



Aalto University

Paineenhallinta huoneistopaloissa - tutkimushanke

Simo Hostikka

Paloseminaari 18

10.2.2016 HILTON Kalastajatorppa, Helsinki

Tausta

- **Ylipaine poistumisen vaarantajana?**
 - Voiko ylipaine estää asunnon sisäoven avaamisen?
- **Paine-ero uhka rakenteiden eheydelle?**
 - Kriittinen paine-ero
 - Osastoinnin menetys \Rightarrow savun leviäminen \Rightarrow poistumisturvallisuuden heikkeneminen
- **Perinteisesti huonepalokokeet ”avoimissa” tiloissa**
- **Simuloinnista vähän kokemusta**
- **Matalaenergiarakentaminen**

Paineenhallinta huoneistopaloissa (PAHAHUPA)

Tavoitteet

1. Laskentamenetelmien kehitys, validointi ja käyttöönotto
2. Riskien arviointi
3. Paineenhallinnan vaihtoehtojen selvitys
4. Jatkotutkimustarpeiden kartoitus

Osallistujat

- Aalto-yliopisto
- Stravent Oy
- Varsinais-Suomen pelastuslaitos
- PTIT M. Kauriala Oy
- VTT

Rahoitus

- Palosuojelurahasto
- Hagab AB
- Rikosseuraamusvirasto
- ympäristöministeriö



HAGAB®



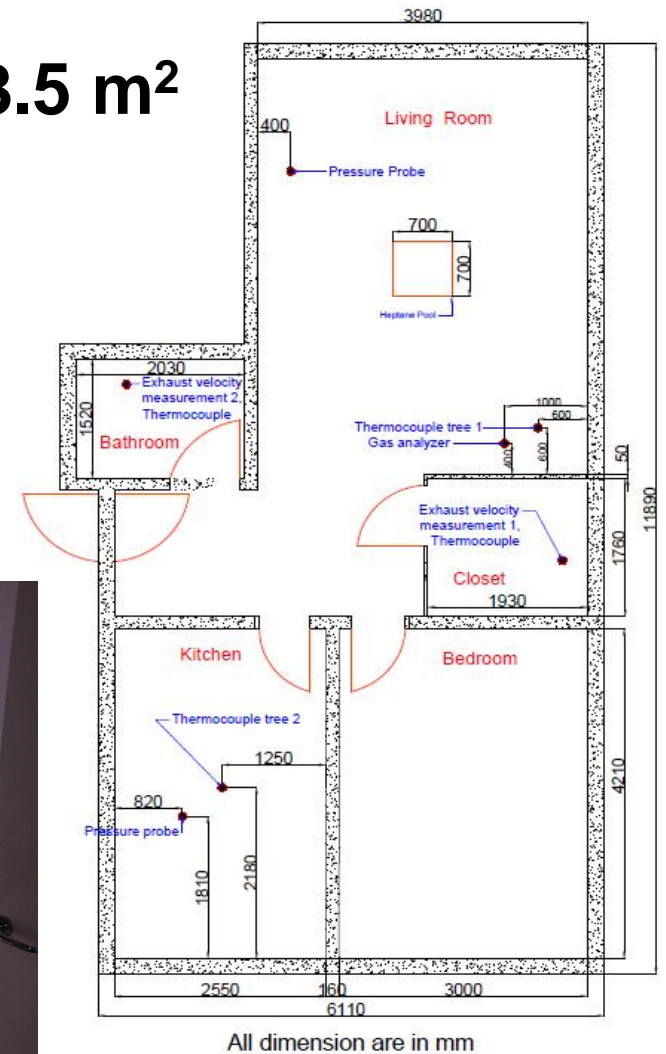
RISE RIKOSSEURAAMUSLAITOS



Palokokeet: Koepaikka

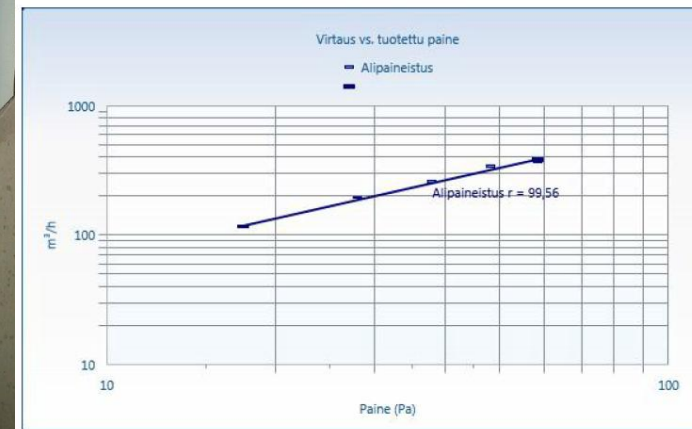
- 1970-luvulla rakennettu 3-kerroksinen asuinkerrostalo Kurikassa
- Hyvä kunto, uusitut ikkunat

58.5 m²



Palokokeet: Tiiveysmittaukset

SFS-EN 13829, Mikko Yli-Piipari / Vertia Oy



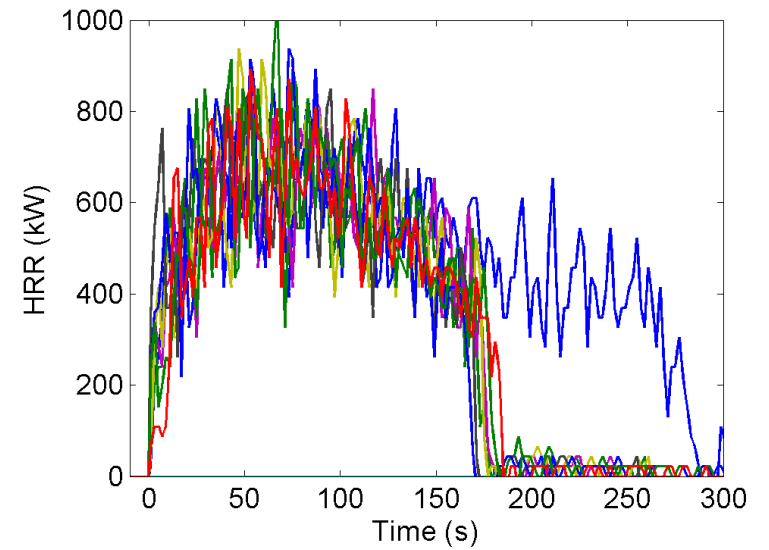
Tiiveysmittaukset

Huoneiston vaipan vuoto 50 Pa paine-erolla

		Pressure type		
		Under pressure	Under pressure	Over pressure
HVAC ducts	Inner door	Corridor door to outside(Pääovi)		
		Closed (L/s)	Open (L/s)	Open (L/s)
Open	Open	100.0	90.8	142.5
Open	Closed	92.2	79.7	136.7
Closed	Open	91.9	83.1	130.1
Closed	Closed	45.4	80.6	121.1

Palokuorma

- **Testit 1-10: 3 L n-heptaania
0.7 m x 0.7 m = 0.49 m² altaassa**
- **Testit 11 ja 13: PUR patja**
- **Testi 12: PUR-patja + irtainta**



Ilmanvaihto

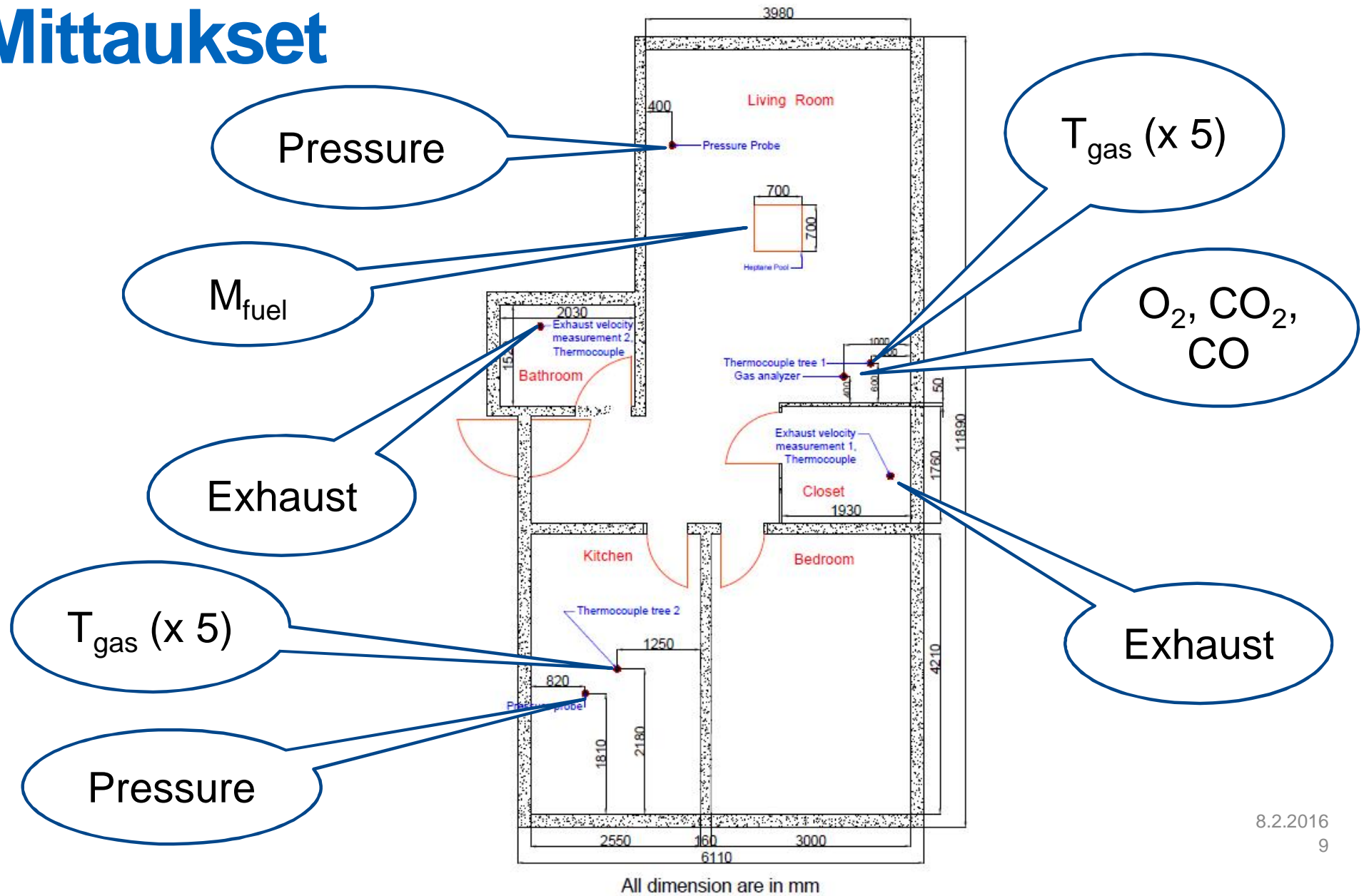
Vaatehuoneen poisto - paivoimainen
Kylpyhuoneen poisto - huippuimuri
~~**Keittiön poisto - huippuimuri**~~
~~**Raitisilmaventtiili - suljettu**~~

Konfiguraatiot (VH + KH)

1. **AVOIN: Ei venttiilejä**
2. **NORMAALI: Venttilit**
3. **SULJETTU**



Mittaukset



Epävarmuuden lähteitä

1. Tiiveysmittauksissa keittiön poistoa ei tiivistetty.
2. Ikkunoiden säröjen kautta tapahtuvia vuotoja ei tunneta.
3. Ilmanvaihdon yksityiskohdat eivät ole tiedossa.
4. Viemärit tiivistettiin – poikkeaa normaalitilanteesta.

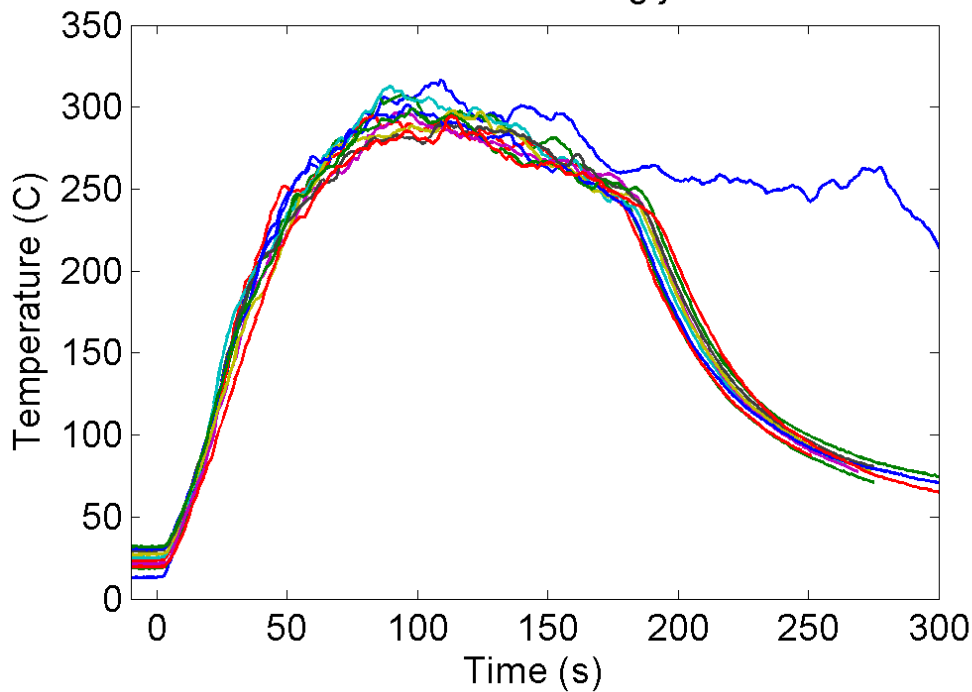




Palohuoneen lämpötila katonrajassa

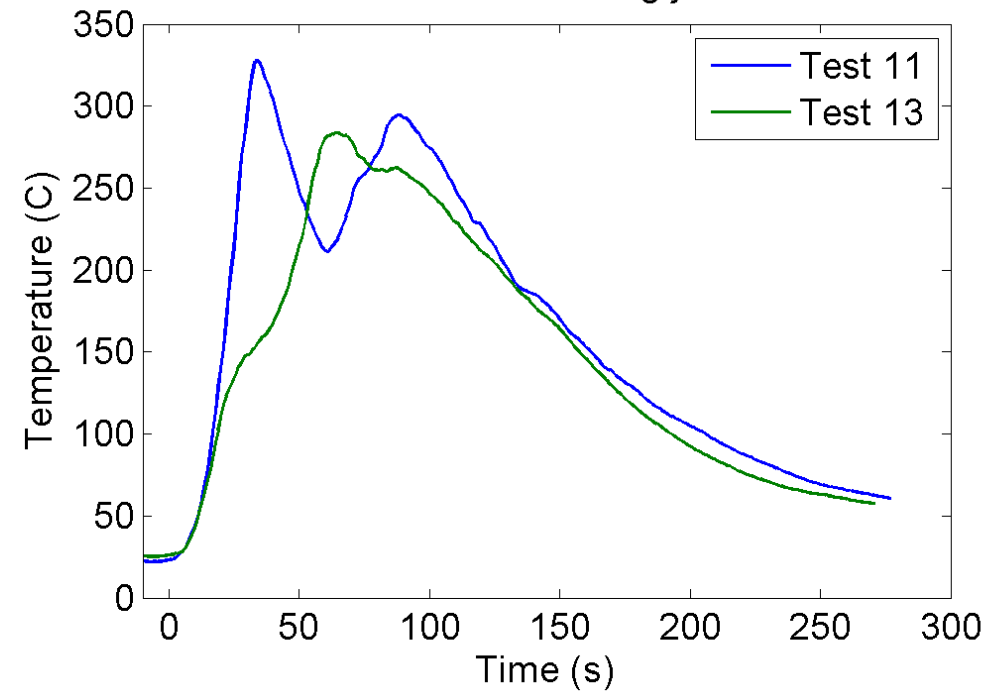
Heptaaniallas

Fire room ceiling jet



Vaahtomuovipatja

Fire room ceiling jet

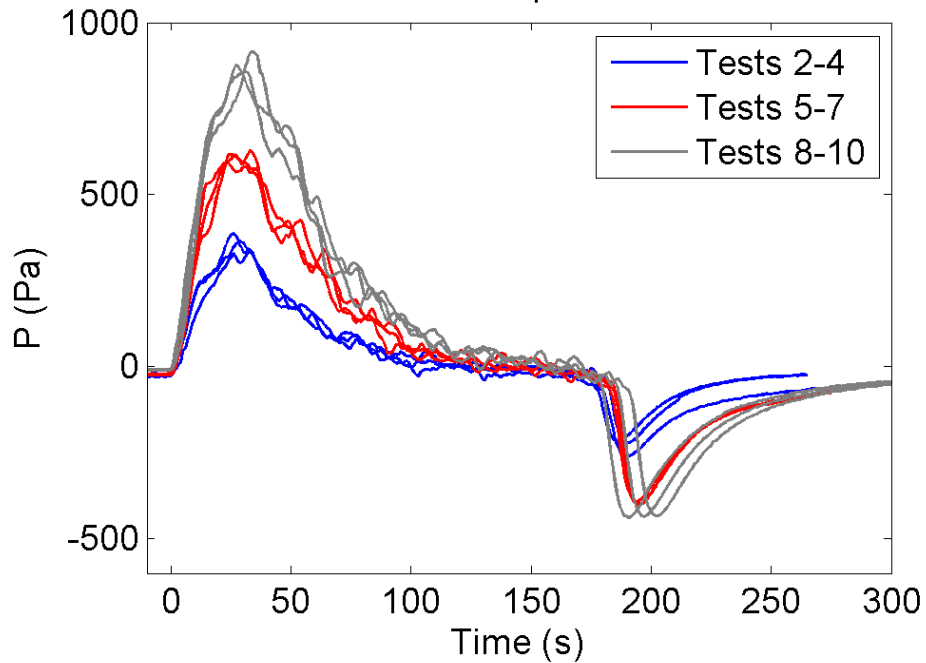


Kaasun paine huoneistossa

Test 2-4: AVOIN
Test 5-7: NORMAALI
Test 8-10: SULJETTU
Test 11-13: NORMAALI

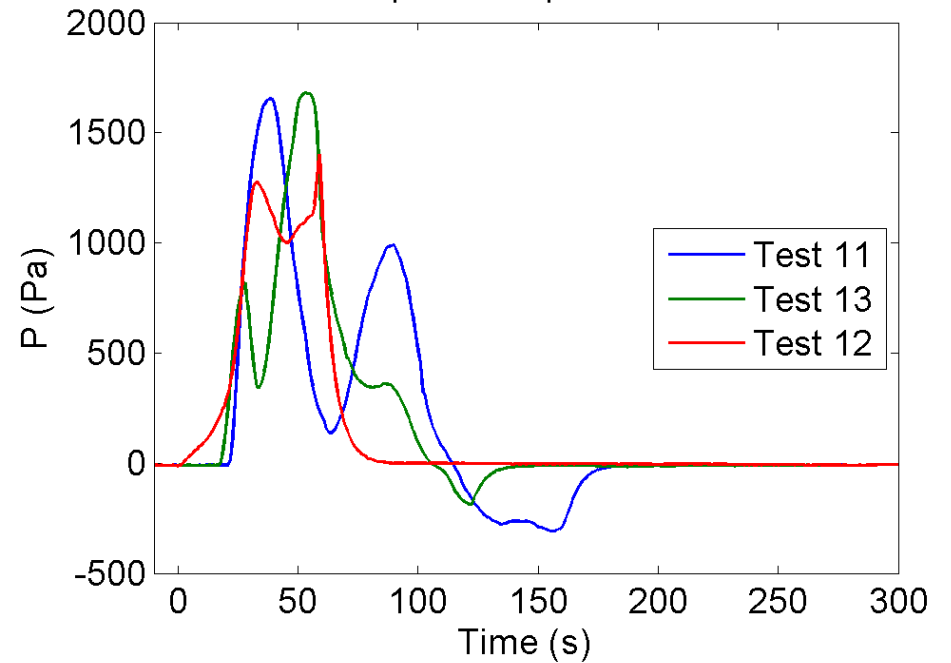
Heptaaniallas

Fire room pressure



Vaahtomuovipatja

Apartment pressure

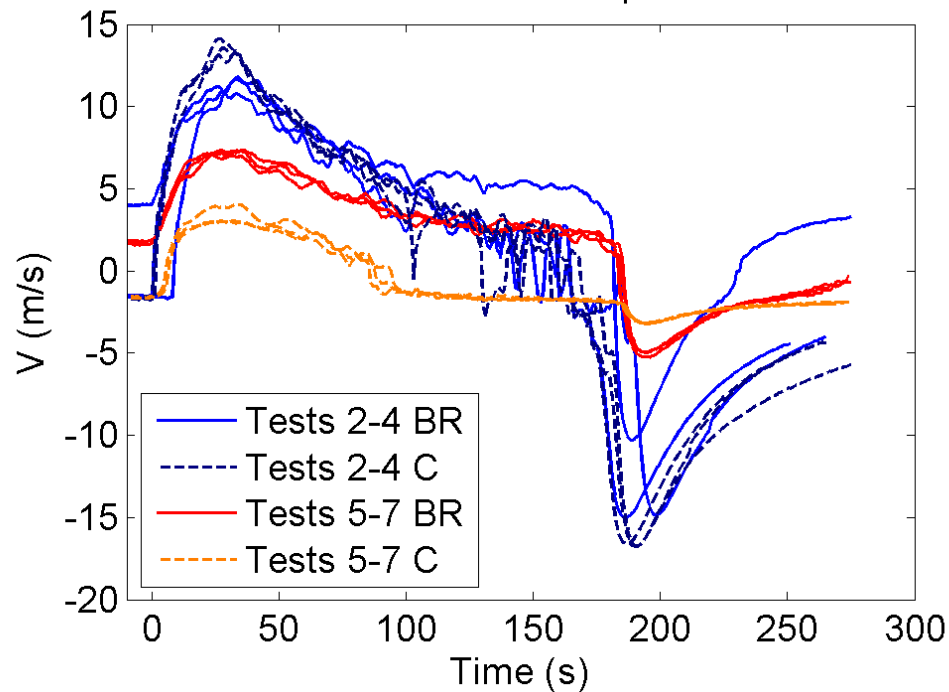


Poistokanavan virtausnopeus

Test 2-4: AVOIN
Test 5-7: NORMAALI
BR = bathroom
C = closet

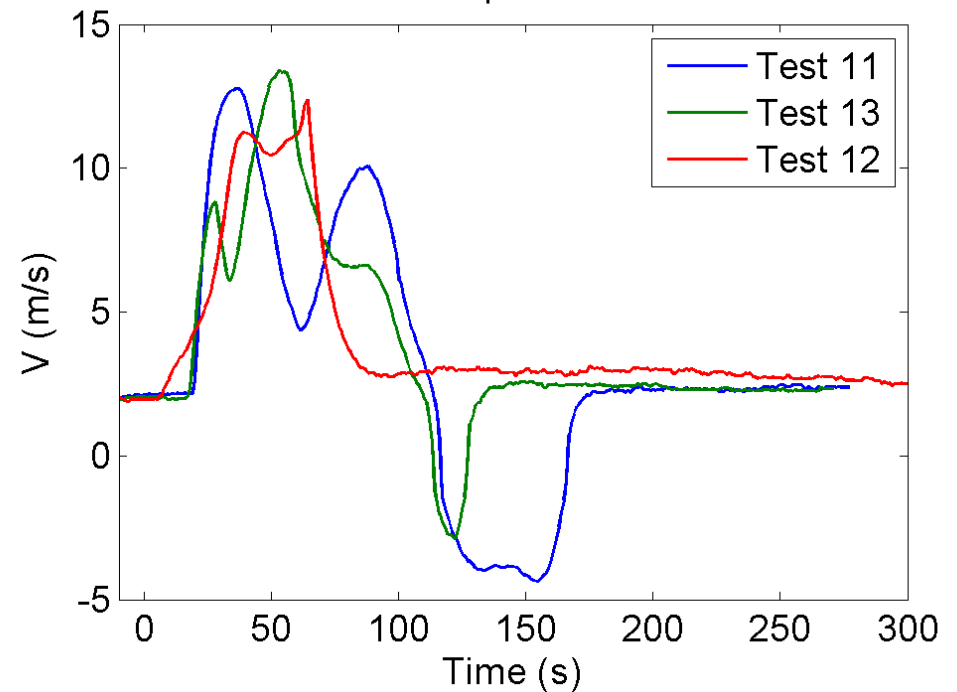
Heptaaniallas

Ventilation flow speed



Vaahtomuovipatja

Ventilation flow speed from bathroom



Kokeen 12 päätös

Palon paine irrotti ikkunan karmeineen.
Rikkoutumishetkellä $P = 1400$ Pa, mutta aikaisemmin seinä oli altistunut 1650 Pa paineelle, jolloin rakenteen havaittiin liikkuvan.

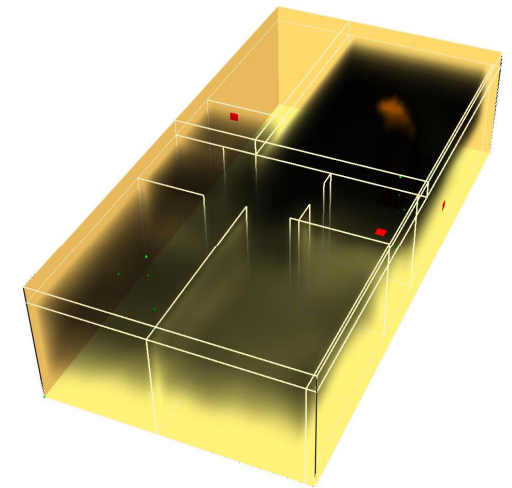


Havainnot kokeista

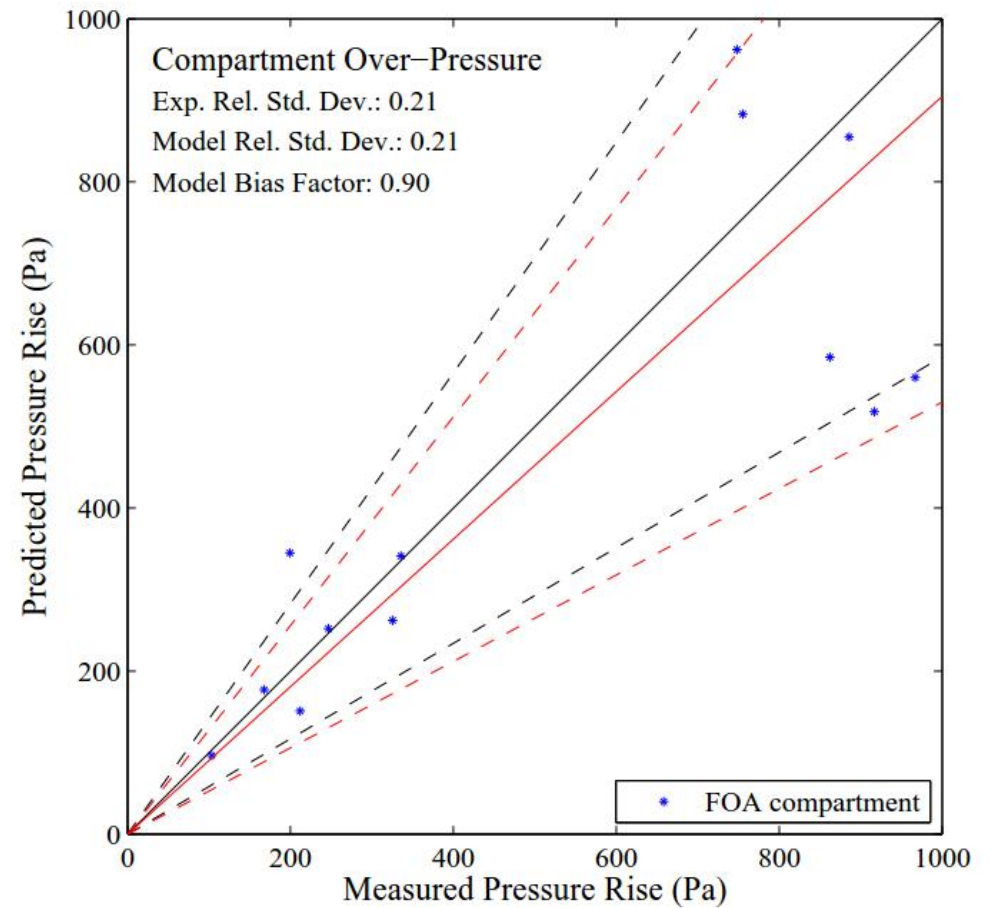
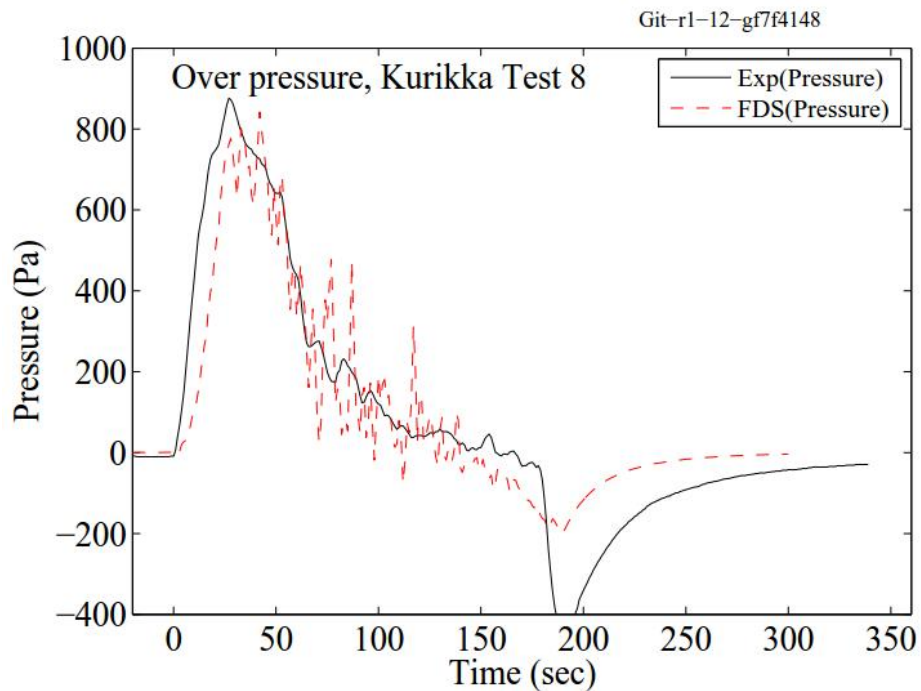
- **Ylipaineen nopea kehittyminen kokeen alussa**
 - Havaitaan ulkopuolelta voimakkaana viheltävänä äänenä.
 - Sisäovea on mahdotonta avata sisältä käsin.
 - Ylipaine häviää savupatjan kehittyessä.
- **Painevaihtelut satoja Pascaleita P ilmanvaihtokanavissa virtaukset väärin suuntiin.**
- **Nopeasti kasvava palo voi synnyttää niin suuren ylipaineen, että kevyet rakenteet rikkoutuvat.**
- **Ainestoa simulointiohjelmien validointiin**

Paineen ja virtausten simulointi

- Paineen huippuarvojen laskenta on mahdollista suhteellisen yksinkertaisillakin työkaluilla, kuten PFS (Jensen, L. 2007).
- Dynamiikan laskentaan tarvitaan soveltuva CFD-ohjelmaa.
- Hankkeessa Fire Dynamics Simulator (FDS)-ohjelma.
 - Ilmanvaihdon ja vuotojen kuvaus
 - Ohjelman validointi
 - FOA (1996)
 - Kurikka-kokeet



Validointituloksia



Case-tutkimukset (käynnissä)

1. Savunhallinta laitoskohteessa (vankila)

- Sellipalon riskit muille vangeille ja henkilökunnalle

2. Tiiviin ulkovaipan vaikutus

- Energiatehokkaiden ja korkeiden rakennusten vaipat ovat aiempaa tiiviimpiä.
- Simuloidaan kerrostalokohdetta
- Riskit kerroksen sisäisten rakenteiden eheydelle?
- Vaikutus asunnosta poistumiseen

Johtopäätökset

- 1. Huoneistopalon aiheuttamilla paine-eroilla voi olla suurempi turvallisuusmerkitys kuin on aiemmin ymmärretty.**
- 2. Voimakas ylipaine voi**
 - a) Estää sisäänpäin aukeava oven avaamisen palon alkuvaiheessa.
 - b) Rikkoa ikkunoita ja rakenteita.
- 3. Paineen kehittyminen ja seuraukset voidaan simuloida riittävän tarkasti ainakin FDS-ohjelmalla.**

Jatkotutkimus

1. Case-kohteet (käynnissä)

Tulevaisuudessa:

2. Väliseinien ilmatiiveyden määrittäminen
3. Ilmanvaihdon paloturvallisuuden uudelleenarviointi
4. Energiatehokkaan rakentamisen turvallisuusvaikutuksen kvantitatiivinen arviointi