

# Teräsrakenteiden paloturvallisuuden tutkimus ja tuotekehitys



Jyri Outinen, Ruukki Construction Oy

Teräsrakentamisen T&K päivät 28.-29.5.2013

**RUUKKI**

# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

- Vaatimukset ja niiden täyttäminen
- Miksi palosuojausta tarvitaan?
- Eri mitoitustapojen perusteita
- Toiminnallinen palomitoitus
- Palosuojausmenetelmät

# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

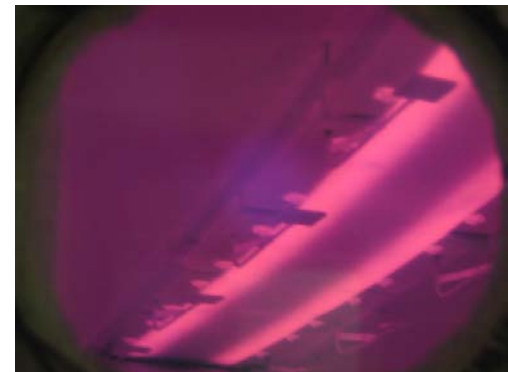
## 1.2 Olennainen vaatimus

### 1.2.1

Rakennuksen ja muun rakennuskohteen olennaisista vaatimuksista on voimassa, mitä maankäyttö- ja rakennusasetuksessa tai muutoin on erikseen säädetty tai määrätty. Paloturvallisuuden kannalta tämä erityisesti tarkoittaa, että

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan;
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua;
- palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa;
- rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin;
- pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

RakMK E1



## 1.3 Vaatimuksen täyttymisen osoittaminen

### 1.3.1

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan noudattaen näiden määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja.

### 1.3.2

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimuksen täytyminen todennetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.



RakMK E1

## Esimerkki luokituksiin perustuvien ja toiminnallisten vaatimusten erosta (RakMk E1-2011)

### Luokituksiin perustuva mitoitus:

Sarake	KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET						
	Rakennuksen paloluokka						
	P1			P2			P3
	Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>			Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>			
	yli 1200	600-1200	alle 600	yli 1200	600-1200	alle 600	
	1	2	3	4	5	6	7
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä	R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- jos rakennuksen eristeet eivät ole vähintään luokkaa A2-s1, d0	R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit	R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
3–8-kerroksinen rakennus yleensä	R 180	R 120	R 60	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
3–8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus							
- kerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180 *	R 120 *	R 60 *	ei mahd.
- kellarikerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180	R 120	R 60	ei mahd.
Yli 8-kerroksinen rakennus	R 240	R 180	R 120	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset	R 240	R 180	R 120	R 240	R 180	R 120	R 60



# Miksi palosuojausta tarvitaan ??

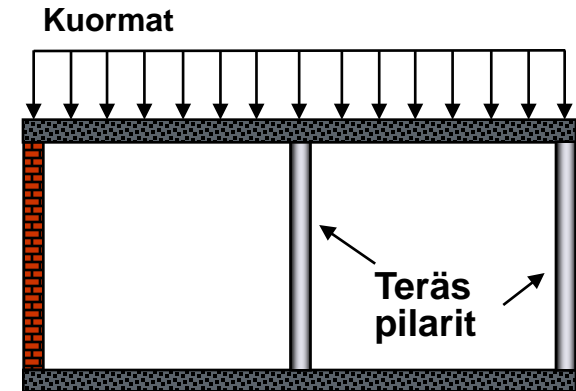
## Palonkestävyys - tapahtumaketju



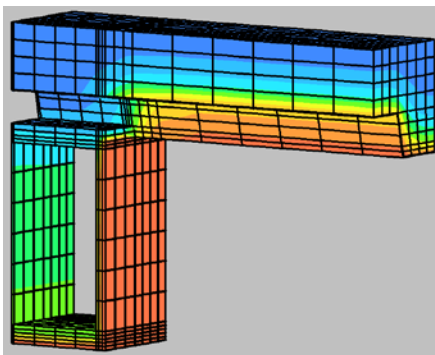
1: Syttyminen



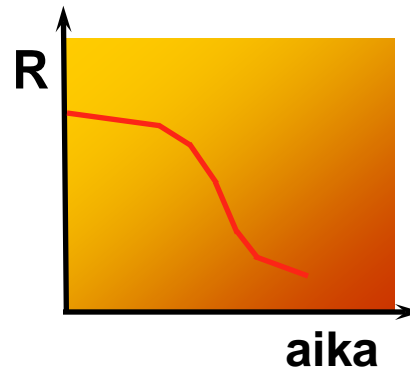
2: Lämpörasitus



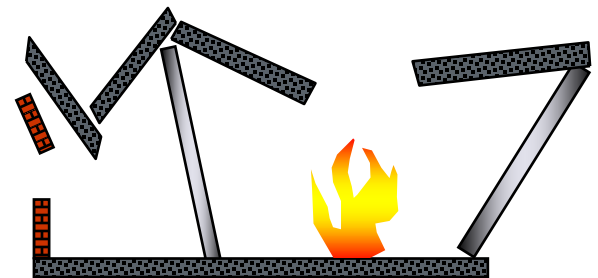
3: Mekaaninen rasitus



4: Terminen vaste



5: Mekaaninen vaste



6: Mahdollinen sortuma

## TODELLISIA PALOJA, Tuusula teollisuusrakennus

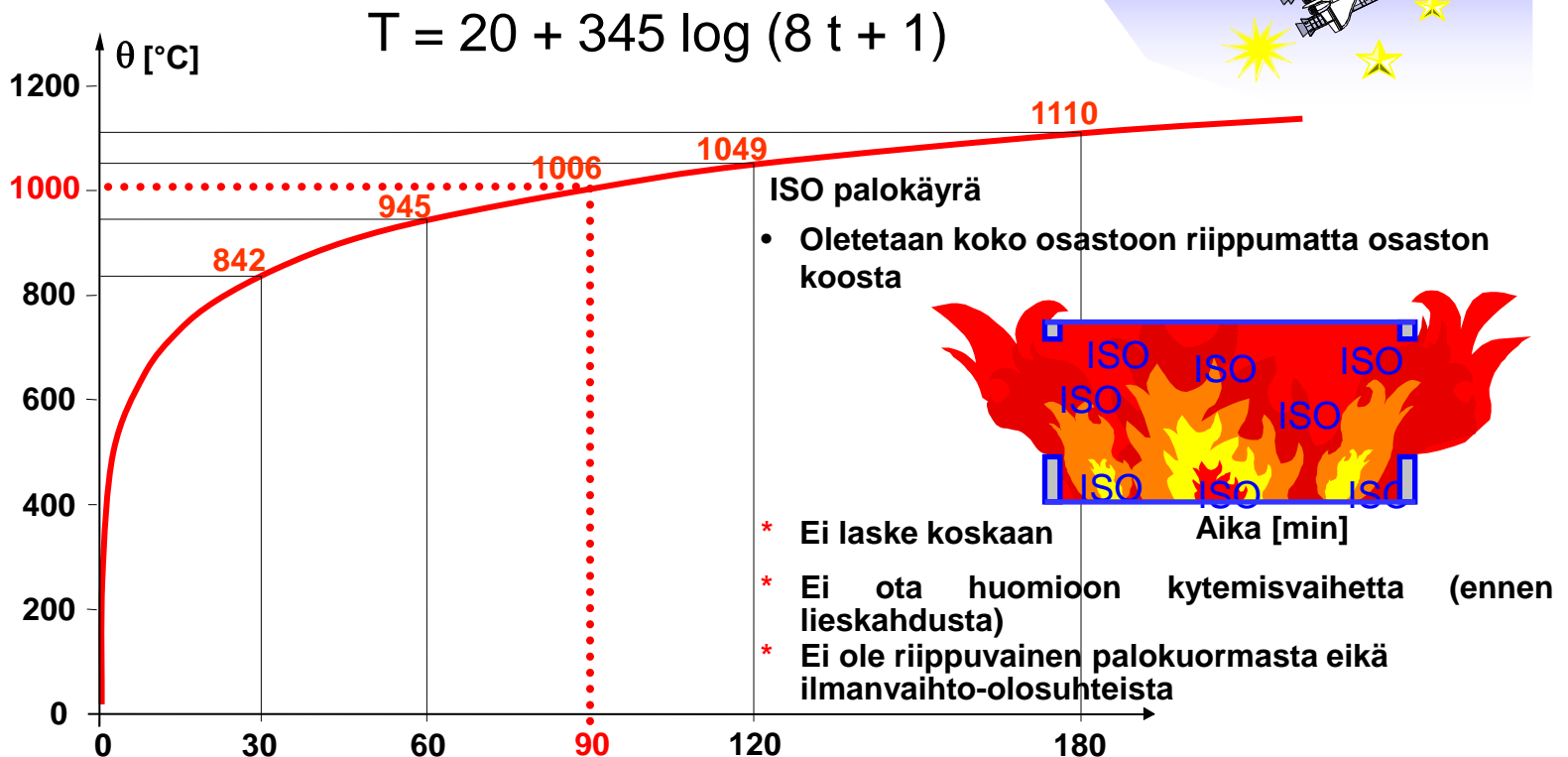




# Mitoitustapausten perusteita

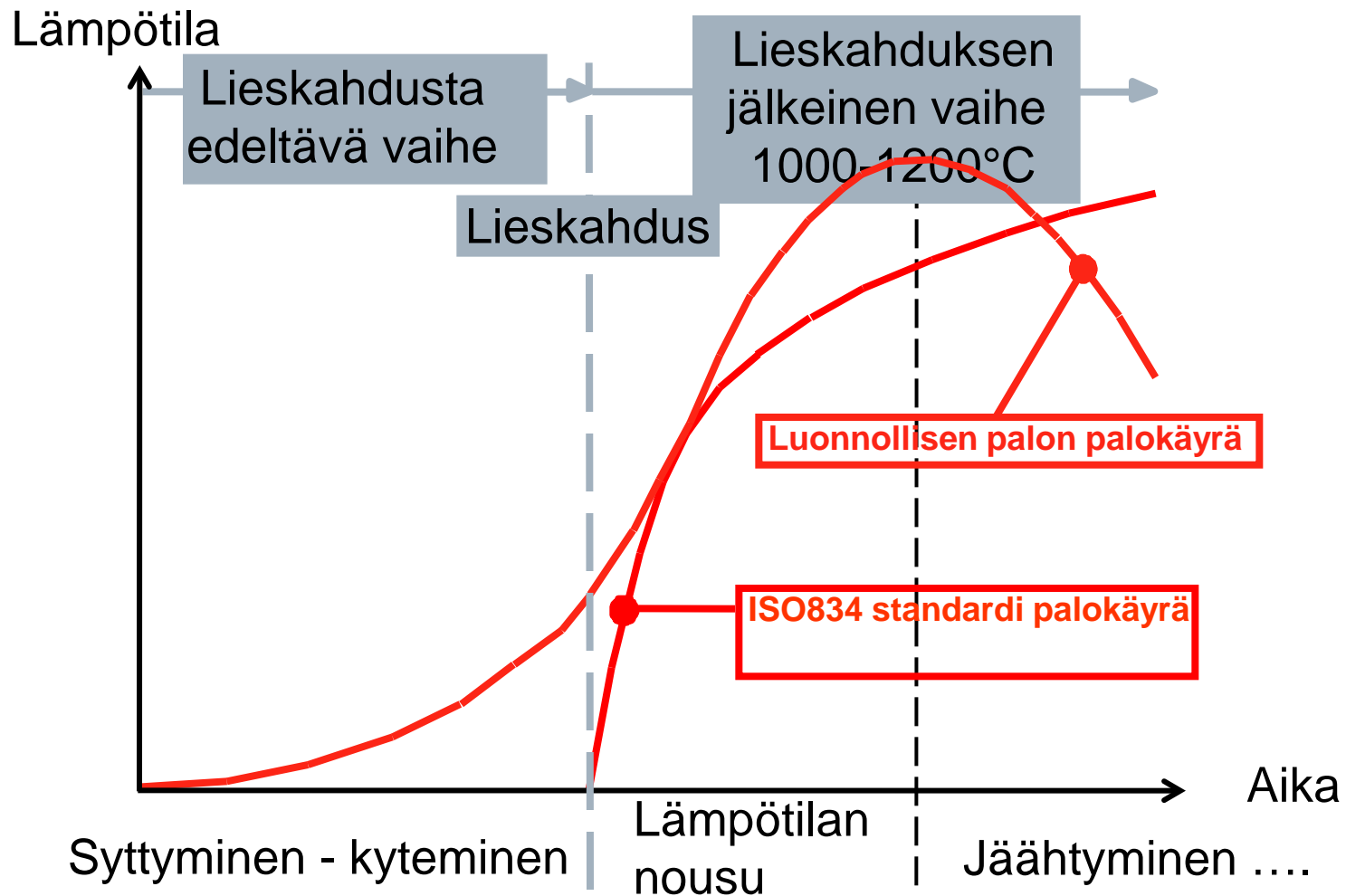
## Määräyksiin perustuva mitoitus standardipalo ISO-834

### ISO-834 palokäyrä



# Mitoitustapausten perusteita

Luonnollisen palokäyrän ja standardipalokäyrän vaiheet



# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

## Palosuojausmahdollisuudet

<u>Passiiviset</u>	<u>Aktiiviset</u>	<u>Toiminnallinen</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ylimitoitus</li><li>• Palosuojalevyt</li><li>• Palosuojaeristeet, kivivilla ym.</li><li>• Reaktiiviset palosuojamateriaalit</li><li>• <u>Materiaalit suojattavan rakenteen pinnassa</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sprinklerit</li><li>• Savunpoistoluukut</li><li>• Automaattinen hälytys palokunnalle</li><li>• Automaattinen paikkatieto palokunnalle</li><li>• Palokunnan toiminta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Passiiviset ja aktiiviset menetelmät mukana</li><li>• Otetaan huomioon rakennukset olosuhteet, käyttö, sijainti ym.</li><li>• Lämpötilojen simulointi</li></ul>
<p>Kohteet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tavanomaiset rakennukset</li></ul>	<p>Kohteet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Merkittävät, suuret rakennukset henkilö- ja omaisuuden turvallisuuden kannalta</li></ul>	<p>Kohteet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Merkittävät, suuret rakennukset henkilö- ja omaisuuden turvallisuuden kannalta</li></ul>

# Teräsrakenteiden paloturvallisuuden tutkimus ja tuotekehitys, Toiminnallinen palomitoitus

Oletettuun palonkehitykseen perustuva toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu on sekä kotimaisissa (RakMK E1) että eurooppalaisissa viranomais määräyksissä (EN-standardit) hyväksytty menettely rakenteellisen paloturvallisuuden varmistamiseksi.

Monivuotisessa eurooppalaisessa tutkimusprojektissa on kehitetty laskentamenettely, jolla voidaan ottaa huomioon rakennuksen yksilölliset ominaispiirteet sekä passiiviset ja aktiiviset palontorjuntatoimet rakenteiden paloturvallisuussuunnittelussa.

Menetelmän käytöllä voidaan saavuttaa realistinen ymmärrys rakenteiden toiminnasta tulipalossa sekä varmistua rakenteiden kokonaisturvallisuudesta.

# Toiminnallinen palomitoitus, ohjeet

The image shows three overlapping presentation slides. The top-left slide is titled 'Rakenteiden toiminnallinen palomitoitus' (Functional fire safety design of structures) and features three small images of a building's structural frame under fire conditions. The top-right slide is titled 'Funktionell branddimensionering av konstruktioner' (Functional fire dimensioning of structures) and also features three small images of a building's structural frame under fire conditions. The bottom-right slide is a yellow graphic with the text 'Performance-based structural fire safety design' and the Ruukki logo 'RUUKKI more with metals'.

Teräsrakenneyhdistys 11 2008 TRY

Rakenteiden toiminnallinen palomitoitus

Teräsrakenneyhdistys 12 2008 TRY

Funktionell branddimensionering av konstruktioner

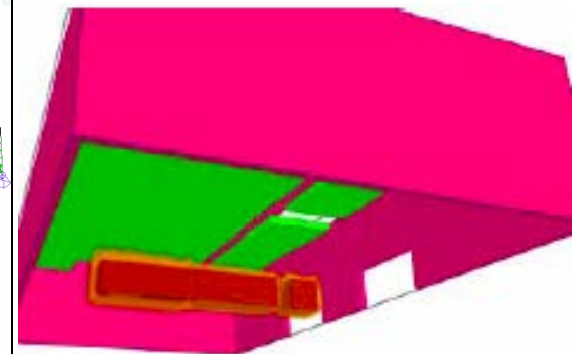
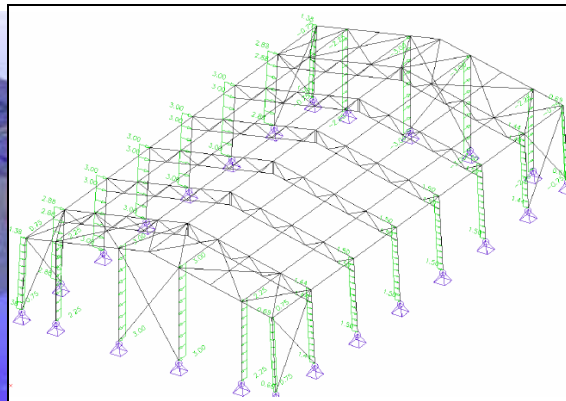
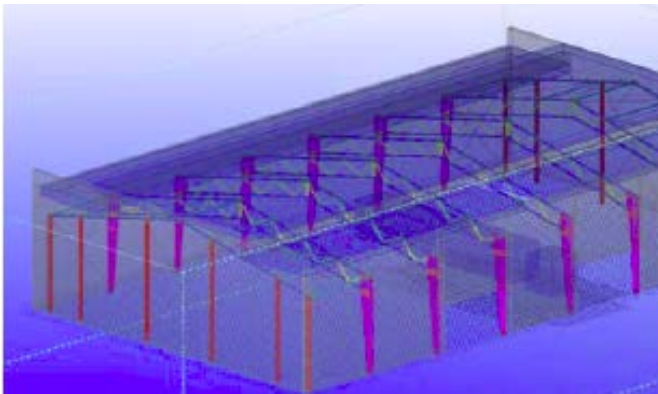
RUUKKI  
more with metals

Performance-based structural fire safety design

Saatavilla maksutta TRY:stä ja Ruukista

# Ruukki ohjelmistotyökalut

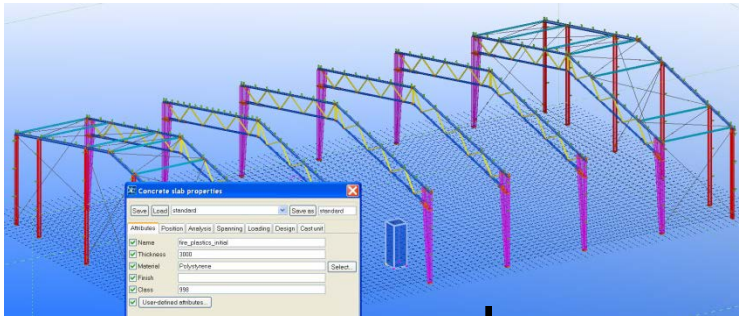
- Kaupalliset ohjelmat joiden välinen palotiedon siirto on ratkaistu
  - Tekla Structures -tietomallinnusohjelmisto
  - SCIA Engineer –FEA -rakennepohjelmisto
  - Fire dynamics simulator (FDS) -palosimulointiohjelmisto



# Ruukki ohjelmistotyökalut

## Kaupallisten ohjelmistojen yhteensovitus

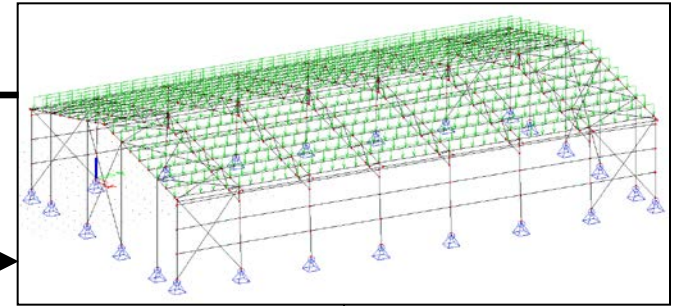
Rakennuksen tuotemalli +  
paloskenaario



Palomitoitetut  
rakenteet

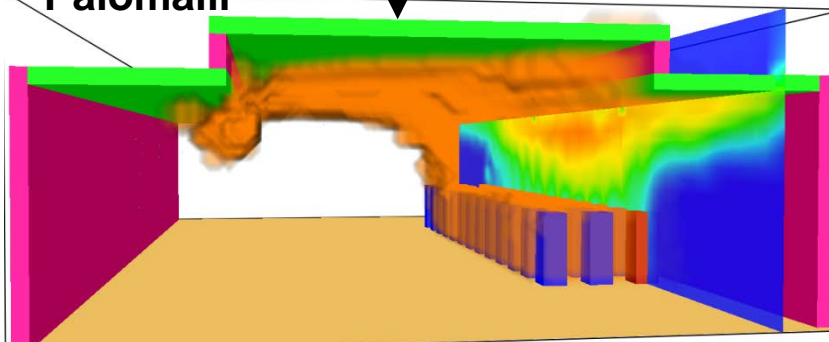
Rakenteet  
normaalimitoituksella

Rakenneanalyysimalli



Siirretään  
rakennuksen  
geometria  
ja palokuorma

Palomalli



Siirretään  
lämpötilat  
rakenteille

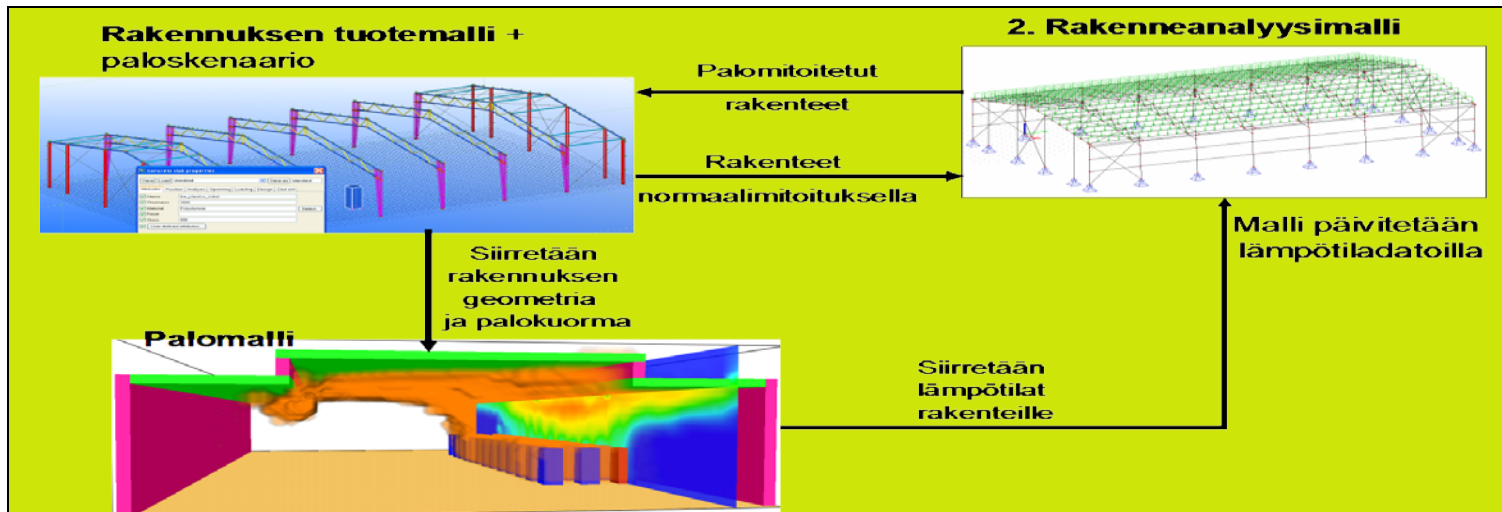
Malli päivitetään  
lämpötiladatoilla

# Ruukki ohjelmistotyökalut

## Kaupallisten ohjelmistojen yhteensovitus

### Hyödyt

- Nopeus
- Tuotemallin hyödyntäminen
- Suunnitteluvirheiden riskien väheneminen





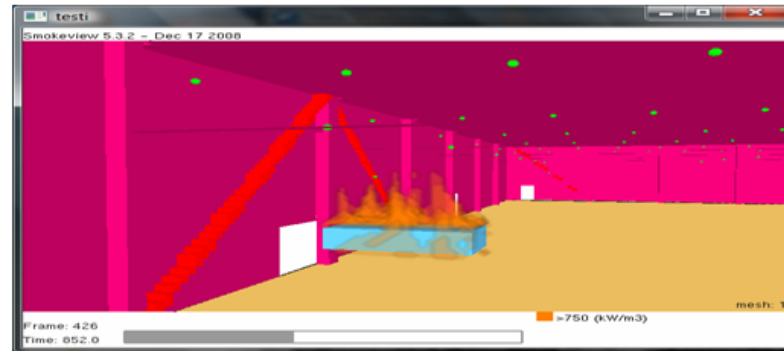
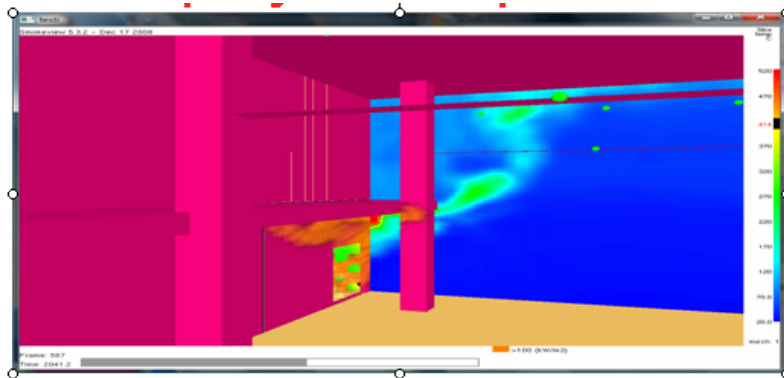
# Toiminnallinen palomitoitus, esimerkki 1

## Salmisaaren liikuntakeskus, Helsinki

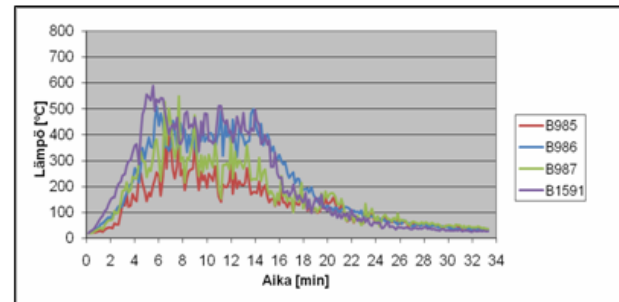
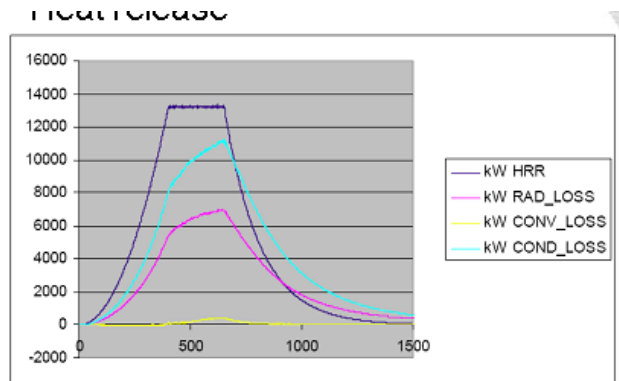


# Toiminnallinen palomitoitus, esimerkki 1

Salmisaaren liikuntakeskus, Helsinki



Indoor Ice-skating rink storage



Gas temperatures

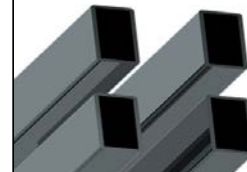
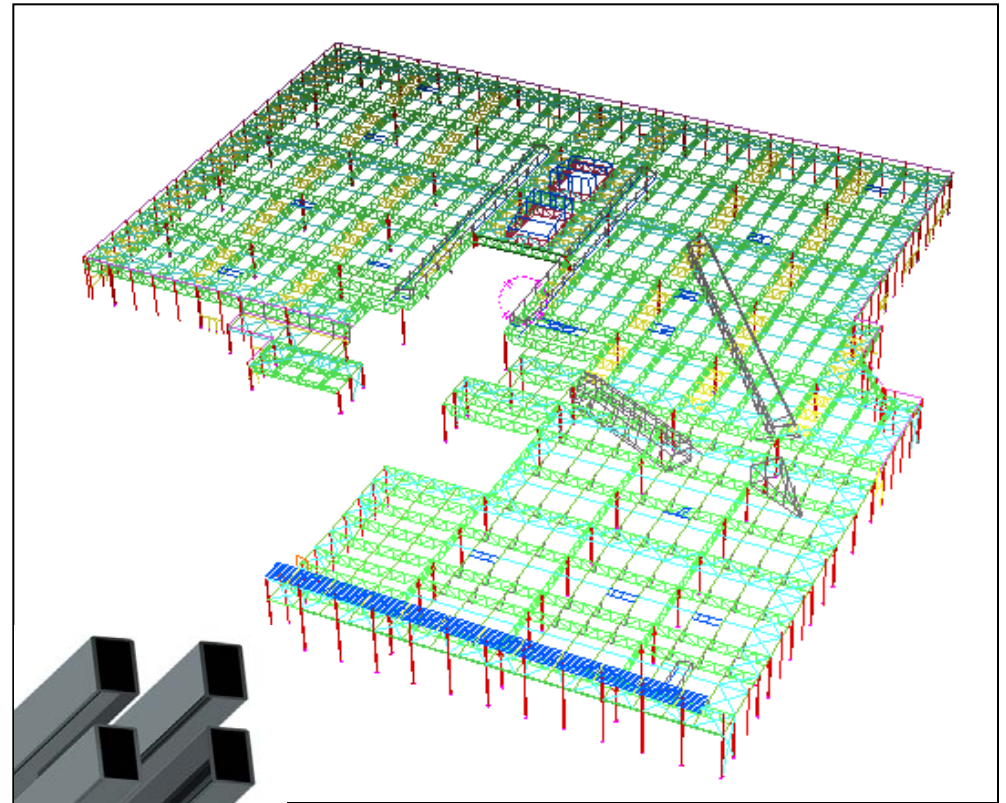
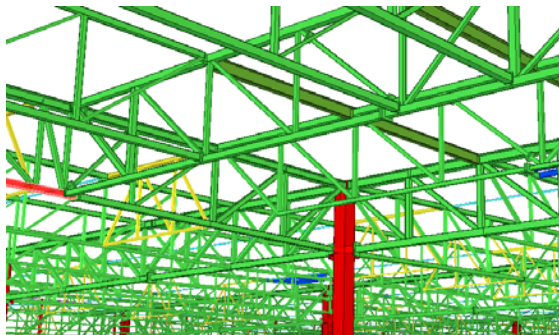
# Toiminnallinen palomitoitus, esimerkki 2

Shopping center FUTURUM  
Hradec Králové, Czech Republic  
12 000 m<sup>2</sup> rakennettu  
vanhan kauppakeskuksen päälle



# Toiminnallinen palomitoitus, esimerkki 2

Shopping center FUTURUM  
Hradec Králové, Czech Republic  
12 000 m<sup>2</sup> rakennettu  
vanhan kauppakeskuksen päälle

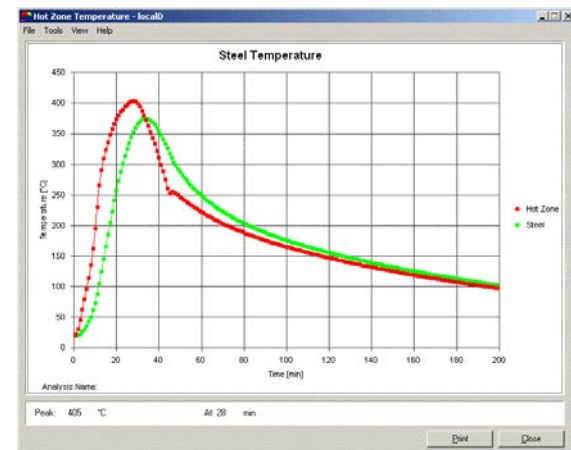
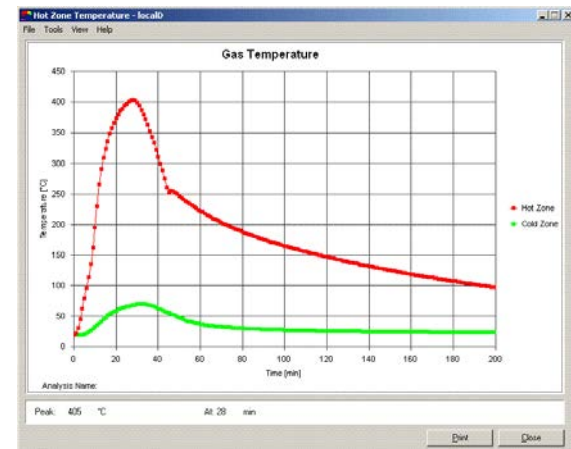


# Toiminnallinen palomitoitus, esimerkki 2

Shopping center FUTURUM

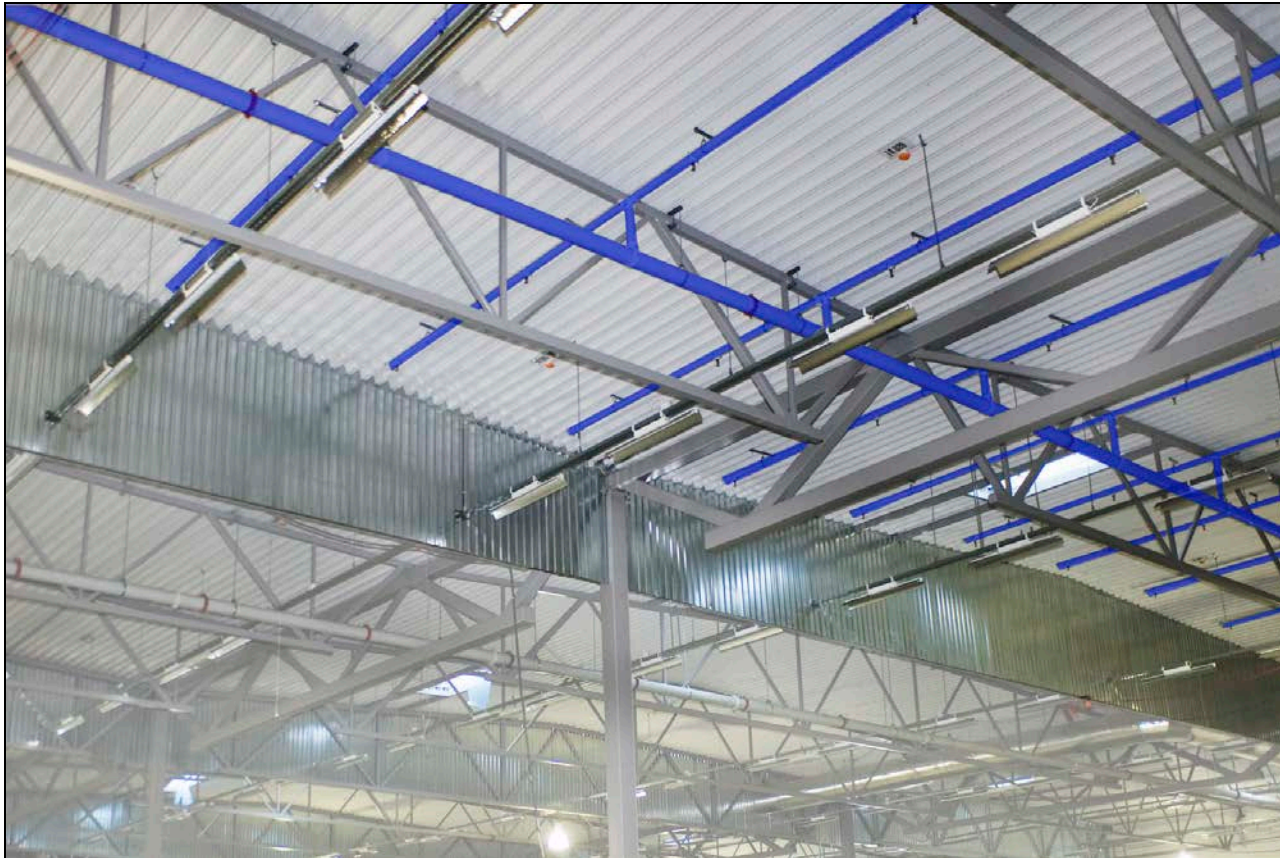
Hradec Králové, Czech Republic

- Teräsrakenteiden palomitoitus tehty toiminnallisena suunnitteluna käyttäen Ozone vyöhykemallia.
- Saavutettu vaadittu palonkesto rakenteille optimoimalla teräsrakenteet ilman erillistä, asennettavaa palosuojausta



# Teräsrakenteiden paloturvallisuuden tutkimus ja tuotekehitys

Teräsrakenteiden palosuojaus vesisprinklerilaitteistolla



# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

## Teräsrakenteiden palosuojaus vesisprinklerilaitteistolla

- Tuotehyväksyntä:
- VTT sertifikaatti (uusittu vuonna 2011)
- Suojausvaikutus **R90**  
1-2 krs. rakennuksissa
- Ristikot, vaaka- ja pystysiteet, palkit, pilarit, profiilipelti
- Kustannustehokas erityisesti kohteissa, joissa sprinklaus vaaditaan tai suositellaan joka tapauksessa
- Perustuu rakenteiden ja tilan jäähtymykseen vesivalelulla
- Lisää huomattavasti henkilöturvallisuutta
- Lisätutkimusta tekeillä

 **SERTIFIKAATTI** Nro VTT-C-4921-10  
Myöntämispäivä 14.1.2010, Päivitetty 29.4.2011

**TUOTTEEN NIMI**  
Vesisprinklerijärjestelmällä  
palosuojattu teräsrakenne

**VALMISTAJA**  
Ruukki Construction Oy  
Suolakenkatu 1  
FI 00811 Helsinki



**TUOTEKUVAUS**  
Ruukki Construction Oy toimittaa vesisprinklausjärjestelmillä palosuojattuja teräsrakenteita.  
Teräsrakenteet koostuvat rakennepuikasta valmistetuista ristikoista, kattopalkkeista, kattorakenteiden vaaka- ja vinoiteista, muotolevyjistä, pilareista sekä pilareiden ja pystyrakenteiden jäykityksistä, sekä niiden sprinklaamalla toteutettavasta palosuojauksesta.  
Käytetyt sprinklausjärjestelmät ovat joko spray-tyyppisillä suuttimilla varustettuja (ESFR tai normaali spray sprinkleri) tai konventionaalisia vesisuihkusprinklerieitä.  
Vesisprinklausjärjestelmällä palosuojatut teräsrakenteet soveltuvat yksi- ja kaksikerroksisiin rakennuksiin palonkeston alkuuokkaan R90 saakka tässä sertifikaatissa esitetyin rajoituksin.

**SERTIFIOINTIMENETTELY**  
Tämä sertifikaatti perustuu tuotteen tyyppitestaukseen ja tuotteeseen liittyvän laadun-varmistusjärjestelmän tarkastamiseen kohdan 3 mukaisesti. Sertifioinnin yleiset menettelyt perustuvat VTT Expert Services Oy:n sertifiointijärjestelmään. Tämä päivitetty sertifikaatti on voimassa enintään 13.1.2015 asti ja sen voimassaolon ehdot on esitetty kohdassa 17.  
Sertifikaatin voimassaolon voi tarkistaa VTT Expert Services Oy:stä, puh. 020 722 4911.  
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n merkitäytöksen lisäksi muussa muodossa mainittaisiin tai tämän sertifikaatin ostajalle julkaisemien on saatava vain VTT Expert Services Oy:stä kirjallisen luvan perusteella.

# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

Teräsrakenteiden palosuojaus vesisprinklerilaitteistolla

Polttokoe VTT 2009

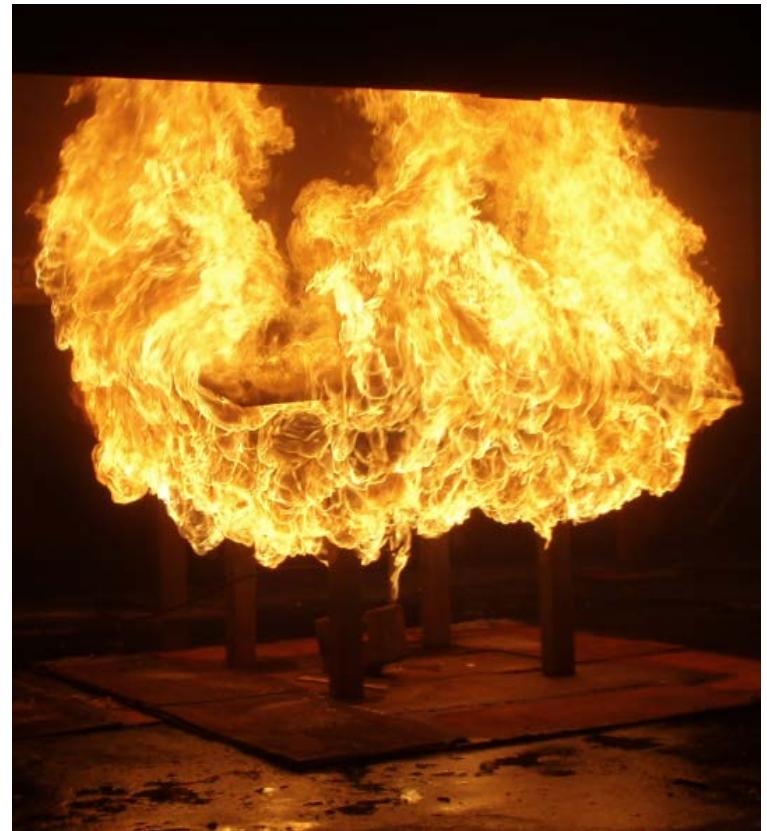
- Kokeessa standardipaloa vastaava palorasitus

- Lämpötilat rakenteissa pysyvät alhaisina veden jäähdyttäessä rakenteita ja palotilaa

-> Teräsrakenteet eivät vaadi erillistä palosuojausta

=kilpailukykyinen ja turvallinen ratkaisu

-Toteutettuja kohteita n. 100 kpl, mm. Ikea Tampere, Kauppakeskus Veturi, Kouvola, Kodin Terra, Tuusula, Rovaniemi





# Teräsrakenteiden paloturvallisuus

Teräsrakenteiden palosuojaus vesisprinklerilaitteistolla

## Tutkimuksen ja hyväksynnän tilanne 2012

- Uusin sertifikaatti päivätty 29.4.2011
- Lisätutkimusta tehty 2011-2012
  - WQ-palkit, myös korotetut, VTT raportti olemassa ja ollut jo käytössä
  - Laskennallinen tarkastelu tehty pienemmälläkin vesimäärillä R120 asti
  - Erityiskysymyksiä tarkasteltu, mm. savunpoiston ja esteiden vaikutus
  - Korkeiden pilarien tutkimus
  - TTY lyhyt raportti parkkihallista, autopalo
- Tutkimustuloksia tarkoitus käyttää paloturvallisuuden arvioinnin pohjana myös Ruotsissa ja Norjassa, jossa yhteistyötä SINTEF:in kanssa.



**NUUKKI**

**LIVING. WORKING. MOVING.**