



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

Paprastesnio skaičiavimo būdo skaitinė parametrinė analizė



- **Parametrinio nagrinėjimo tikslai**
- **Parametrinio nagrinėjimo ypatumai**
- **Skaičiavimas baigtinių elementų metodu**
- **Skaitinio modelio pagrindimas**
- **Perdangos kraštų nepertrauktumo poveikis**
- **Parametrinės nagrinėjimo rezultatai**
- **Išvados**



Parametrinio nagrinėjimo tikslai

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Pagrindas**
 - FRACOF (1-is bandymas) – COSSFIRE (2-is bandymas) tikrojo dydžio bandymas standartinio gaisro poveikiui
 - Labai gera kompozitinių perdangų konstrukcijų elgsena (pasireiškia tempiamasis membraninis poveikis)
 - Didžiausia plieno temperatūra $\theta \approx 1000$ °C, gaisro trukmė > 120 min
 - Prancūziški konstrukcijų mazgai
 - Įlinkis ≈ 450 mm
 - FICEB (3-is bandymas) skylėtų sijų tikrojo dydžio bandymas gaisro poveikiui
- **Tikslas**
 - Paprastesnio skaičiavimo būdo patikra visoje jo taikymo srityje (naudojant sudėtingesnius skaičiavimo modelius)
 - Perdangos įlinkio ribinis dydis
 - Plieninės armatūros pailgėjimas



Parametrinio nagrinėjimo ypatumai (1/3)

Tiksliai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

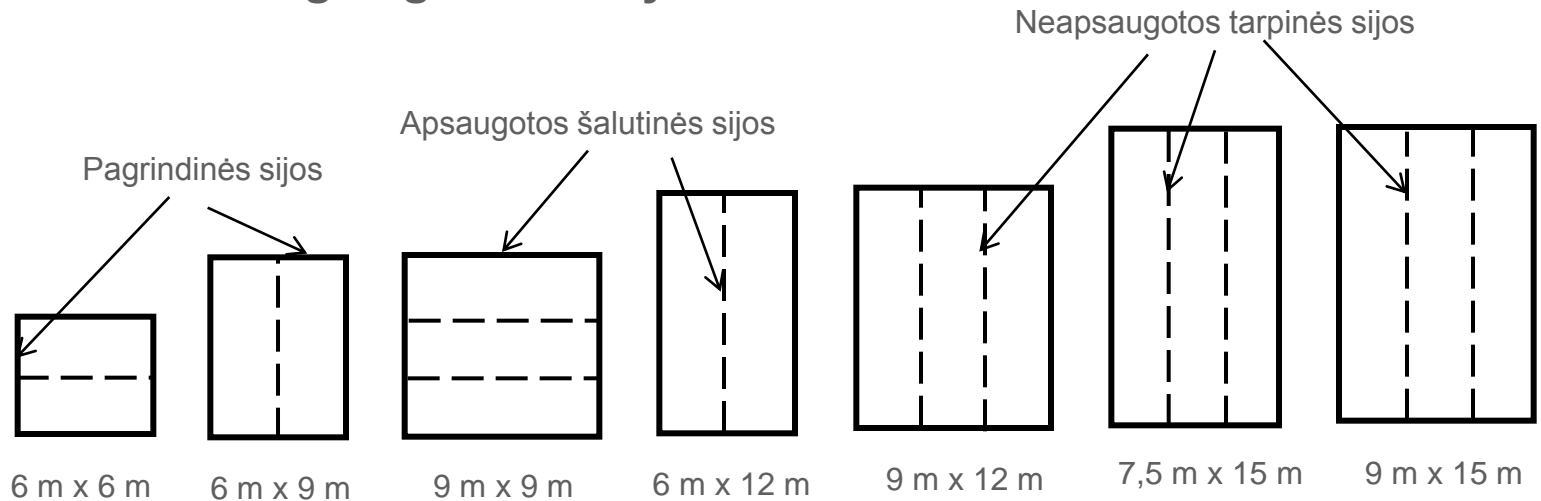
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Perdangos gardelės dydis**



- **Apkrovimo lygiai**

**Apkrovų derinys biurų pastatams gaisro metu pagal EC0:
G (Nuolatinė apkrova) + 0,5 Q (kintamoji apkrova)**

$G = \text{Savasis svoris} + 1,25 \text{ kN/m}^2$

$Q = 2,5 \text{ ir } 5 \text{ kN/m}^2$

Išvados



Parametrinio nagrinėjimo ypatumai (2/3)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

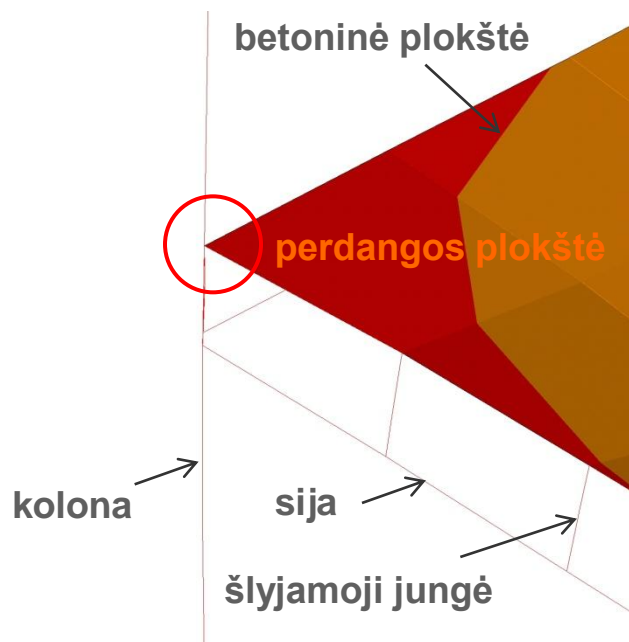
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

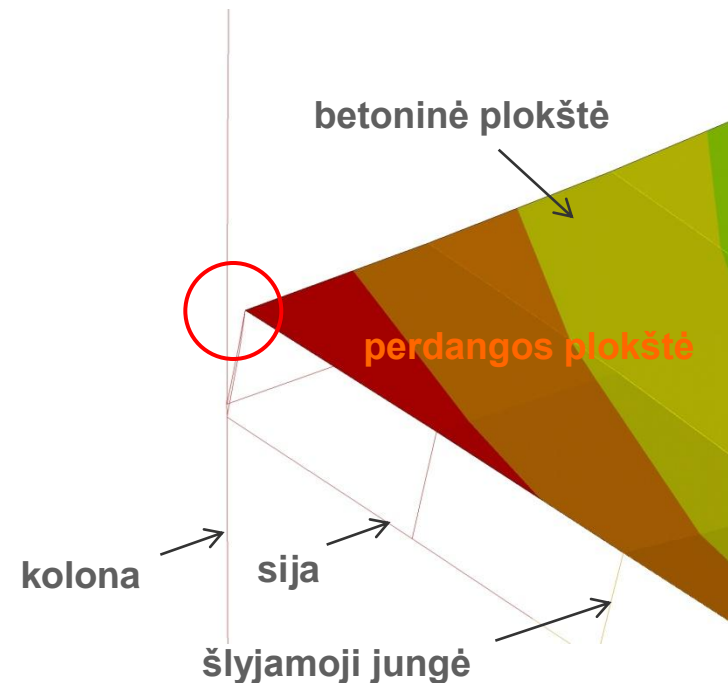
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinės
nagrinėjimo
rezultatai

- Sąsajos tarp perdangos ir plieninių kolonų sąlyga



Esant perdangos ir kolonos
mechaninei jungčiai



Kai nėra perdangos ir
kolonos mechaninės jungties

Išvados



Parametrinės studijos ypatumai (3/3)

Tikslai

Parametrinės
studijos
ypatumai

Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

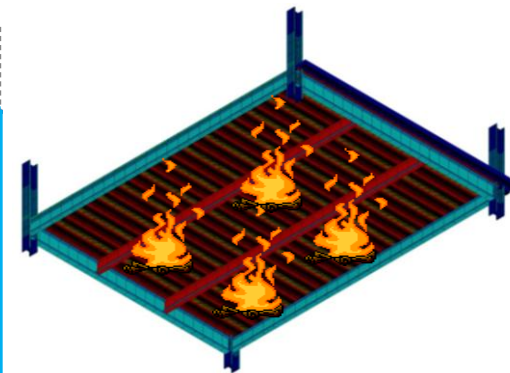
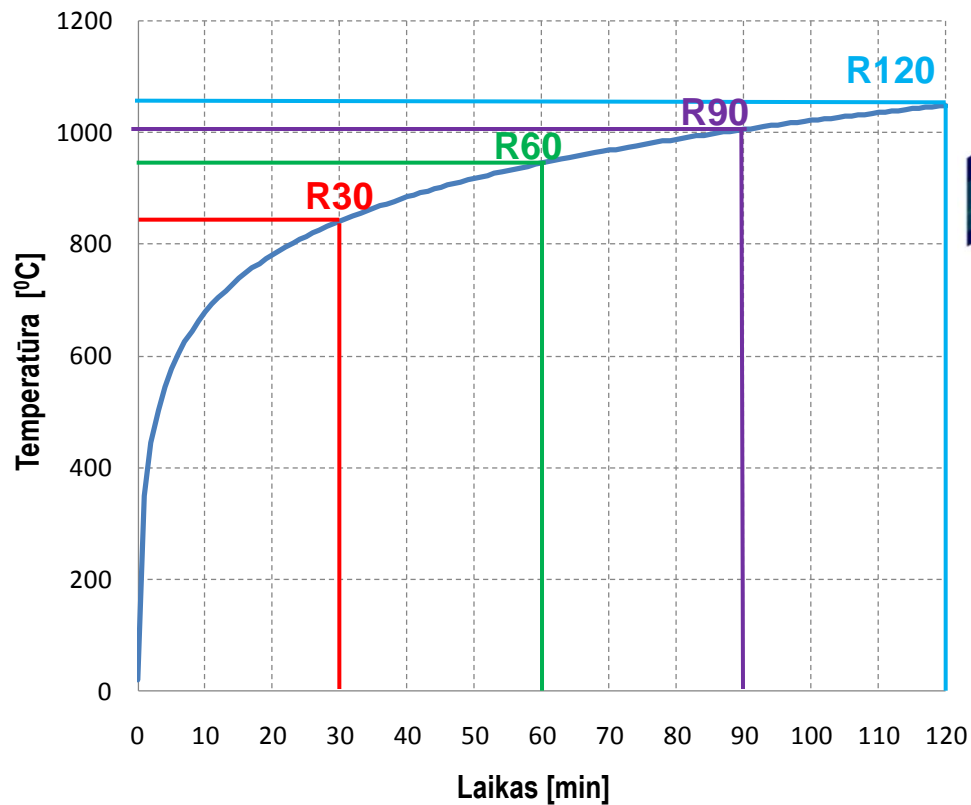
Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinės
studijos rezultatai

Išvados

- Atsparumas ugniai: R30, R60, R90 and R120



Kraštinių sąlygų įkaitimas
(daugiausia 550 °C)



Baigtinių elementų modelis

Tikslai

Parametrinės
studijos ypatumai

Skaiciavimas
**baigtinių
elementų
metodu**

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

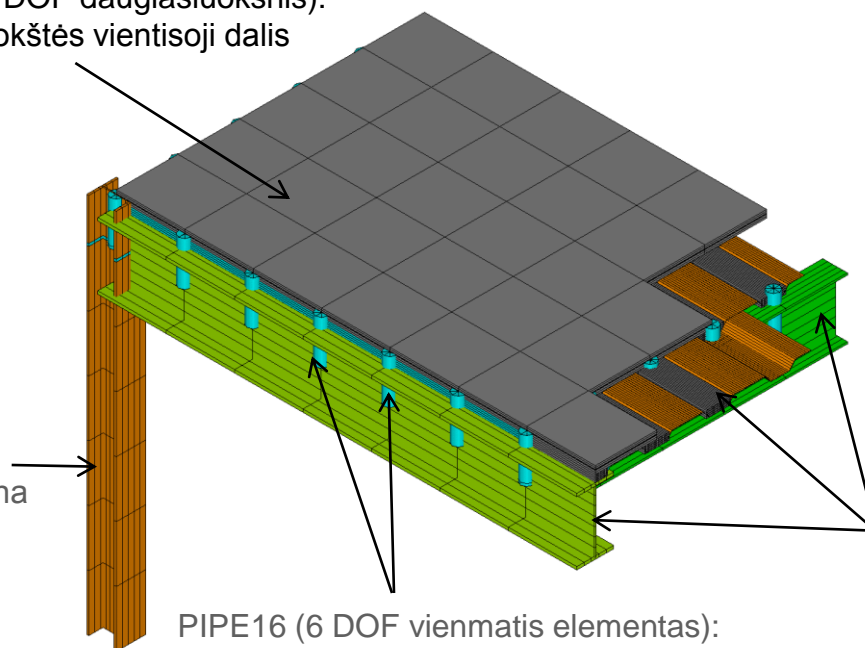
Parametrinės
studijos rezultatai

Išvados

- **Mišrus modelis, sudarytas iš keleto tipų ANSYS skaitmeninio kodo baigtinių elementų tipų**

SHELL91 (6 DOF daugiasluoksnis):
betoninės plokštės vientisoji dalis

BEAM24 :
plieninė kolona



PIPE16 (6 DOF vienmatis elementas):
plieninių sijų ir betoninės plokštės jungtis

Beam24 : plieninė sija,
plieninis lakštas ir
betoninės briaunos



Baigtinių elementų modelis

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

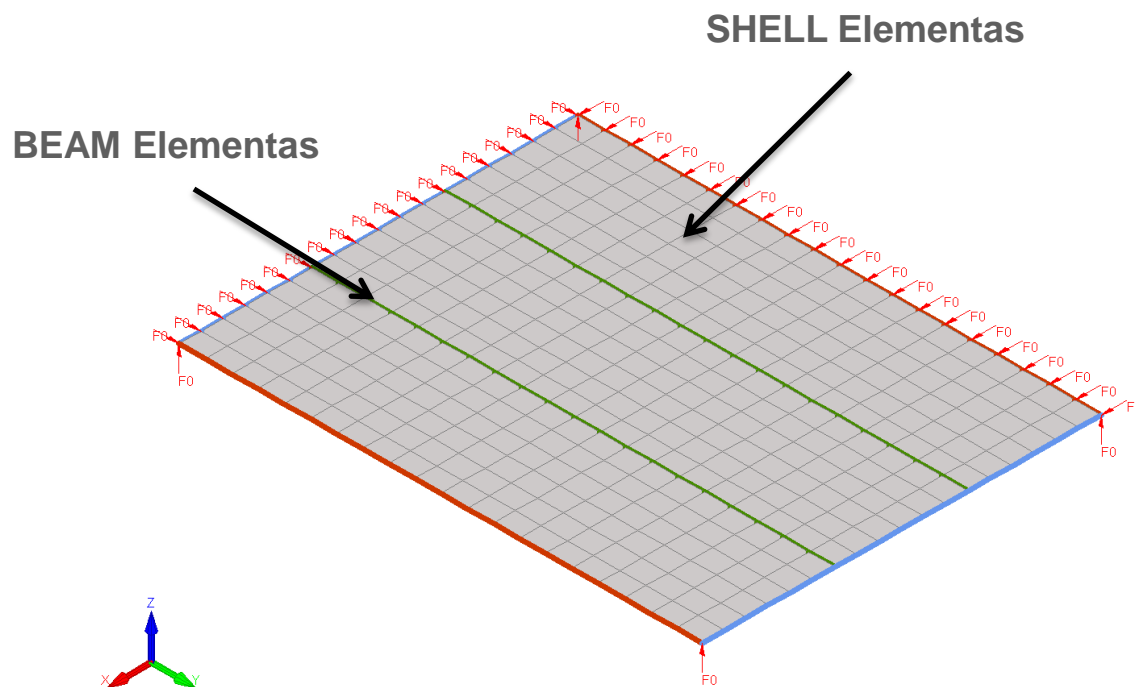
Skaičiavimas
baigtinių
elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

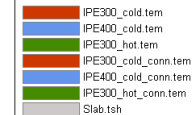
- **Mišrus modelis, sudarytas iš keleto tipų SAFIR skaitmeninio kodo baigtinių elementų**



Diamond 2011.a.2 for SAFIR

FILE: Structure6
NODES: 519
BEAMS: 116
TRUSSES: 0
SHELLS: 360
SOILS: 0

BEAMS PLOT
SHELLS PLOT
IMPOSED DOF PLOT





Plokštės rodikliai

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

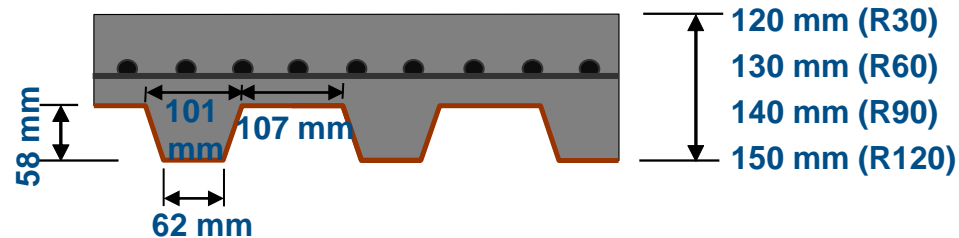
Skaičiavimas
baigtinių
elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **S235 sijos**
- **COFRAPLUS60 trapecinis plieninis lakštinis (0,75 mm storio) profiliuotis**
- **Įprastinio svorio betonas C30/37**
- **S500 armatūrinis tinklas**
- **Vidutinis tinklo nuotolis (nuo viršutinio paviršiaus) = 45 mm**





Šiluminės mechaninės savybės (1/2)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

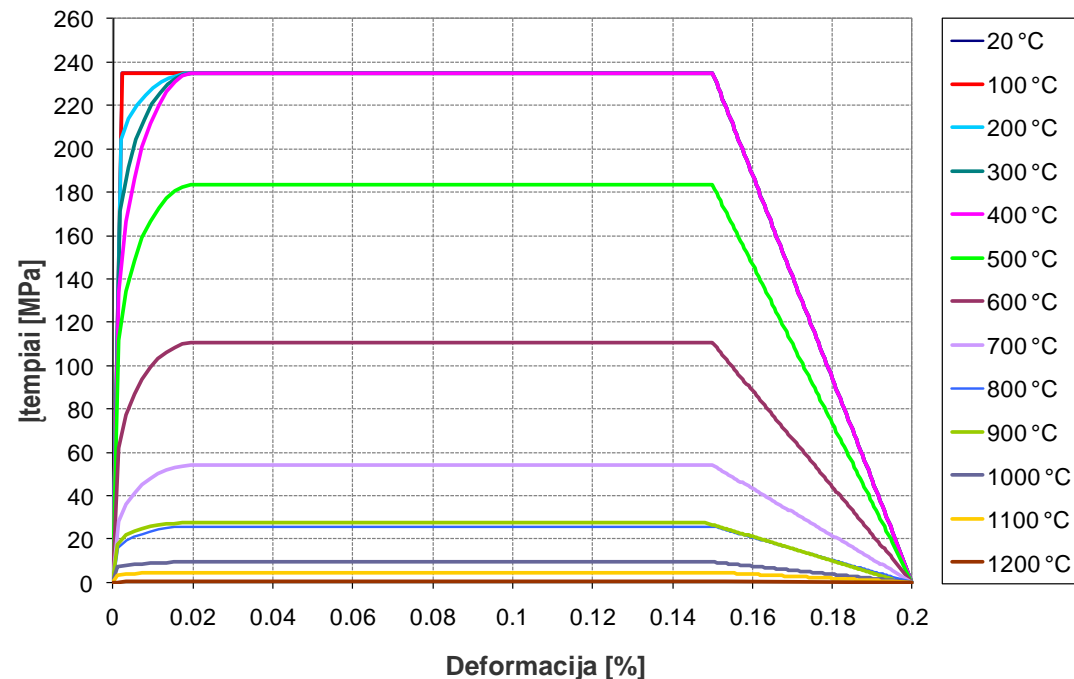
Skaičiavimas
baigtinių
elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Plieno šiluminės mechaninės savybės:**
 - šiluminiai rodikliai pagal EC 4-1-2
 - tankis, nepriklausantis nuo temperatūros ($\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$)
 - įtempių ir deformacijų sąryšiai:





Šiluminės mechaninės savybės (1/2)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

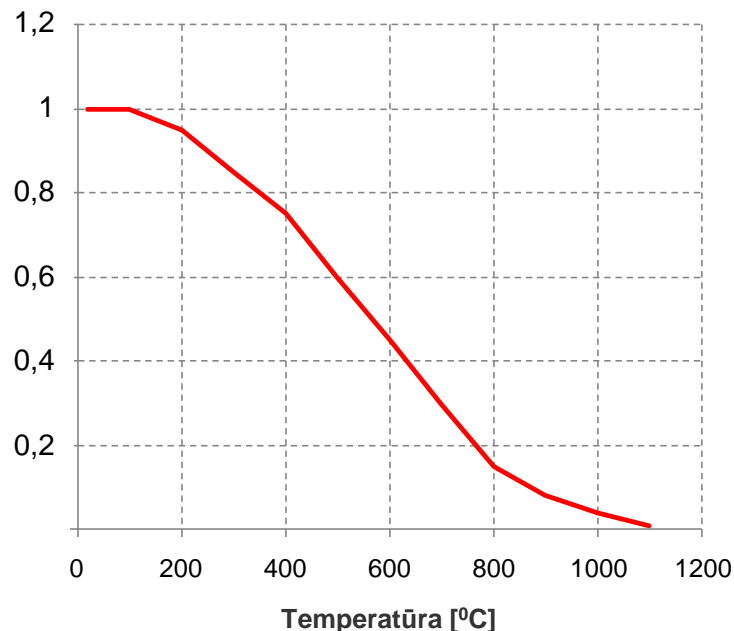
Analizė baigtinių
elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Betono šiluminės mechaninės savybės:**
 - šiluminiai rodikliai pagal EC4-1-2
 - vienetinė masė priklausomai nuo temperatūros pagal EC4-1-2
 - Druckerio Pragerio takumo rodiklis
 - stiprio pataisos koeficientai pagal EC4-1-2:



Išvados



ANSYS skaitinio modelio patikra 1-uoju bandymu (1/2)



Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

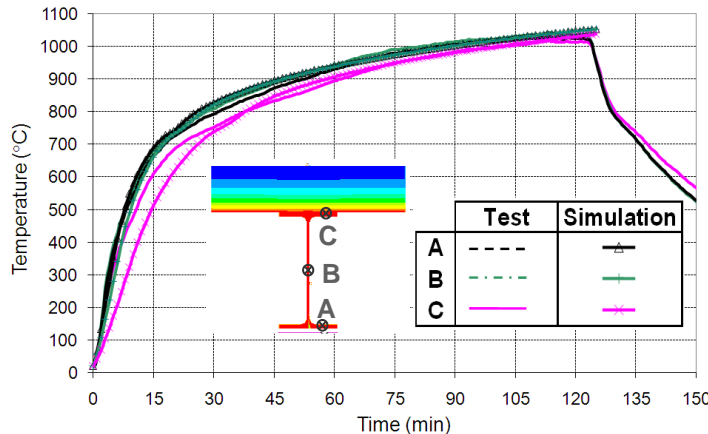
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

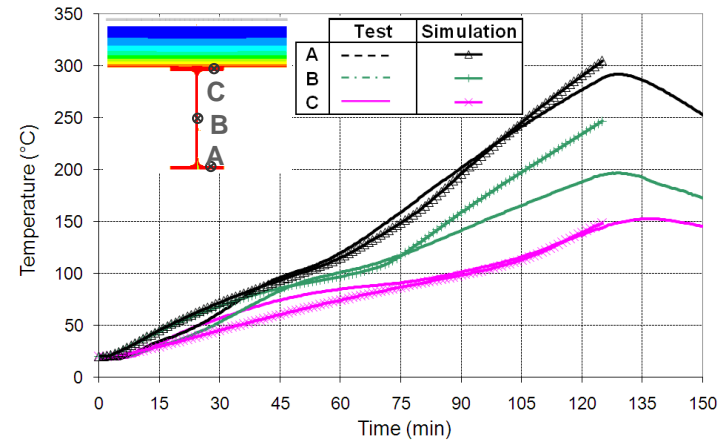
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

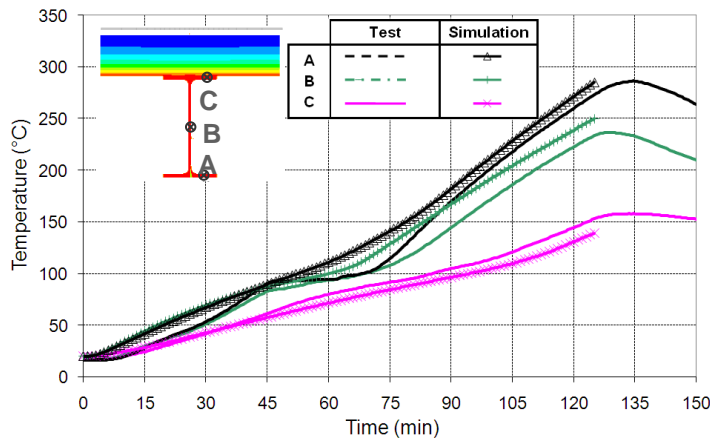
• Palyginimas su gaisriniu bandymu (šilumos perdavos tyrimas)



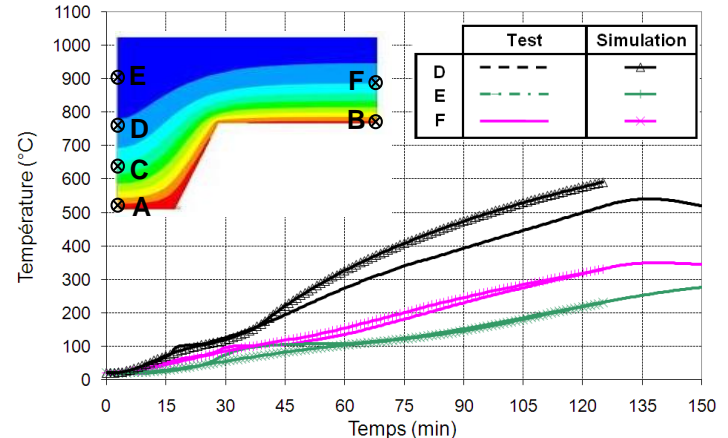
Neapsaugotos plieninės sijos



Apsaugotos šalutinės sijos



Apsaugotos pagrindinės sijos



Kompozitinė plokštė

Išvados



ANSYS skaitinio modelio patikra 1-uoju bandymu (2/2)



Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

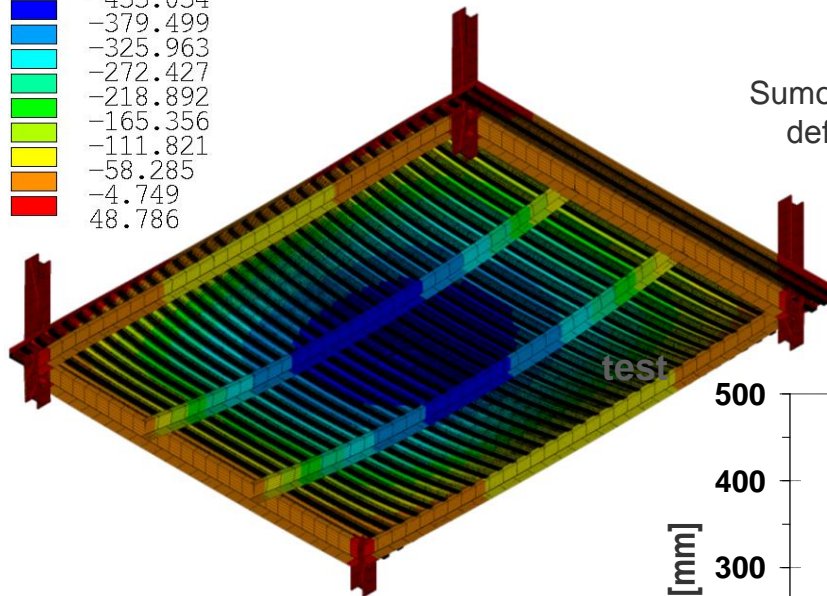
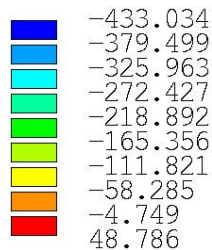
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

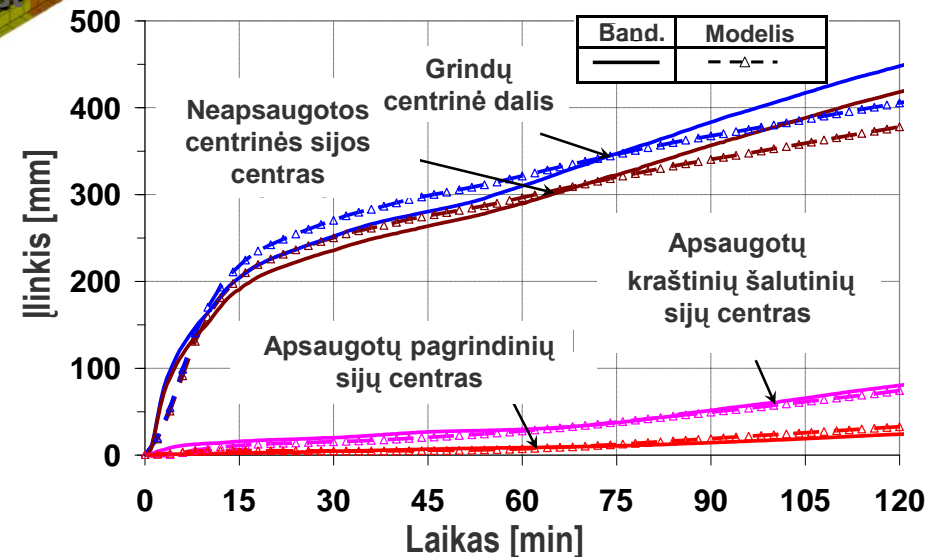
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

• Palyginimas su gaisriniu bandymu (įlinkis)



Sumodeliuota perdangos
deformuota padėtis po
bandymo



Įlinkių palyginimas (plokštės ir sijų)

Išvados



SAFIR skaitinio modelio patikra 1-uoju bandymu (1/2)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

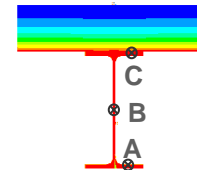
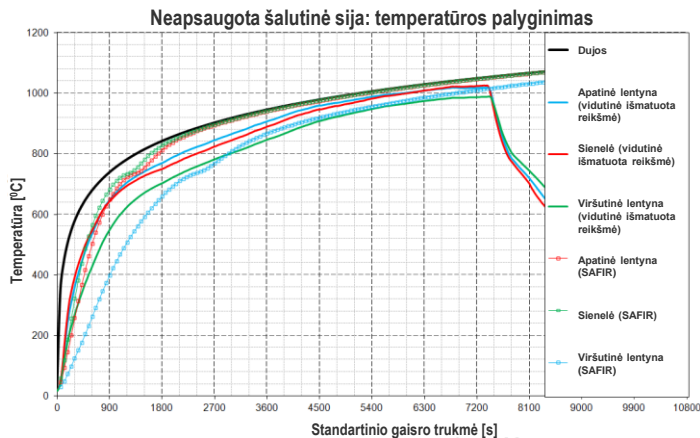
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

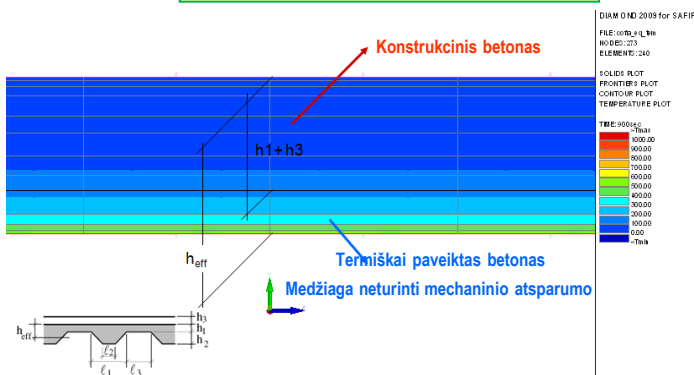
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

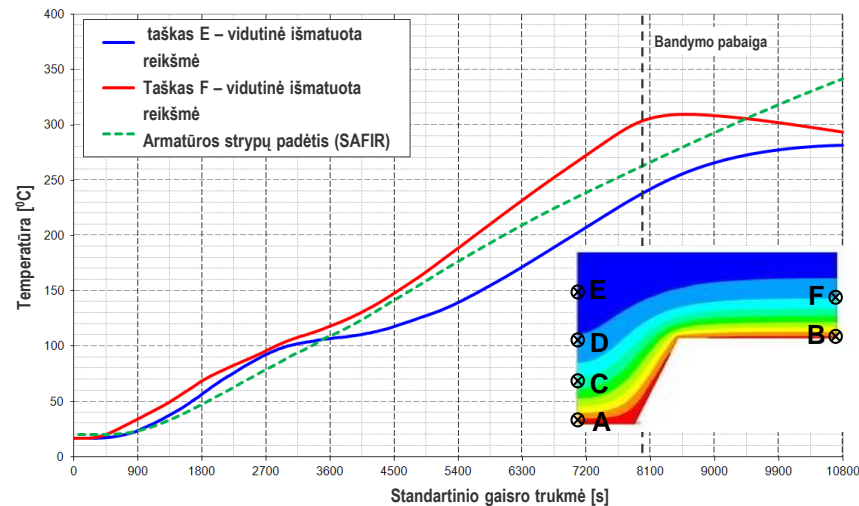
- Palyginimas su gaisrinio bandymu (šilumos perdavos tyrimas)



Neapsaugotos plieninės
sijos



Plokštės temperatūrų palyginimas



Kompozitinė perdanga



SAFIR skaitinio modelio patikra 1-uoju bandymu (2/2)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

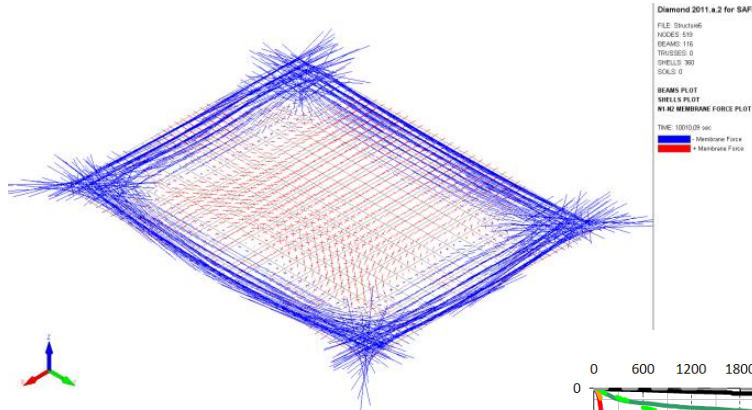
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

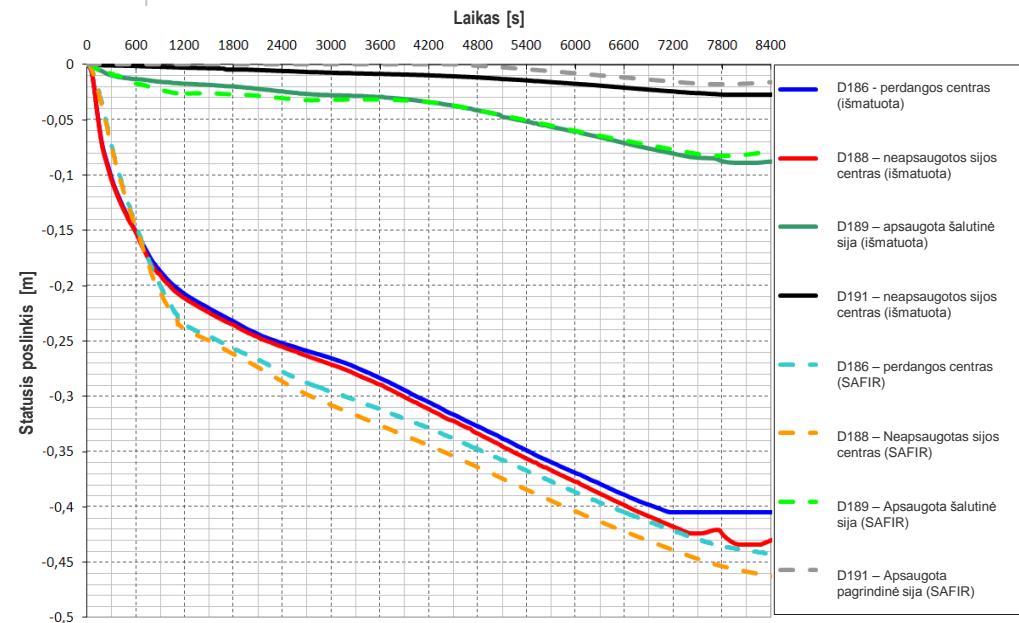
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- Palyginimas su gaisriniu bandymu (įlinkis)



Sumodeliuoti įtempiai plokštėje po bandymo



Poslinkių palyginimas (plokštės ir sijos)

Išvados



SAFIR skaitinio modelio patikra 2-uoju bandymu (1/2)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

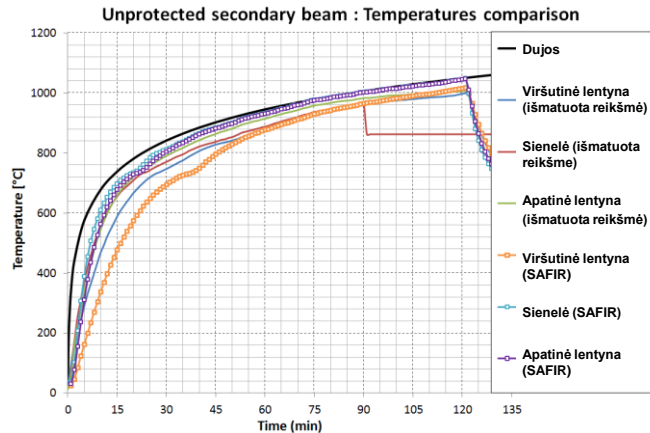
Skaičiavimas
baiginių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

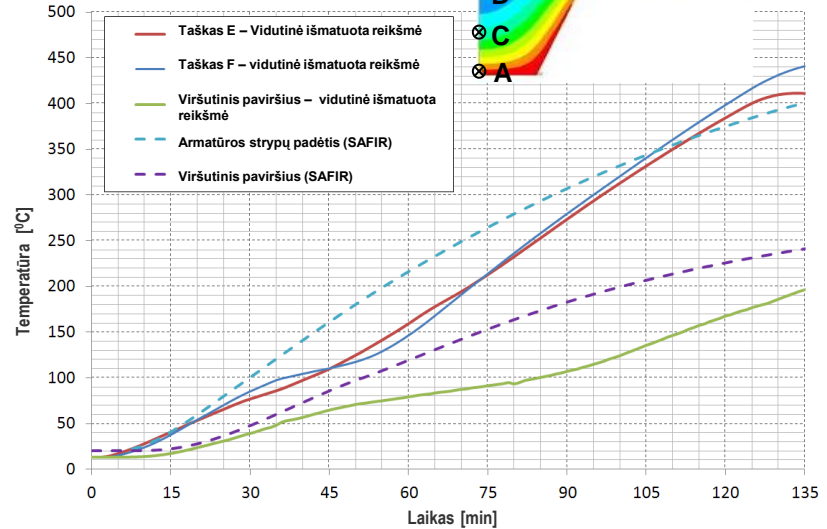
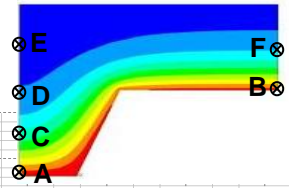
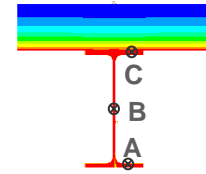
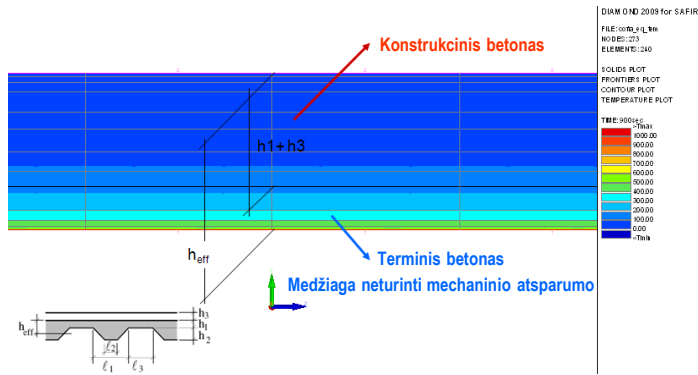
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

• Palyginimas su gaisrinio bandymu (šilumos perdavos tyrimas)



Neapsaugotos plieninės sijos



Kompozitinė plokštė



SAFIR skaitinio modelio patikra 2-uoju bandymu (2/2)



Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

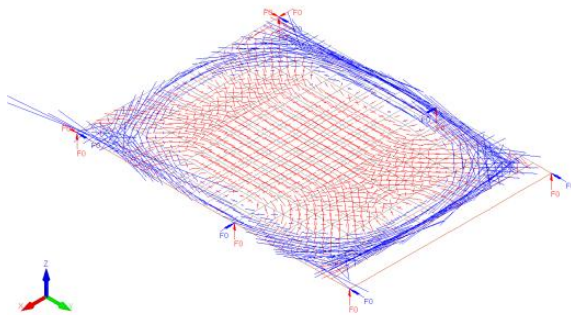
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- Palyginimas su gaisriniu bandymu (įlinkis)

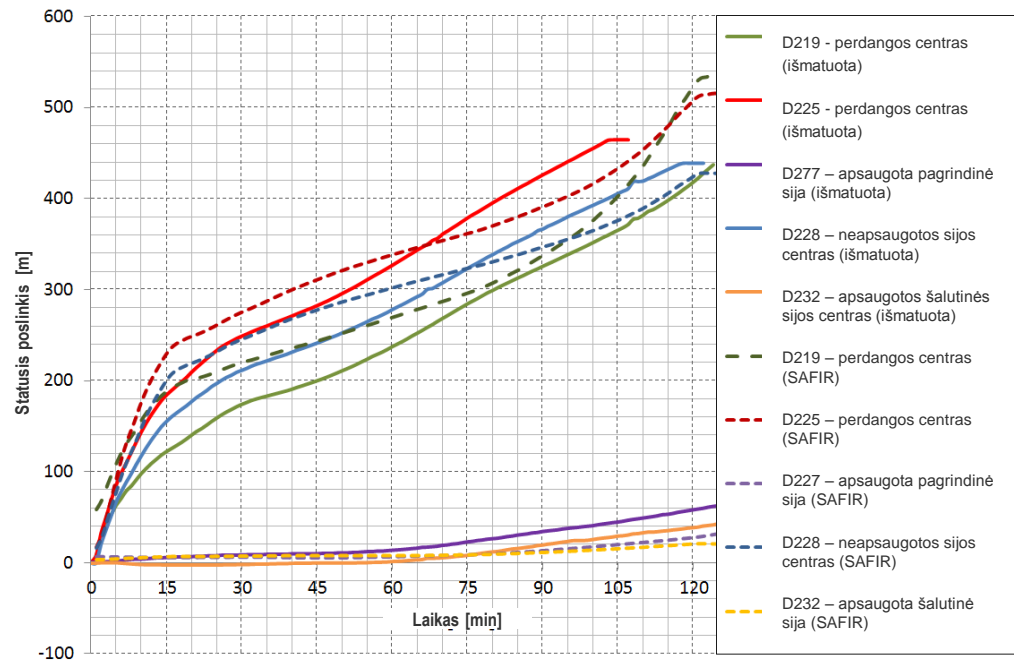


Diamond 2011.a.2 for SAFIR
FILE: CoorFm2
NODES: 307
BEAMS: 09
TRUSSES: 0
SHELLS: 209
SOLES: 0

BEAMS PLOT
SHELLS PLOT
IMPOSED DOF PLOT
N142 MEMBRANE FORCE PLOT

TIME: 2027.5 sec
■ Membrane Force
■ Membrane Force

Sumodeliuoti įtempiai plokštėje po bandymo



Įlinkių palyginimas (plokštėje ir sijose)

Išvados



SAFIR skaitinio modelio patikra 3-uoju bandymu (1/3)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

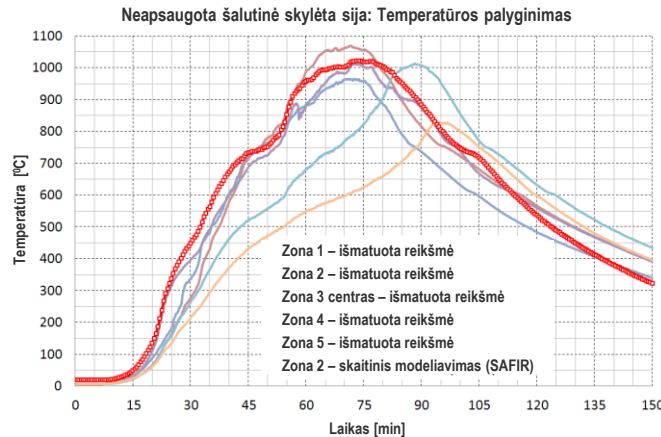
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

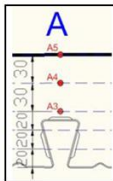
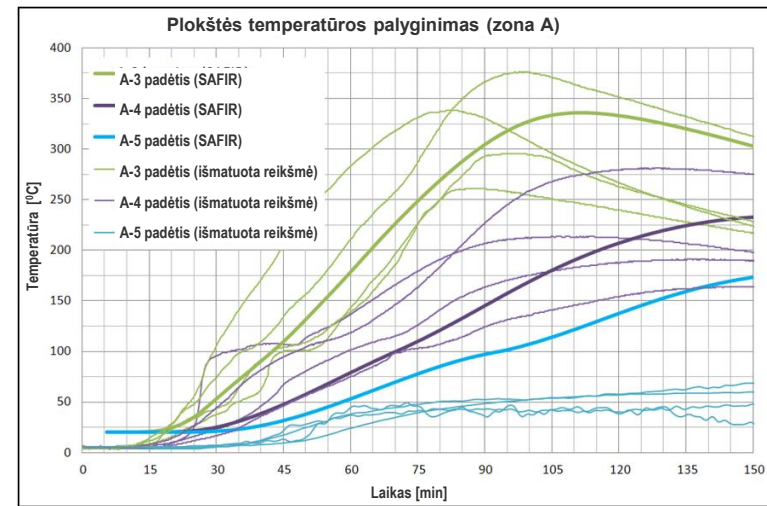
Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- Palyginimas su gaisrinio bandymu (šilumos perdavos tyrimas)



Neapsaugotos plieninės
sijos



Kompozitinė plokštė



SAFIR skaitinio modelio patikra 3-uoju bandymu (2/3)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

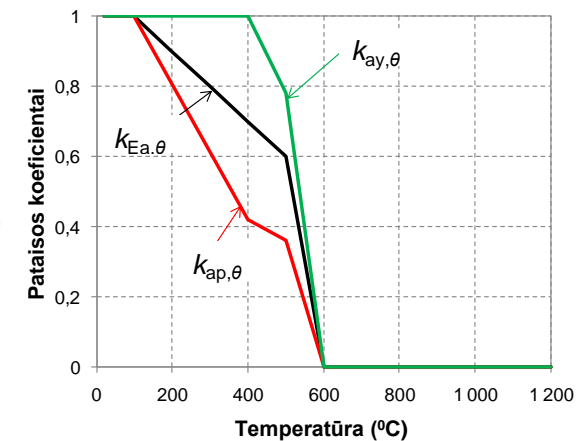
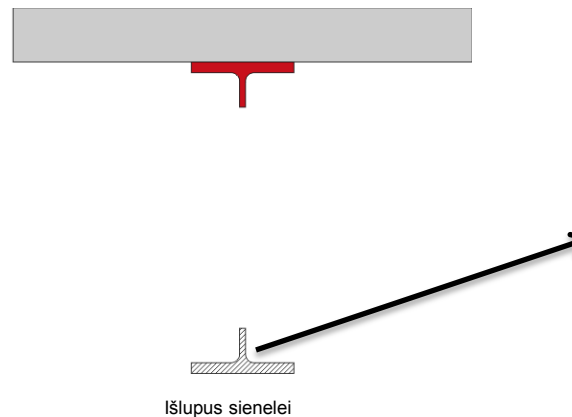
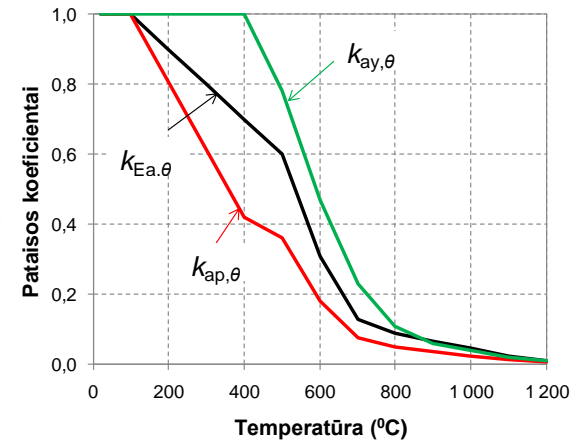
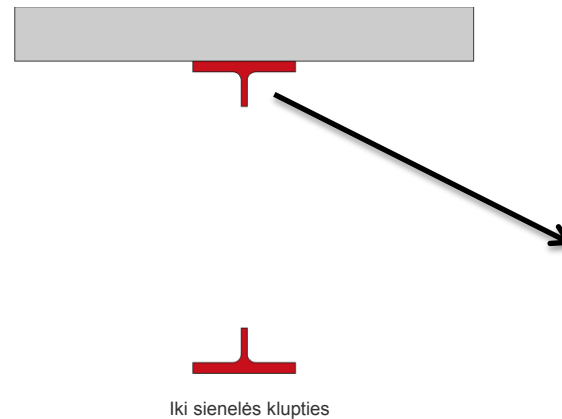
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio
modelio patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- Mišrus modelis sijos išklupusios sienelės poveikiui įvertinti



Išvados



SAFIR skaitinio modelio patikra 3-uoju bandymu (3/3)



Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

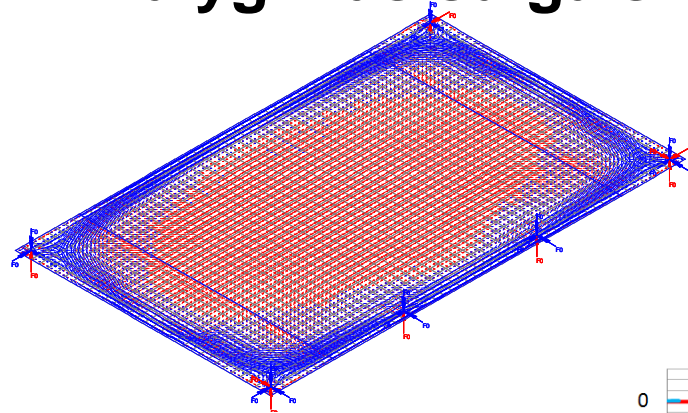
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

**Skaitinio
modelio patikra**

Kraštinių sąlygų
poveikis

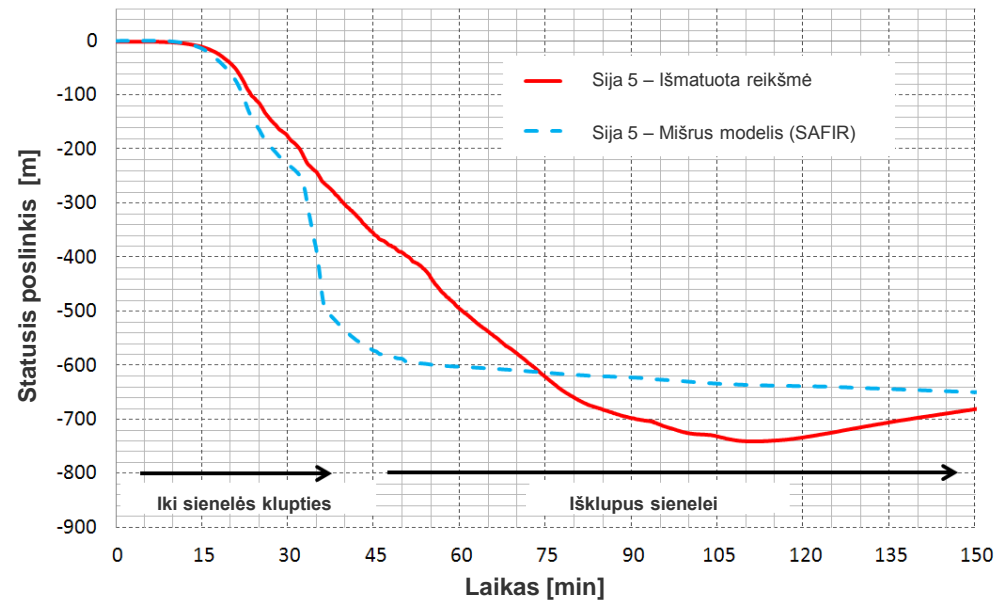
Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

• Palyginimas su gaisriniu bandymu (įlinkis)



Sumodeliuoti įtempiai plokštėje po bandymo

Neapsaugotos centrinės šalutinės sijos statusis įlinkis



Įlinkių palyginimas (plokštėje ir sijose)

Išvados



Kraštinių sąlygų poveikis

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

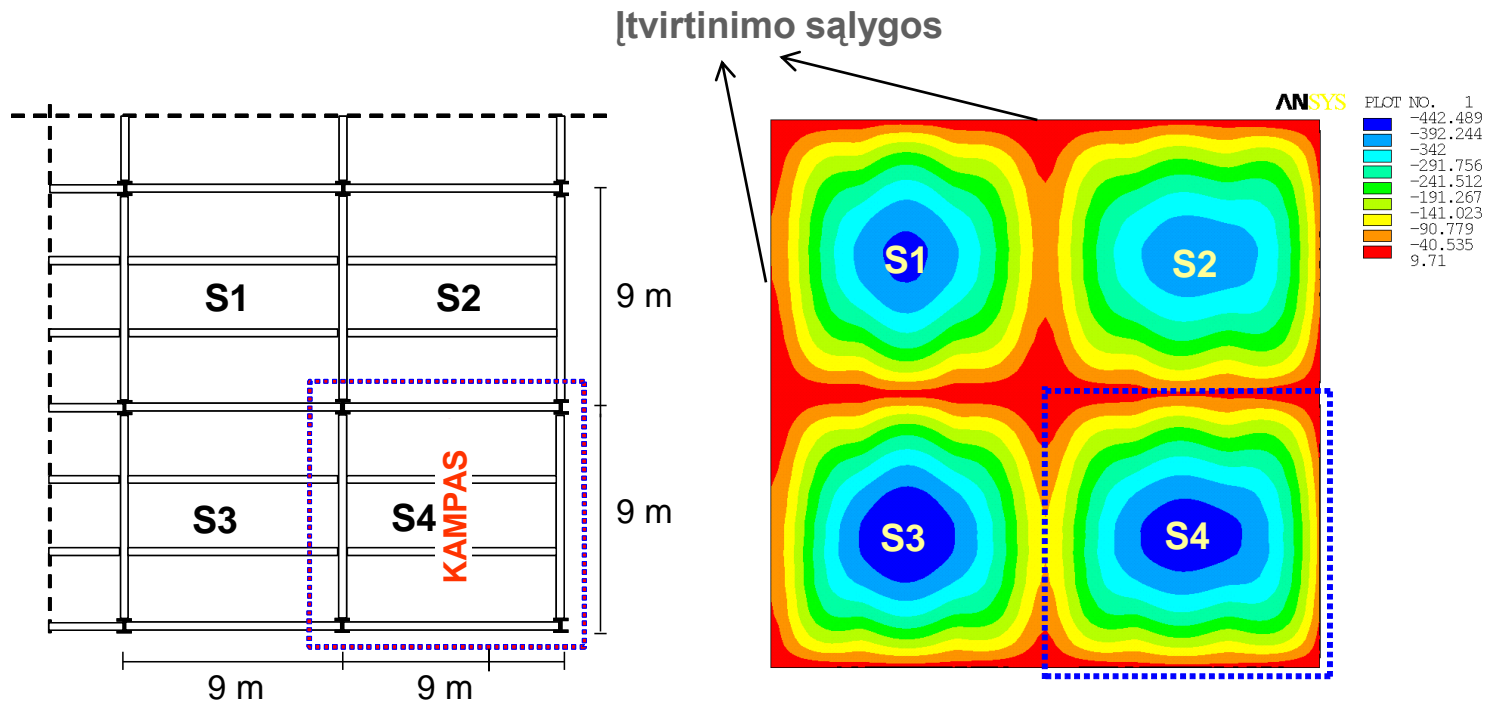
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

Išvados



Tikro pastato konstrukcijų tinklas

ANSYS modelis

• Išvada

- Statinio kampinės gardelės su dviem nepertrauktaisiais kraštais įlinkis prognozuojamas didesnis nei kitose 3-jose gardelėse su 3 ar 4 nepertrauktais kraštais.



Parametrinio nagrinėjimo rezultatai (1/4)

Tiksliai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

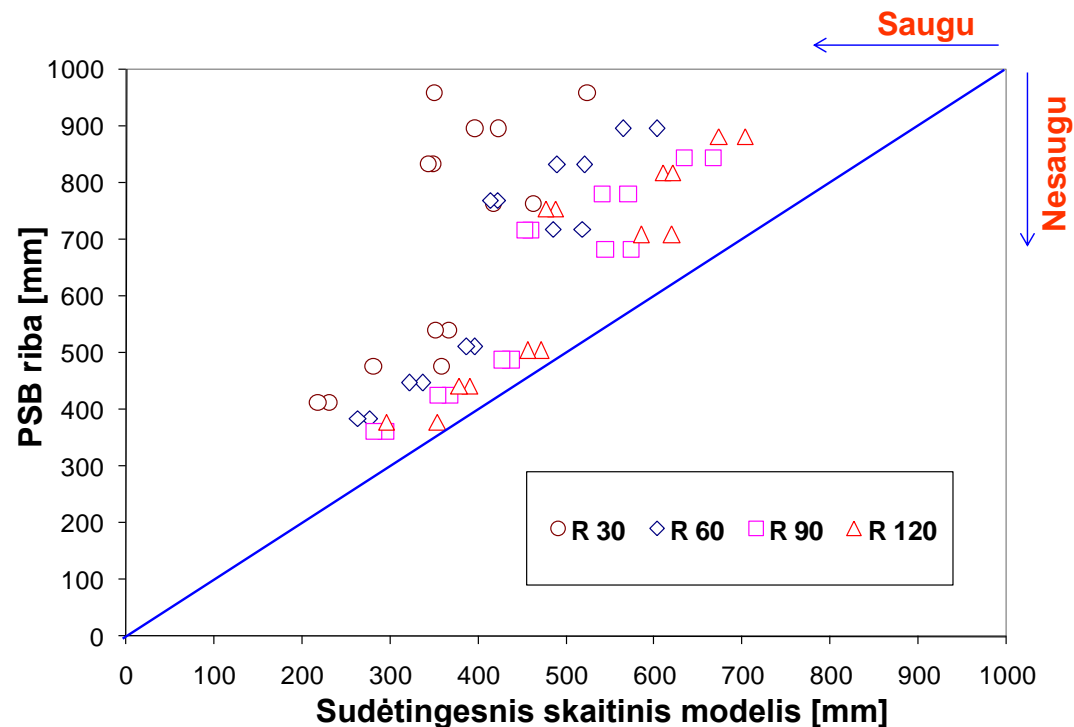
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

**Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai**

- BEM apskaičiuoto įlinkio palyginimas su didžiausiu leistinu įlinkiu pagal PSB (paprastesnį skaičiavimo būdą)**



**Sudėtingesnio skaičiavimo atveju, kai yra
mechaninė jungtis tarp perdangos ir kolonų**

Išvados



Parametrinio nagrinėjimo rezultatai (2/4)

Tiksliai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

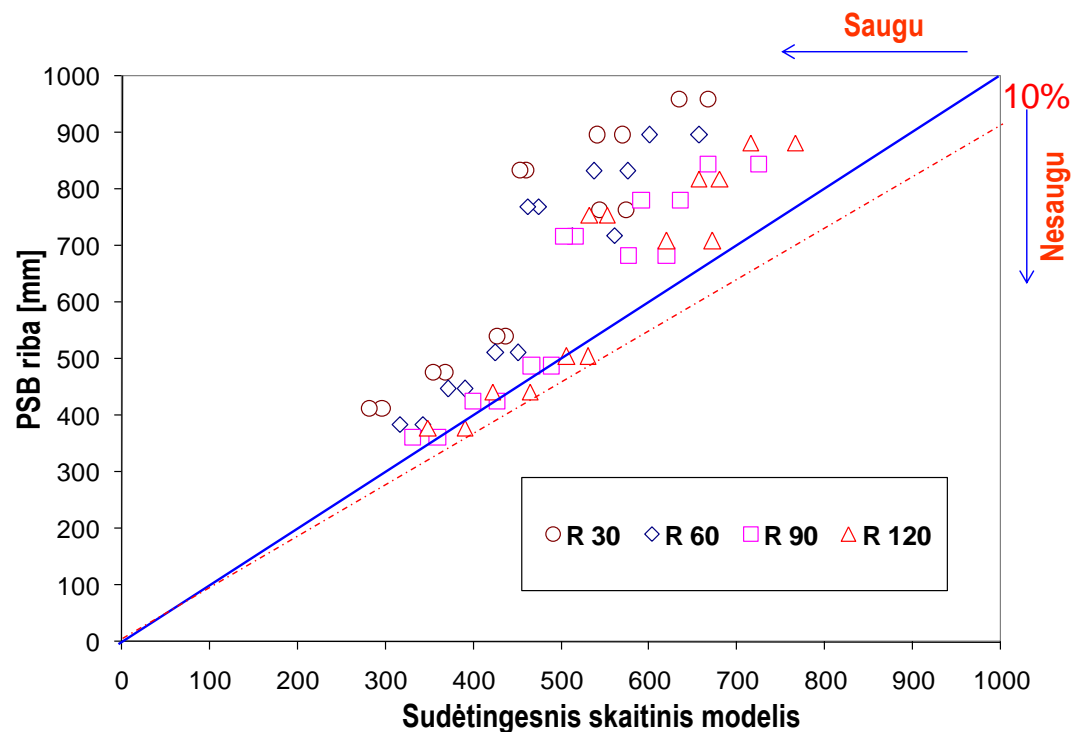
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

**Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai**

- BEM apskaičiuoto įlinkio palyginimas su didžiausiu leistinu įlinkiu pagal PSB (paprastesnį skaičiavimo būdą)**



**Sudėtingesnio skaičiavimo atveju, kai nėra
mechaninės jungties tarp perdangos ir kolonų**

Išvados



Parametrinio nagrinėjimo rezultatai (3/4)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

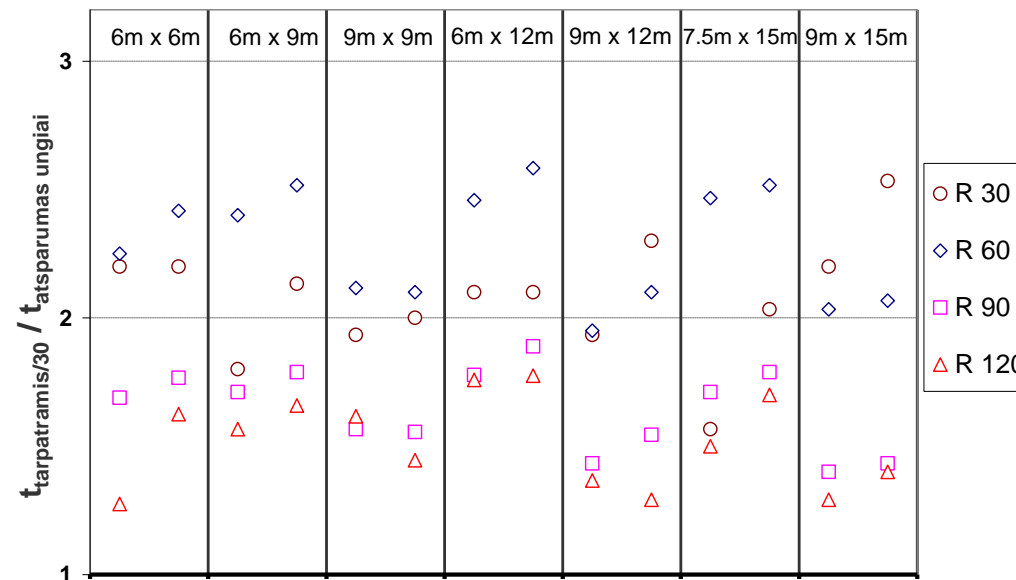
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Trukmės, per kurią BEM įlinkis pasiekia tarpatramį/30 palyginimas su atsparumu ugniai pagal PSB (paprastesnį skaičiavimo būdą)**



- **Išvada**
 - **Skaičiuojant BEM tarpatramio/30 rodiklis nepasiekiamas per visą atsparumo ugniai laikotarpį prognozuojamą PSB**



Parametrinio nagrinėjimo rezultatai (4/4)

Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

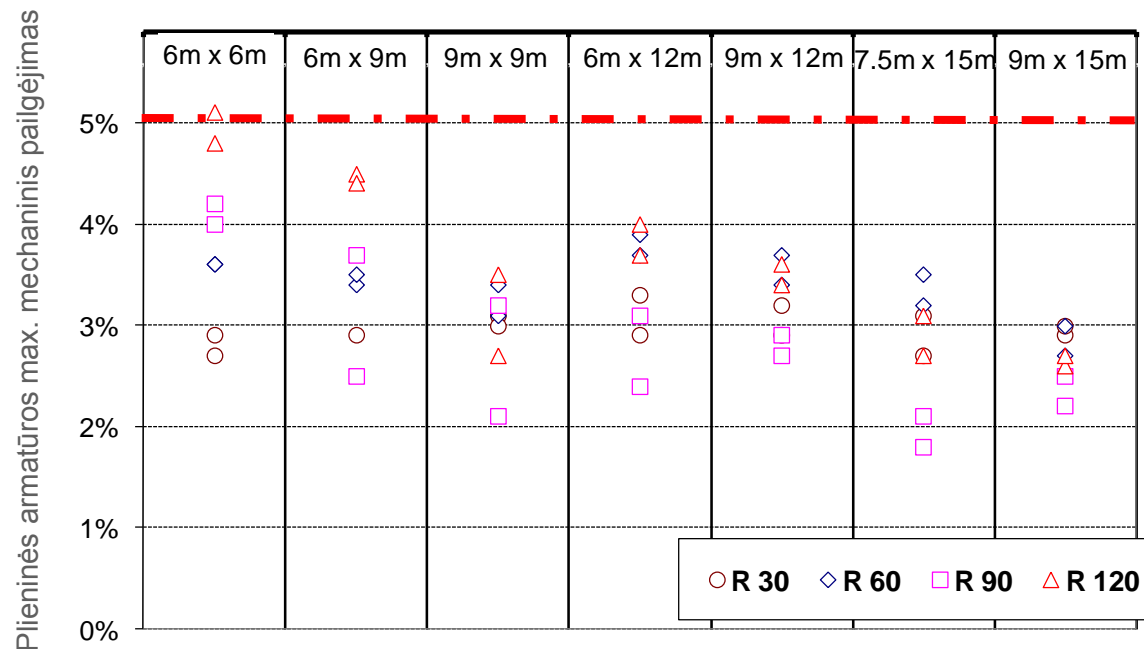
Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **Armatūrinių strypų ilgėjimo geba**



- **Išvada**

- **Armatūrinio plieno ilgėjimo geba $< 5\%$ = mažiausiai leistinajai ilgėjimo gebai pagal EC4-1-2.**

Išvados



Tikslai

Parametrinio
nagrinėjimo
ypatumai

Skaičiavimas
baigtinių elementų
metodu

Skaitinio modelio
patikra

Kraštinių sąlygų
poveikis

Parametrinio
nagrinėjimo
rezultatai

- **PSB (paprastesnis skaičiavimo būdas) yra saugesnis lyginant jį su sudėtingesnių skaičiavimų rezultatais.**
- **Plieninės armatūros tinklo pailgėjimas paprastai išlieka mažesnis kaip 5 %.**
- **Mechaninės sąsajos tarp plokštės ir kolonų gali sumažinti kompozitinių perdangų konstrukcijų įlinkį, bet jos nėra būtinos kaip konstrukcinės detalės.**
- **Su PSB galima saugiai numatyti standartinio gaisro veikiamos kompozitinės plieninės-betoninės perdangos plokštės elgseną.**