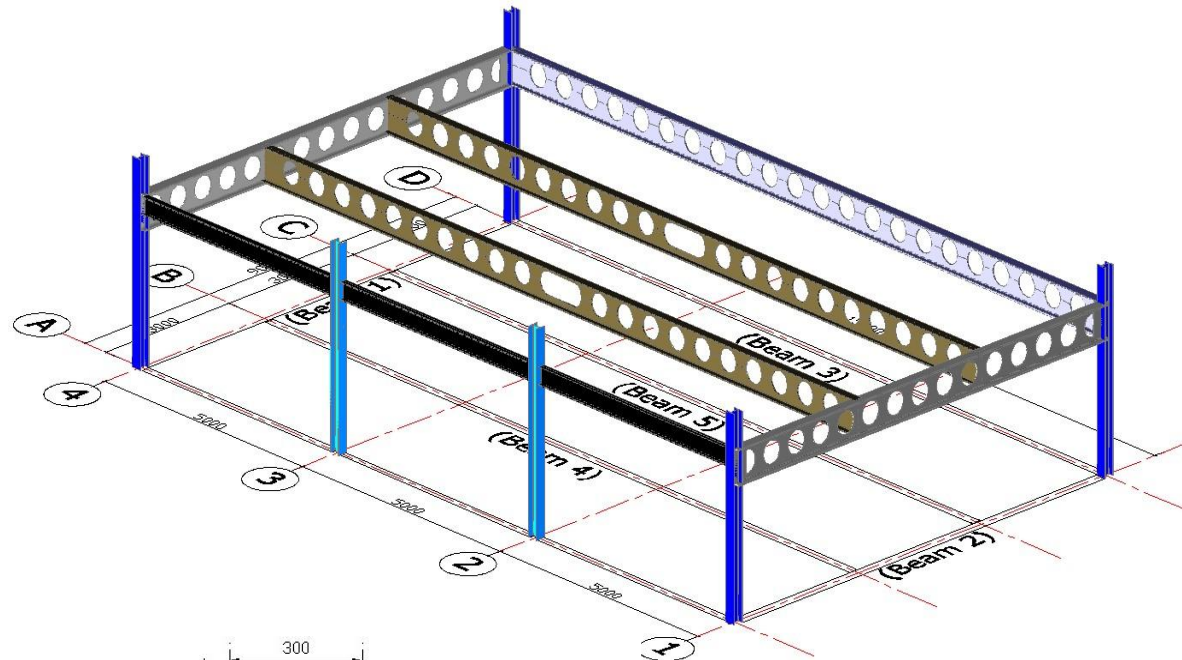
Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimų
būdais

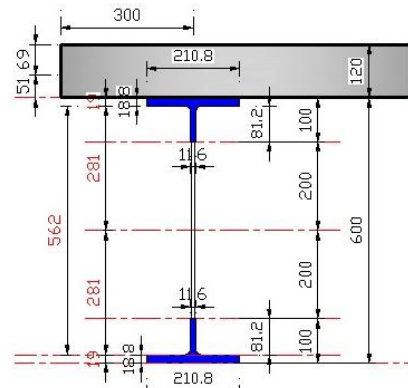
Išvados



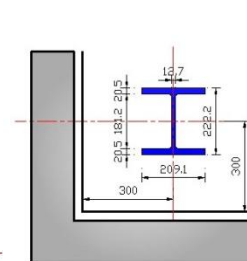
(Kolona GL-A)



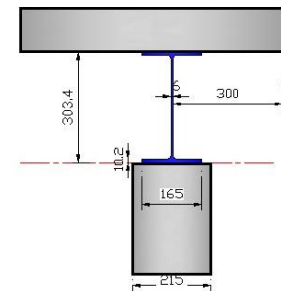
(Sija 3/4/5)



(Sija 1/2)



(Kolona GL-D)



(Vientisoji sija)



3-ojo bandymo konstrukcijos

Sijų tarpusavio jungtys

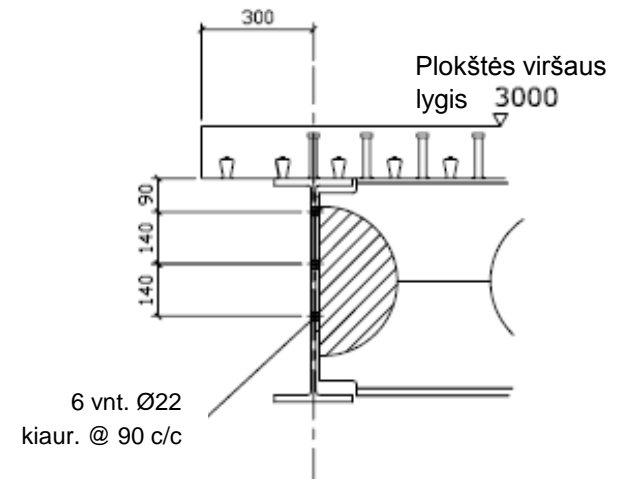
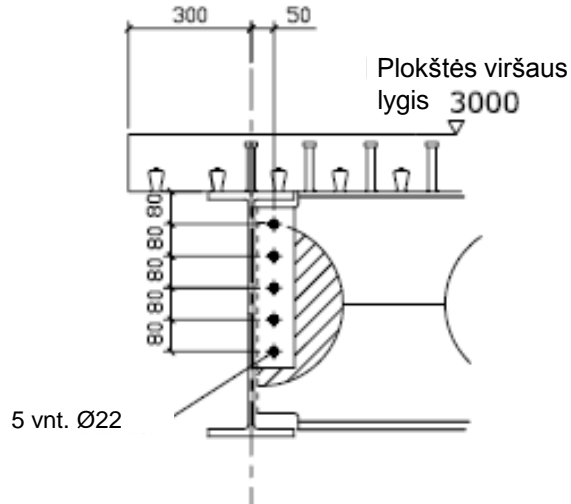
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



6 vnt. Ø22
kiaur. @ 90 c/c





3-ojo bandymo konstrukcijos

Sijų ir kolonų jungtis

Tikslai

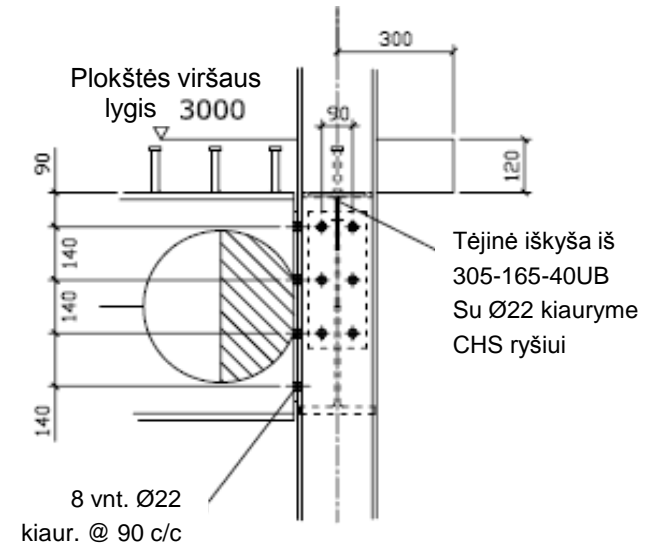
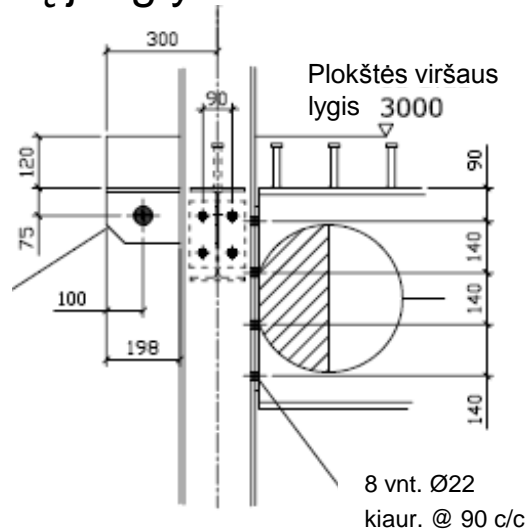
Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

Tėjinė iškyša iš
305-165-40UB
Su Ø22 kiauryme
CHS ryšiui



Tėjinė iškyša iš
305-165-40UB
Su Ø22 kiauryme
CHS ryšiui





3-ojo bandymo konstrukcijos

Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



A393 armatūros tinklas, $\varnothing 10$



Visiška sąveika tarp plokštės ir sijų pasiekta dėka šlyjamųjų jungių, $\varnothing 19$, $h=95\text{mm}$

Prisilaikant tinkamo armavimo taisyklių normalios temperatūros sąlygomis, palei plokštės apybrėžą buvo panaudoti armatūriniai U pavidalo lankstiniai.



3-ojo bandymo konstrukcijos

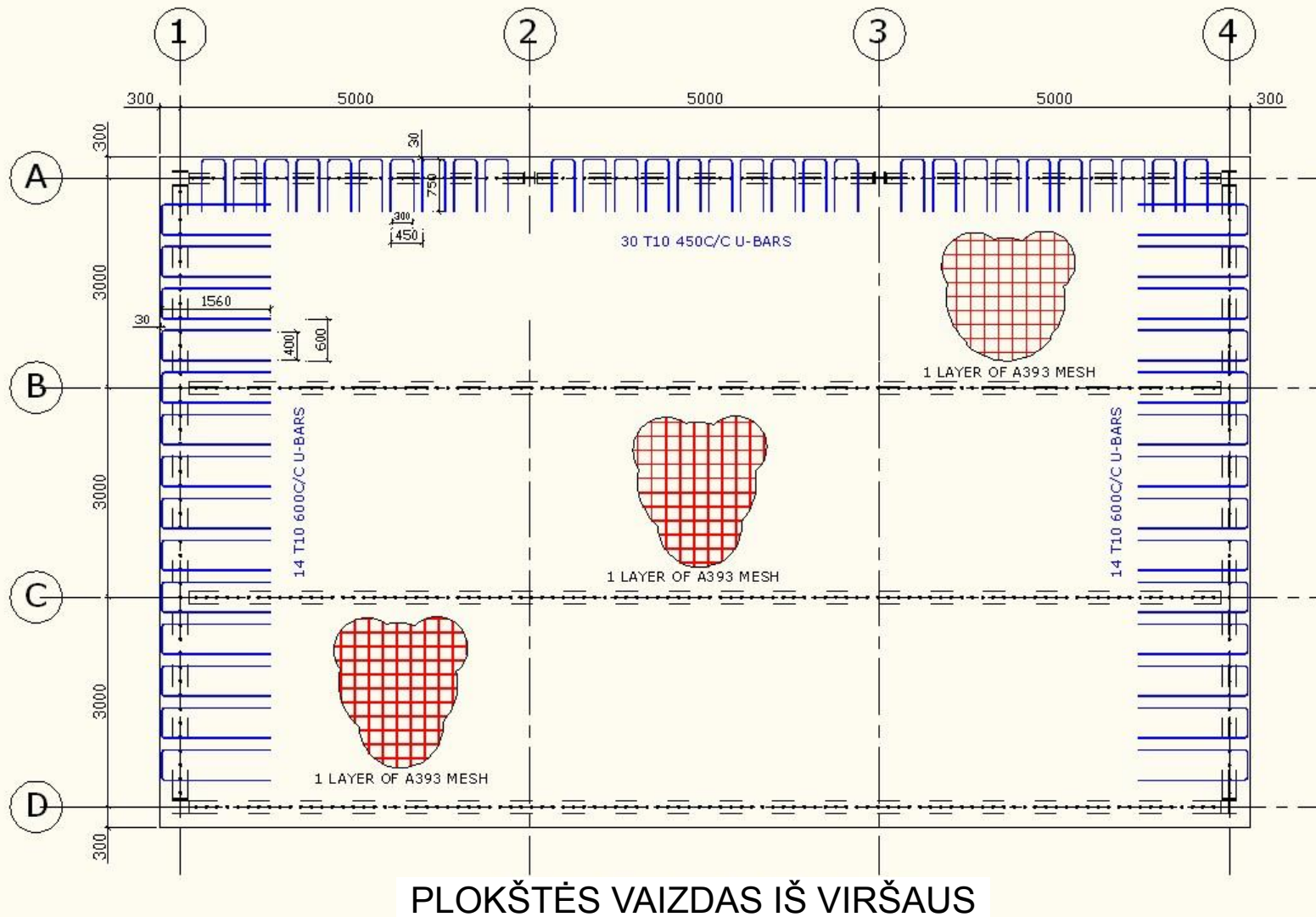
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

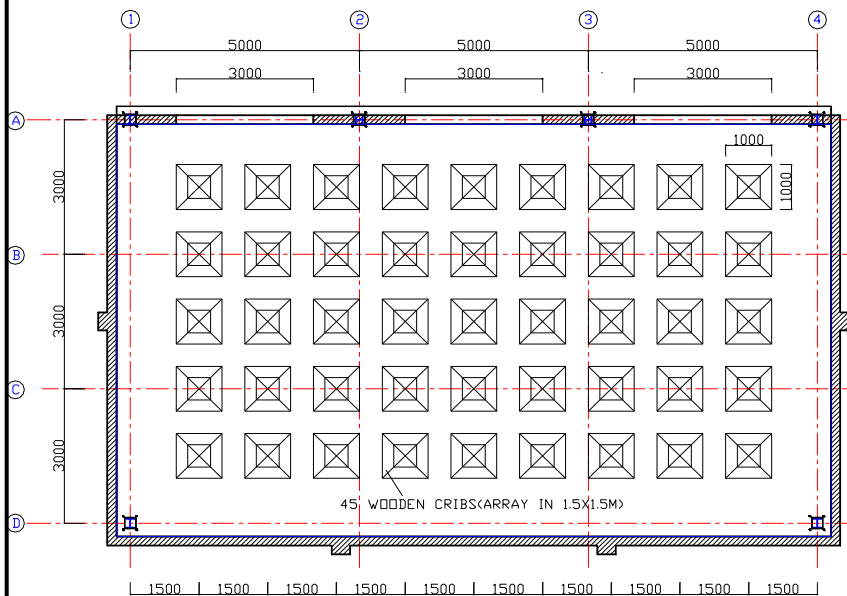




3-ojo bandymo konstrukcija

Gaisrinės apkrovos tankis buvo 700MJ/m^2 . Gaisro apkrova buvo truputį didesnė už tiksliai paskaičiuotą 511MJ/m^2 (80% fraktilio) pagal EN 1991-1-2.

Gaisrinė apkrova gali būti pasiekta panaudojant 45 standartines medienos rietuves (1 m x 1 m x 0,5 m aukščio), tolygiai išdėstytas gaisrinio skyriaus plote (9,0m x 15,0 m).



MEDIENOS RIETUVIŲ PADĖTIS



Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimu
būdais

Išvados



Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

- **Gaisro temperatūra**
- **Neapsaugotų plieninių sijų įkaitimas**
- **Apsaugotų plieninių sijų įkaitimas**
- **Kompozitinės plokštės įkaitimas**
- **Perdangos įlinkis**
- **Kompozitinių perdangos konstrukcijų elgsenos stebėjimų duomenys**
 - **betono pleišėjimas ir betono skeldėjimas**
 - **plieninės armatūros tinklo irtis bandymo metu**
 - **kraštinių sijų griūtis**



- **Gaisro temperatūra**

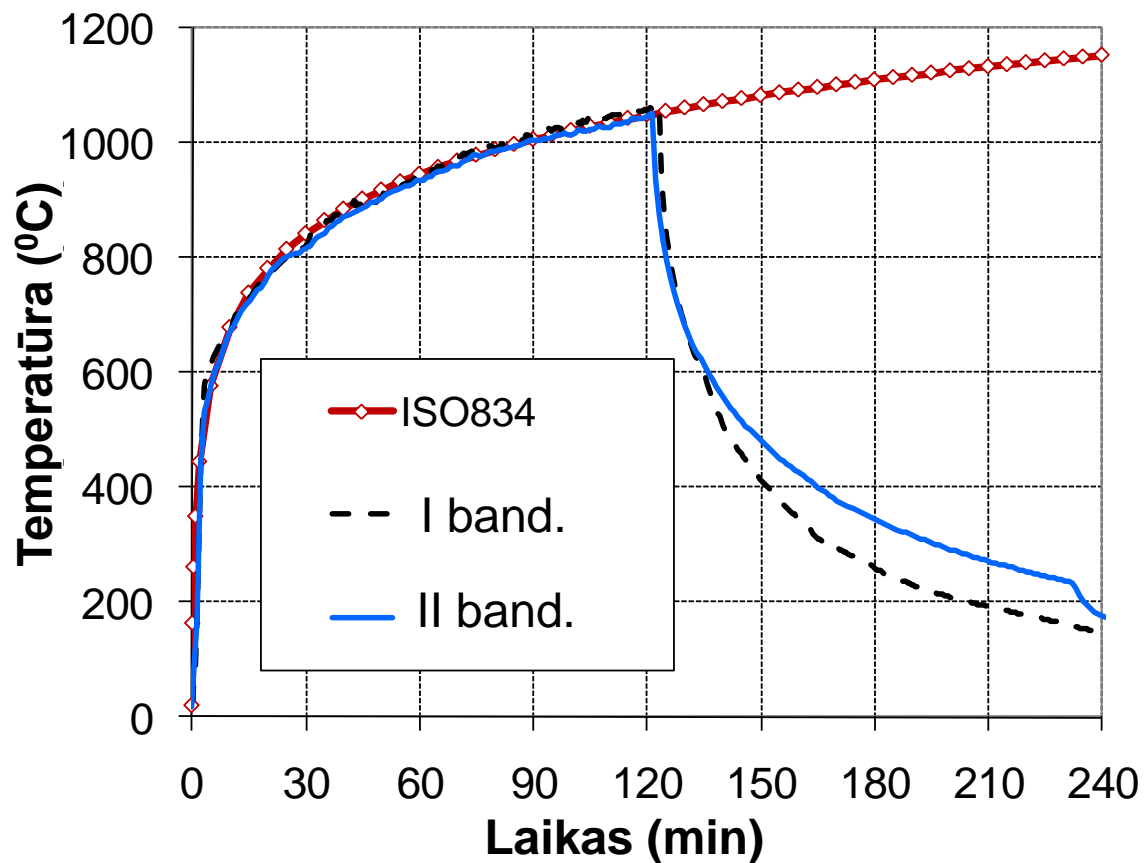
Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





Bandymo rezultatai

- **3-iojo bandymo gaisro temperatūra**

Tikslai

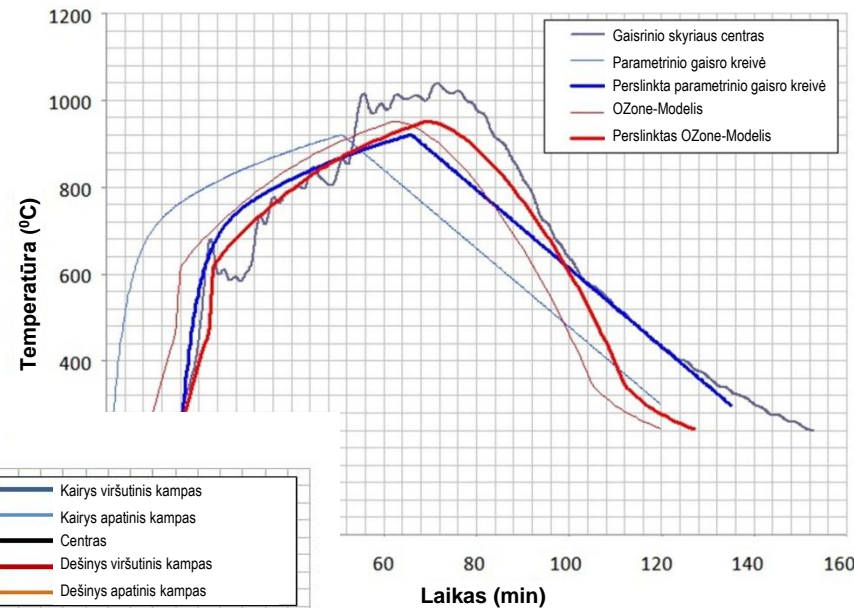
Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

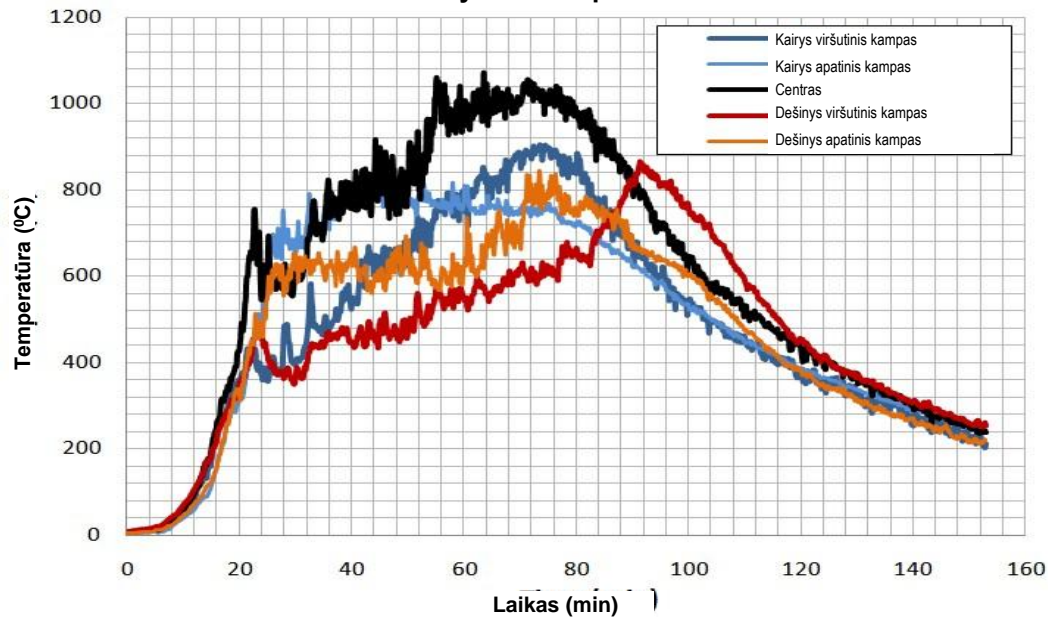
Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

Gaisrinio skyriaus vidurio temperatūra



Gaisrinio skyriaus temperatūra





- Neapsaugotų plieninių sijų kaitinimas

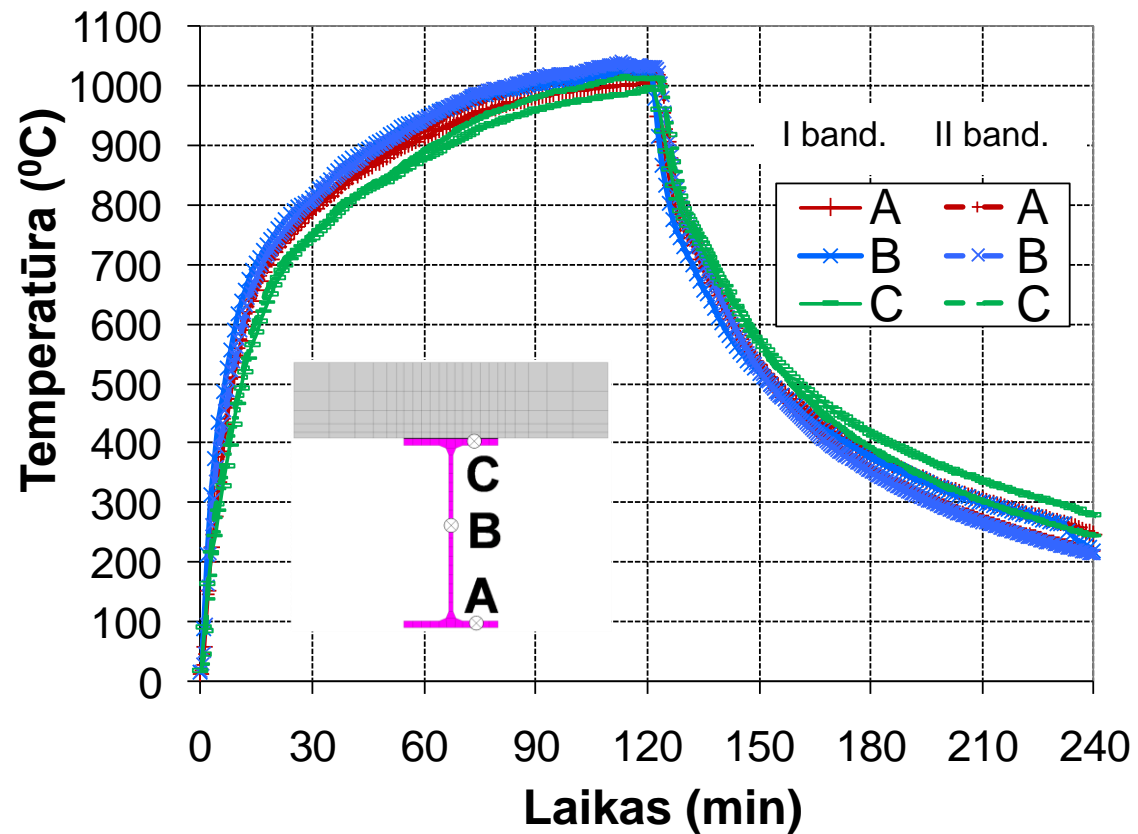
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





- 3-asis bandymas. Neapsaugotų plieninių sijų kaitinimas

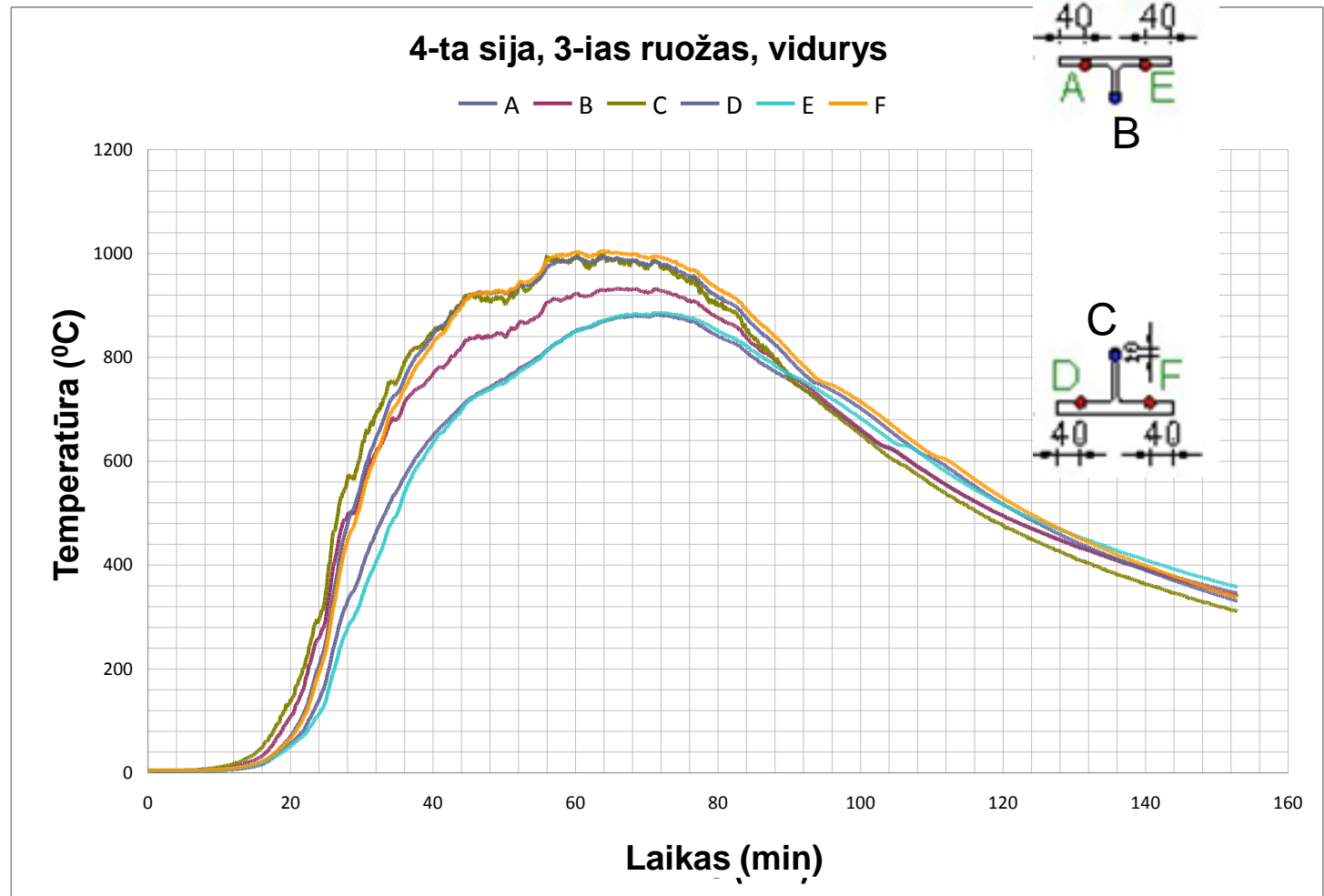
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





- **Apsaugotų plieninių sijų kaitinimas**

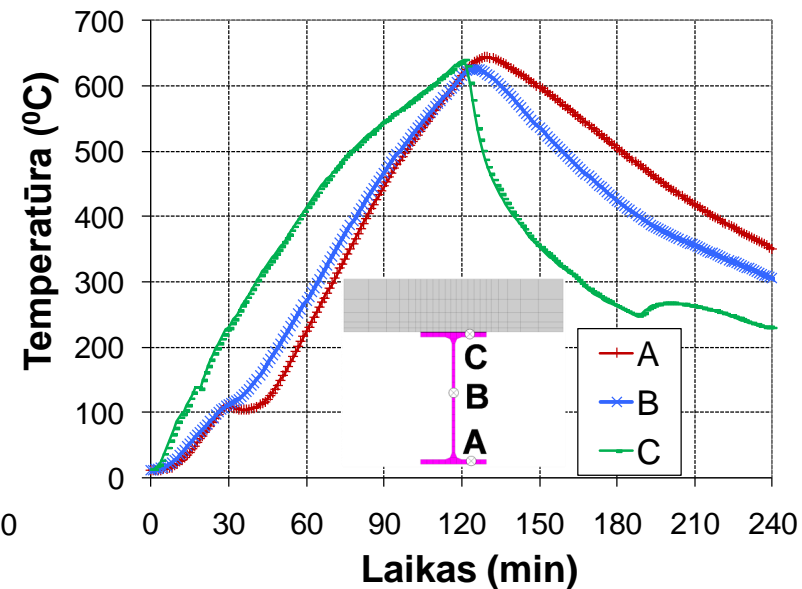
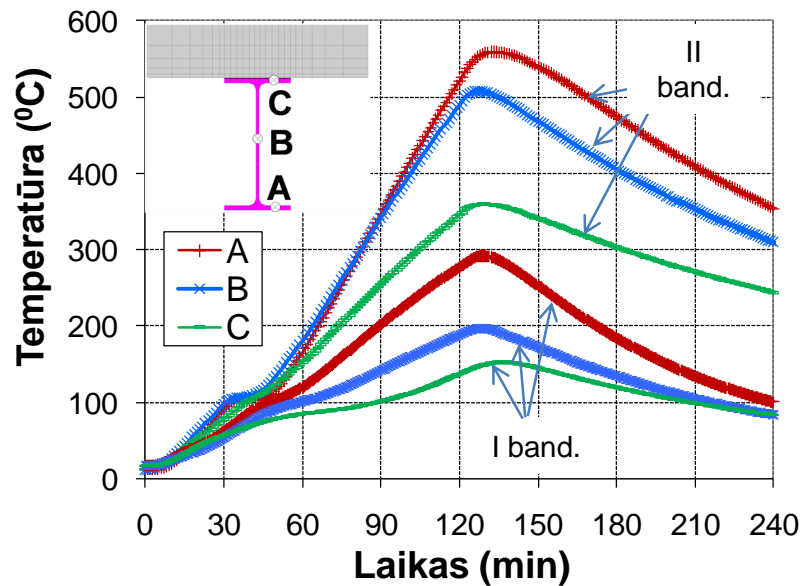
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



- **Pastebėjimas**

- 2-ojo bandymo metu sijos įkaito labiau $\approx 550\text{ }^{\circ}\text{C}$, o viena kraštinė šalutinė sija įkaito iki $> 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros



- Kompozitinės plokštės kaitinimas**

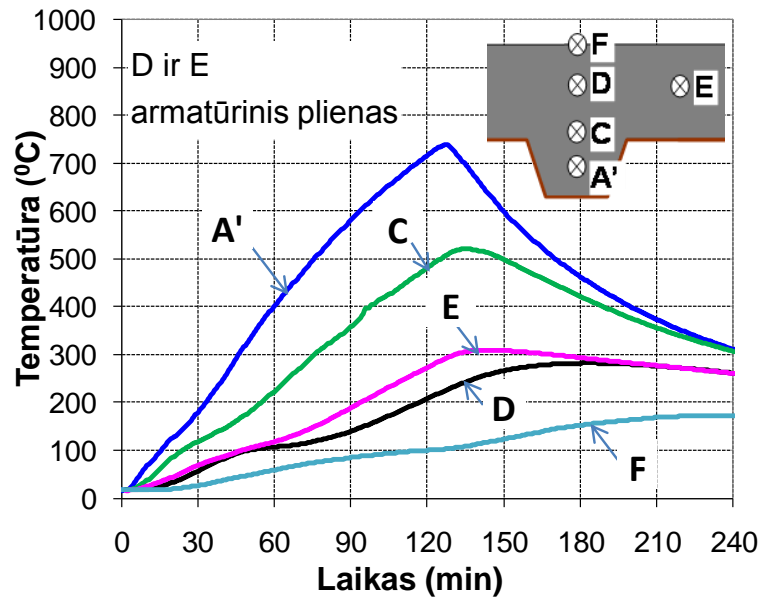
Tikslai

Bandymų
sąranka

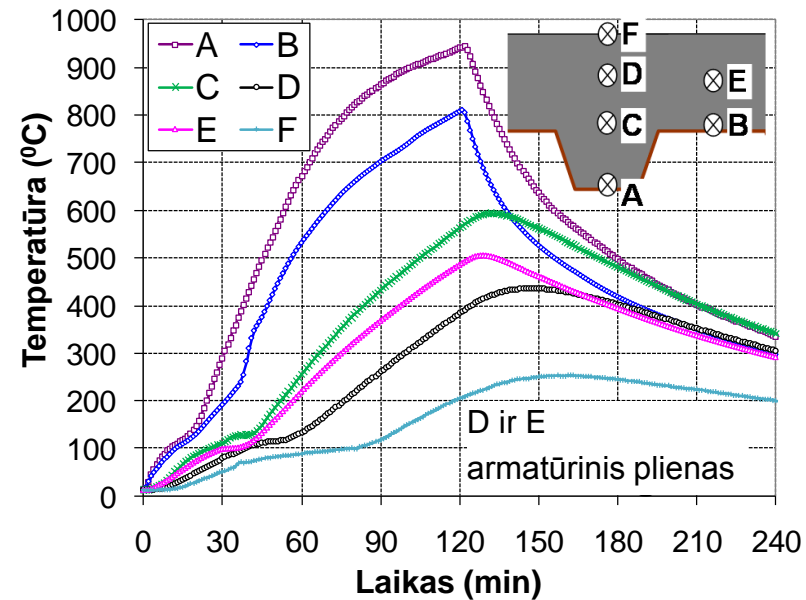
**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



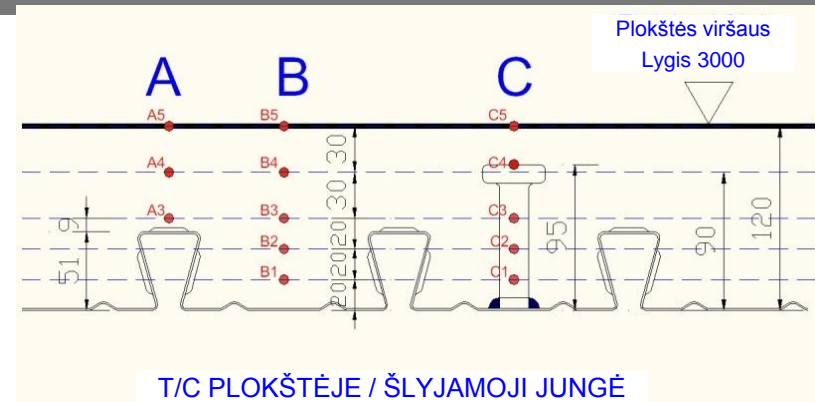
I bandymas



II bandymas



- 3-asis bandymas.
Kompozitinės plokštės kaitinimas



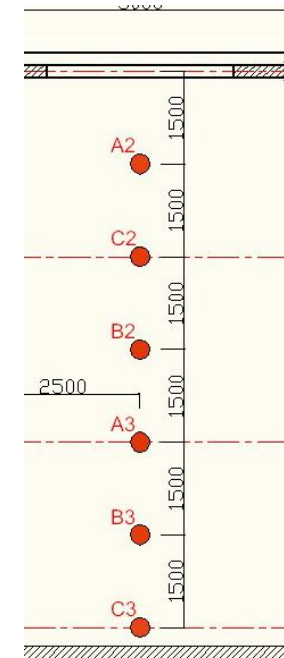
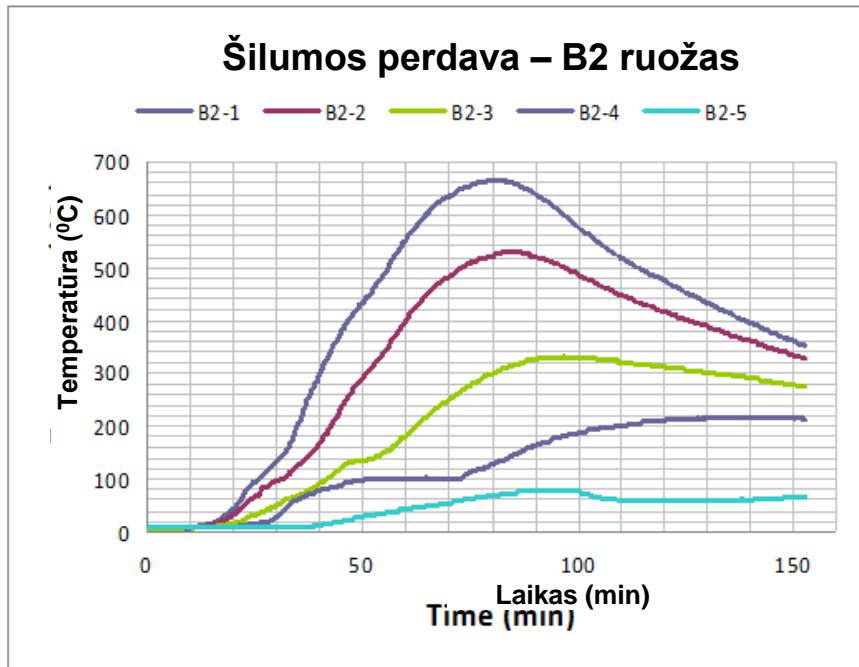
Tikslai

Bandymų
sąranka

Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





- Poslinkių jutiklių, įlinkiams matuoti, padėtys

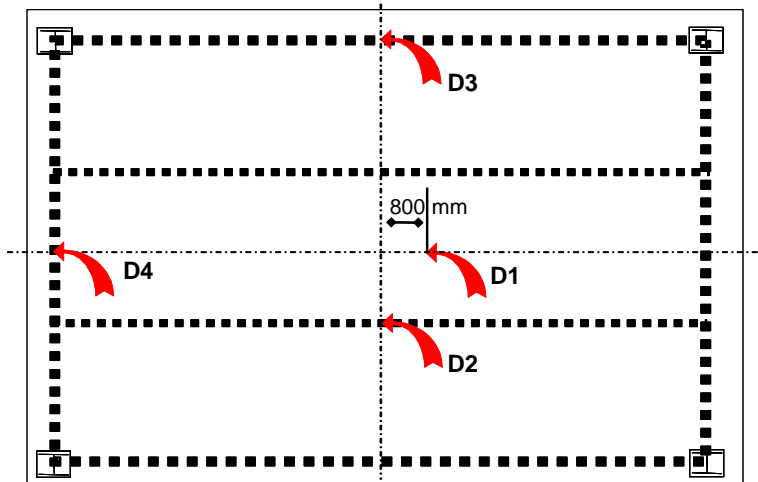
Tikslai

Bandymų
sąranka

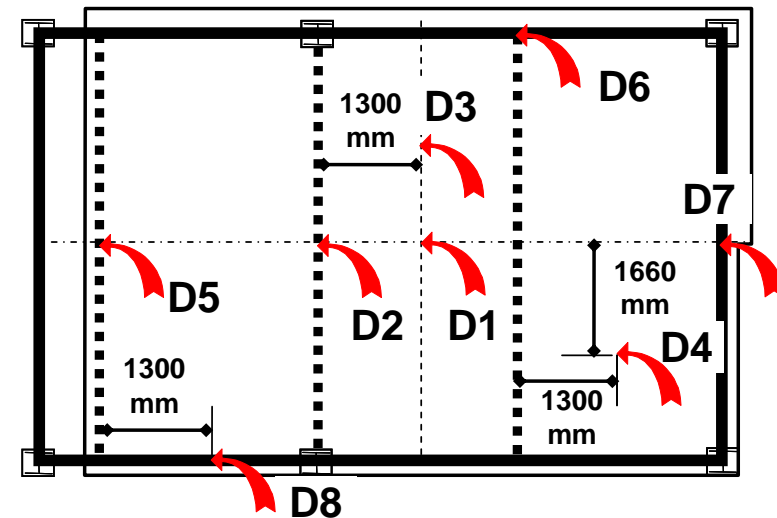
Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



1-asis bandymas



2-asis bandymas



- **Perdangų įlinkiai**

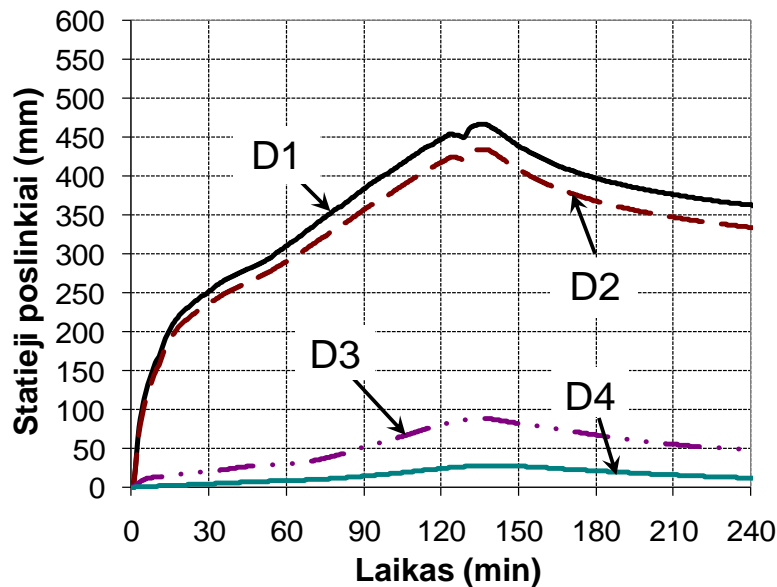
Tikslai

Bandymų
sąranka

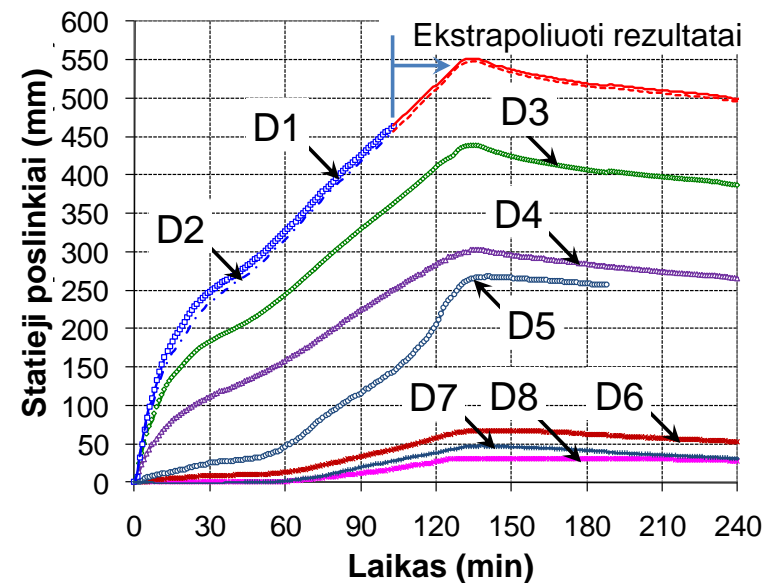
**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



1-asis bandymas



2-asis bandymas



Bandymo rezultatai



- 3-asis bandymas. Poslinkiomačių, įlinkiams matuoti, padėty

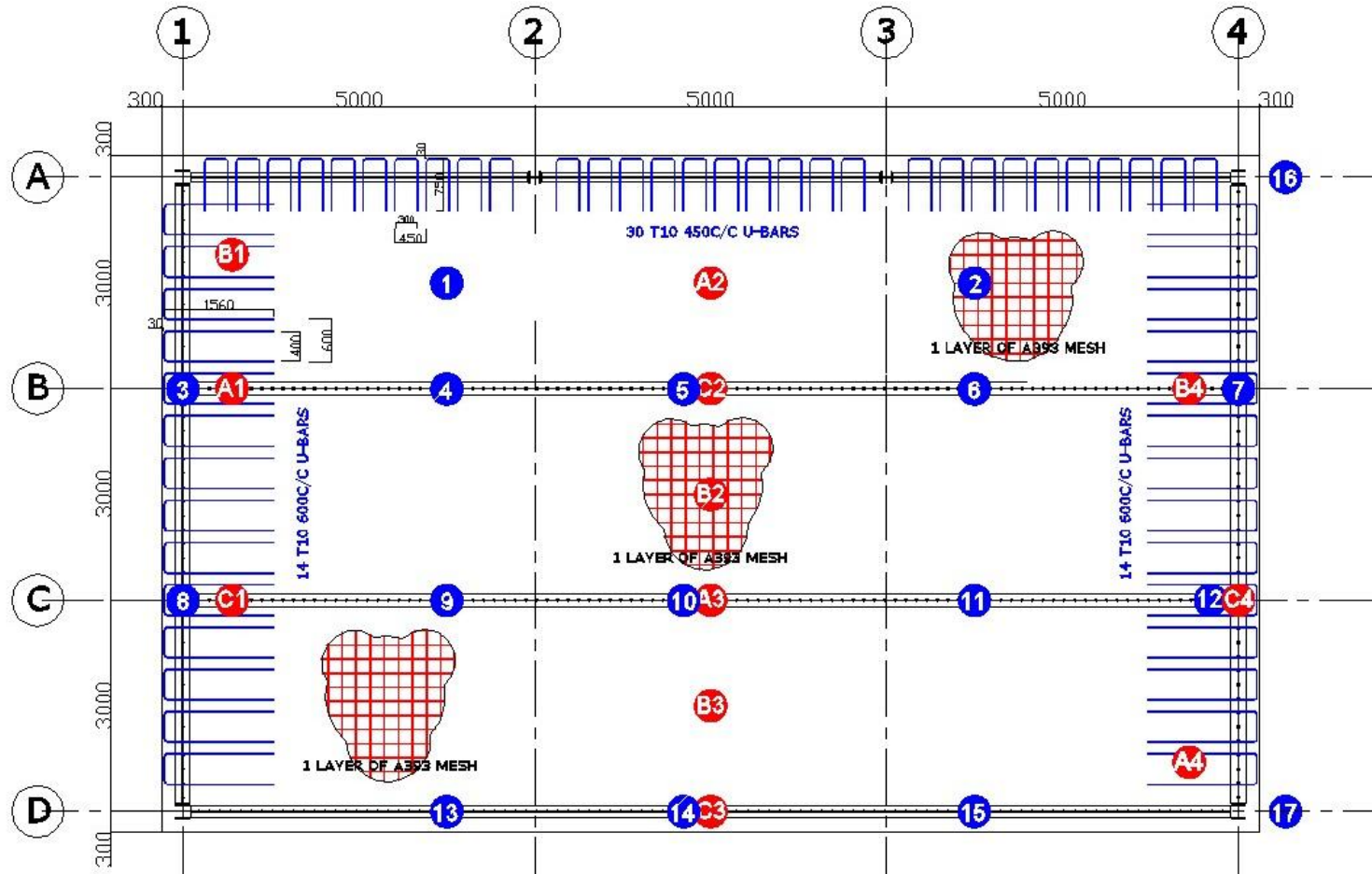
Tikslai

Bandymų sąranka

Eksperimentų rezultatai ir pastebėjimai

Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais

Išvados



MATAVIMO PRIETAISŲ PADĖTYS (TC temperatūros ir L poslinkių jutiklių)



- 3-asis bandymas. Perdangos įlinkiai

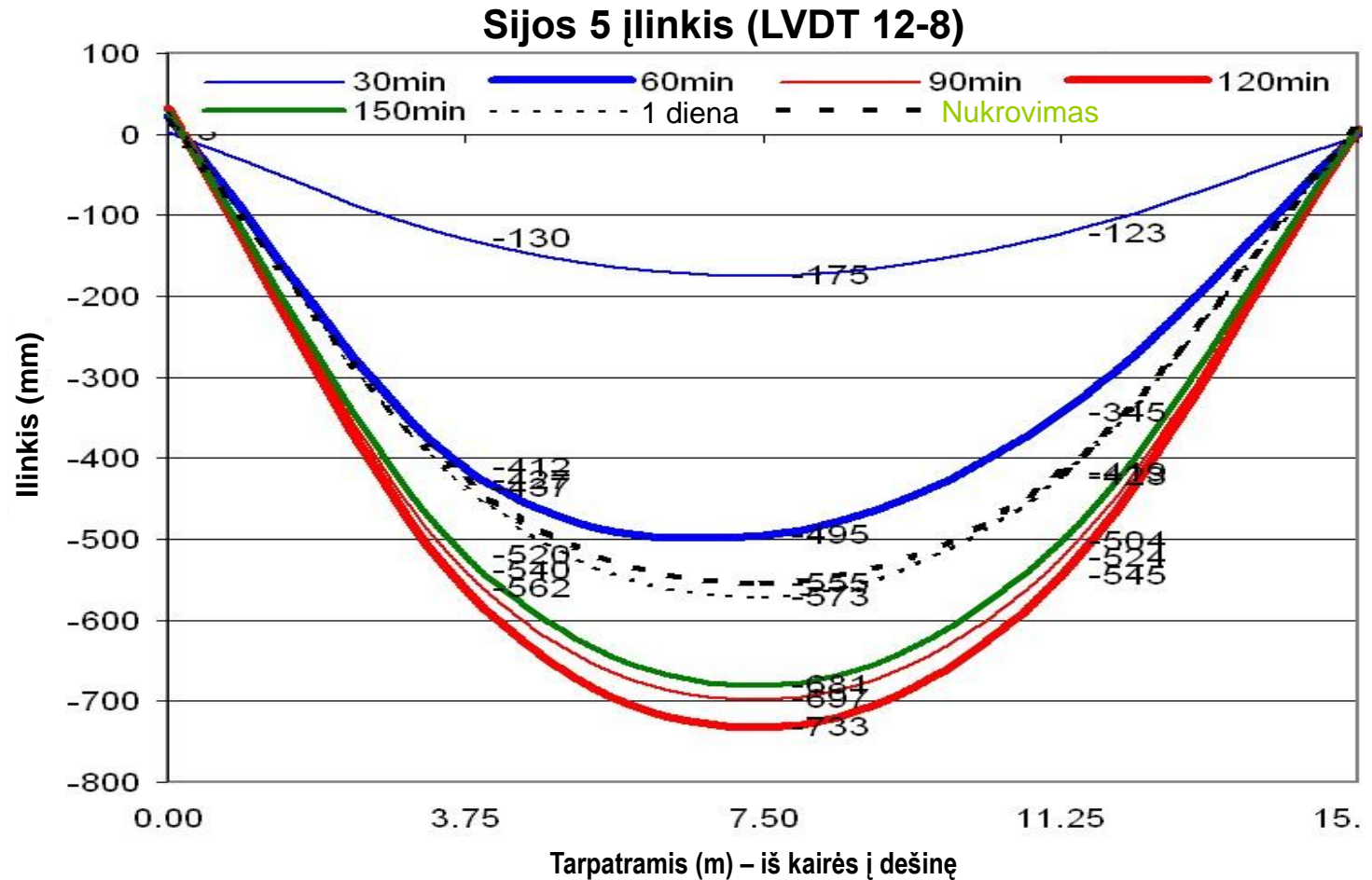
Tikslai

Bandymų sąranka

Eksperimentų rezultatai ir pastebėjimai

Palyginimas su paprastesniais skaičiavimo būdais

Išvados





- **Betono plyšys (1-asis bandymas)**

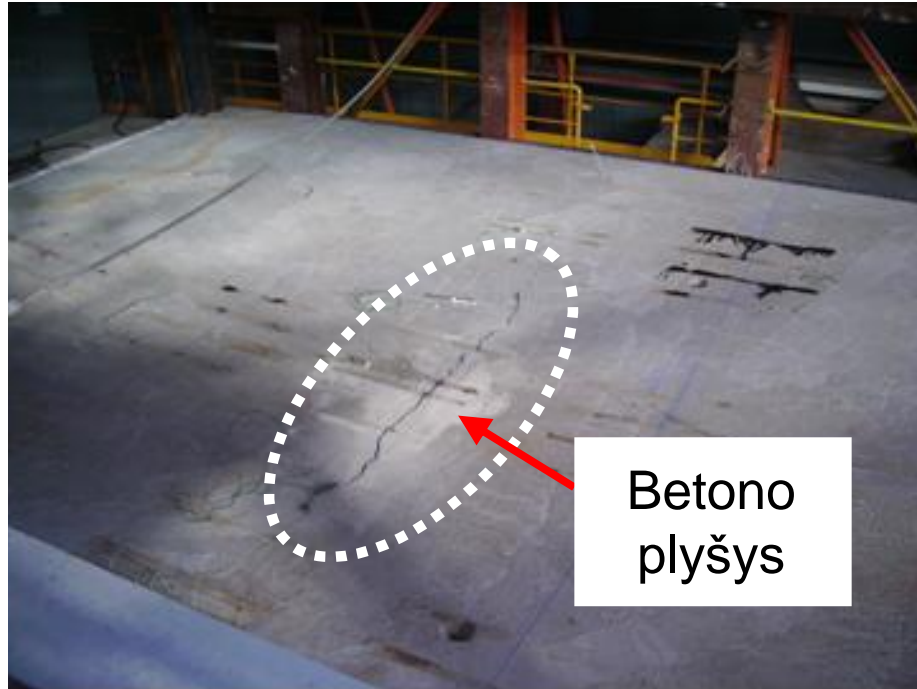
Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



- **Pastebėjimas**
 - **Labai geras perdangos bendrasis pastovumas nepaisant plieninės armatūros tinklo irties**



- **Betono skeldėjimas (2-asis bandymas)**

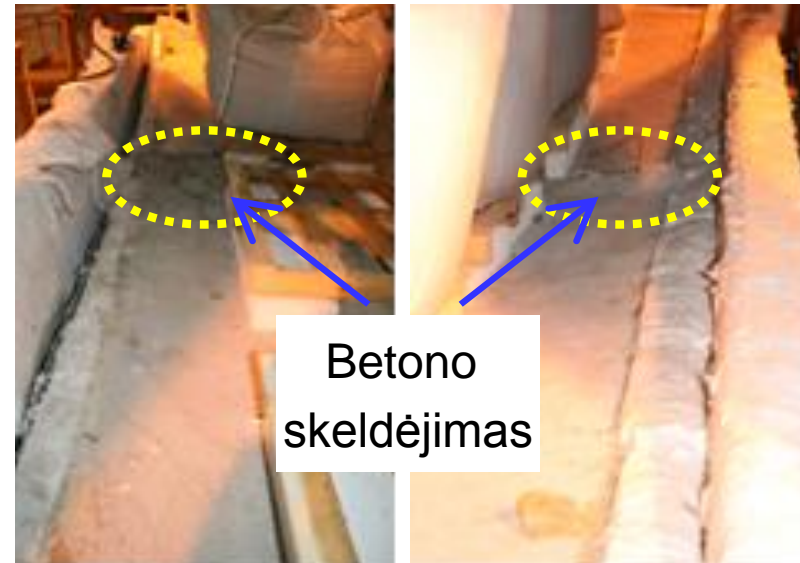
Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



- **Pastebėjimas**

- Visos perdangos konstrukcijos bendrasis pastovumas išliko pakankamas nepaisant vienos iš kraštinių sijų irties



- **Betono pleišėjimas (III bandymas)**

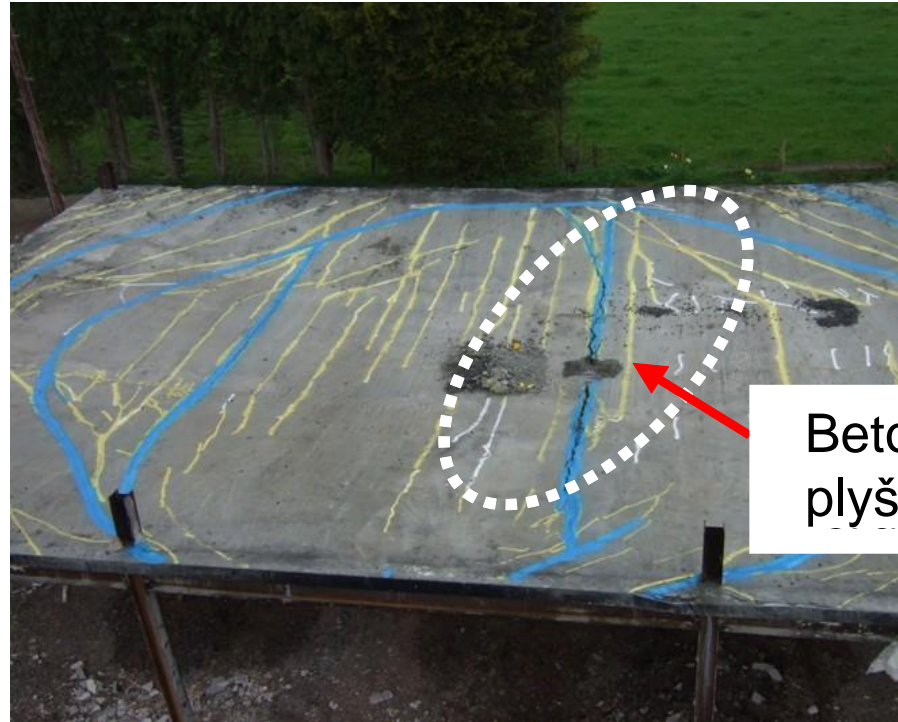
Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados



- **Pastebėjimas**
 - **Labai geras perdangos bendrasis pastovumas nepaisant plyšio atsiradimo**



- **Sijos sienelės kluptis (3-asis bandymas)**

Tikslai

Bandymų
sąranka

**Eksperimentų
rezultatai ir
pastebėjimai**

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados





Palyginimas su paprastesnėmis skaičiavimo taisyklėmis



Tikslai

Bandymų sąranka

Bandymų
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

	I bandymas		II bandymas	
	Bandy- mas	Paprastesnis skaičiavimo būdas	Bandy- mas	Paprastesnis skaičiavimo būdas
Atsparumas ugniai (min)	> 120	120	> 120	96
Įlinkis (mm)	450	366 ^(*)	510	376 ^(*)

- **Pastebėjimas**
 - Bandymo rezultatai:
 - **Atsparumas ugniai > 120 minučių**



Tikslai

Bandymų
sąranka

Bandymo
rezultatai ir
pastebėjimai

Palyginimas su
paprastesniais
skaičiavimo
būdais

Išvados

- **Naujus gaisrinius bandymus apibendrinančios išvados**
 - veikiant ilgam (>120 minučių) ISO gaisrui kompozitinių perdangų elgsena labai gera pasireiškiant membraniniam poveikiui
 - kompozitinių perdangų patikimumas didelis nepaisant vietinių irčių
 - ypatingas dėmesys turi būti skiriamas konstrukcijų detalėms - plieninio armatūros tinklo jungtims ir inkaravimui, kad būtų užtikrinta vientisos konstrukcijos elgsena
 - paprastesnis skaičiavimo būdas yra saugus lyginant su bandymų rezultatais
 - kompozitinėms perdangų konstrukcijoms auštant irties požymių nematyti