

Kwetsbare personen in brandbare gebouwen

Een acceptabel risico?

Ruud van Herpen – Heleen van Dongen – Inge van Stratum

Eindhoven University of Technology, 2026

Ruud van Herpen

Fellow Fire Safety Engineering
TU Eindhoven

Heleen van Dongen

Inge van Stratum

*Master students building physics
and services – TU Eindhoven*



Doelgerichte brandveiligheid

Wanneer voorschriften niet toereikend zijn is een projectspecifieke beschouwing van brandveiligheid nodig met toetsing aan de veiligheidsdoelen

Welke publiekrechtelijke doelen?

Welke privaatrechtelijke doelen?



Risico subsystemen

1. In standhouding omgeving (buurpercelen)
2. In standhouding van het bouwwerk (draagconstructie)
3. Beperking uitbreidingsgebied van brand (brandcompartimenten)
4. Beperking uitbreidingsgebied van rook (sub-compartimenten)
5. In standhouding vlucht- en aanvalsroute (EBV)

Hoofddoelen:	1 en 5
Lines of Defence (LOD's):	2, 3 en 4
Uitgangspunt:	Compartimentsbrand Evacuatieconcept

Risico subsystemen

Toetscriterium voor elk risico subsysteem:

- **$AST > RST + \text{marge}$**

Hoe groter de marge hoe kleiner de faalkans

- AST: Available Safe Time
- RST: Required Safe Time

Evacuatie concept

Risico subsysteem 5 (veilige vluchtroute):

- **ASET > RSET + marge**

Hoe groter de marge hoe kleiner de faalkans

- ASET: Available Safe Egress Time, afhankelijk van condities in de vluchtroute
- RSET: Required Safe Egress Time, afhankelijk van de evacuatie snelheid

RSET – Evacuatie van bedgebonden patiënten

1. Start



2. Gearriveerd



3. Rijklaar

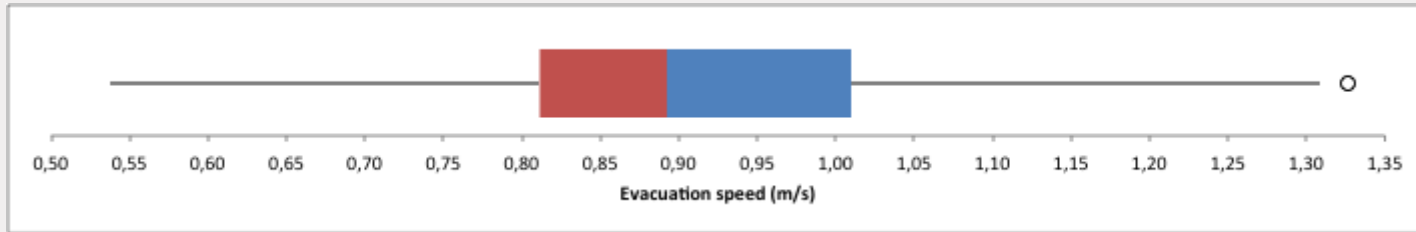


4. Veilig

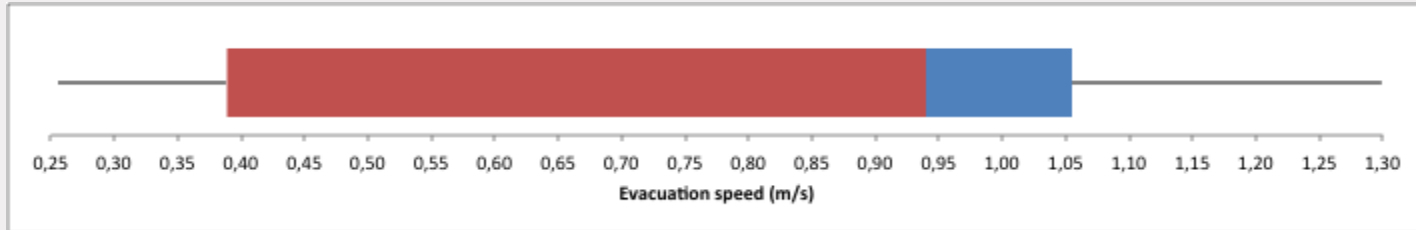


RSET - Experimentele resultaten

Ziekenhuis evacuatiesnelheid (m/s) – 91 metingen

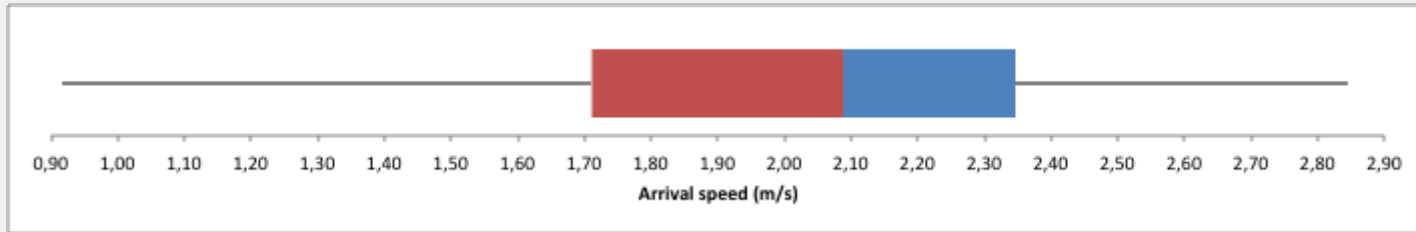


Verzorgingstehuizen evacuatiesnelheid (m/s) – 14 metingen

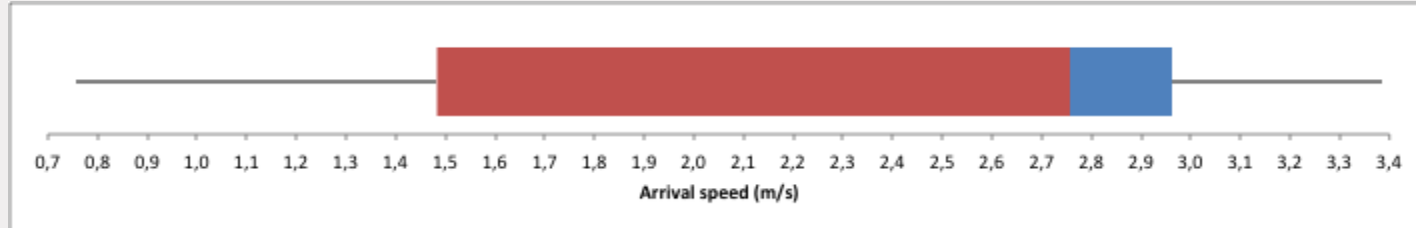


RSET - Experimentele resultaten

Ziekenhuis loopsnelheden (m/s) – 91 metingen



Verzorgingstehuis loopsnelheden (m/s) – 14 metingen



RSET - Experimentele resultaten

<u>Ziekenhuizen</u>	Tijden	1e kwartiel	Mediaan	2e kwartiel	Gemiddelde
Loopsnelheid tot aan het bed [m/s]		1,71	2,09	2,35	2,04
Ontkoppelen infuus + remmen bed [sec]		11,63	13,52	15,47	14,98
Evacuatie op gang [m/s]		0,81	0,89	1,01	0,92
Passeren dubbele deur (brandscheiding) en positioneren bedden [sec]		6,8	7,88	9,07	8,11

<u>Verzorgingshuizen</u>	Tijden	1e kwartiel	Mediaan	2e kwartiel	Gemiddelde
Loopsnelheid tot aan het bed [m/s]		1,48	2,76	2,96	2,31
Ontkoppelen remmen bed [sec]		5,36	6,43	7,73	6,92
Evacuatie op gang [m/s]		0,39	0,94	1,06	0,81
Passeren dubbele deur (brandscheiding) en positioneren bedden [sec]		3,41	4,25	4,89	4,2

Wonen met zorg in CLT gebouwen

Brand in het gebouw → Gebouwbrand

Consequenties voor alle risico subsystemen



Groter brandvermogen

Hogere temperaturen

Brand gaat niet uit

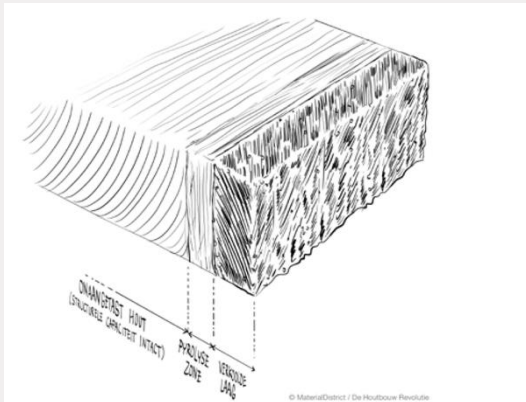
Grote kans op een afbrandscenario

Onbeschermd CLT voldoet aan de bouwregelgeving



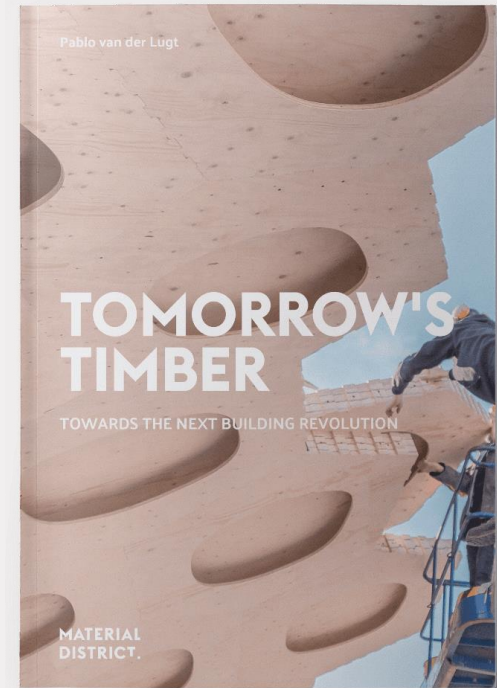
Onbeschermd CLT voldoet aan de bouwregelgeving

De Houtbouw Revolutie



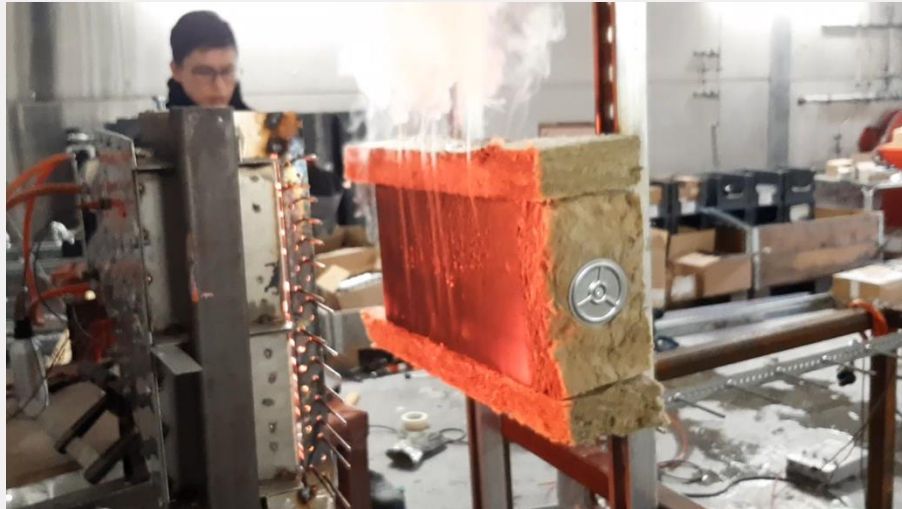
When timber burns, it will form a char layer at the surface, behind which the timber will retain significant structural capacity (01).

Fabel:
De koollaag aan de verhitte oppervlakte vertraagt de inbrandsnelheid vanwege de thermische isolatie van de koollaag



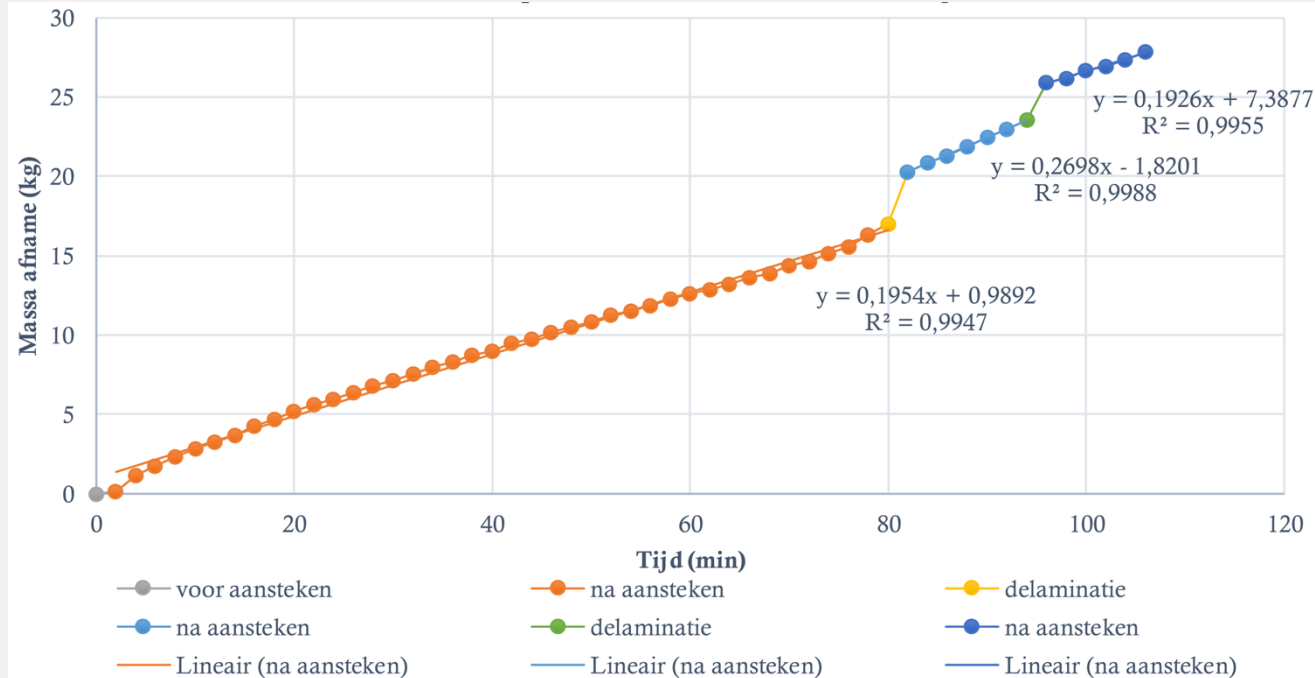
CLT: Stralingsflux experimenten

CLT: 5 x 20 mm, MUF lijm
Stralingsflux 30 ... 1 kW/m²



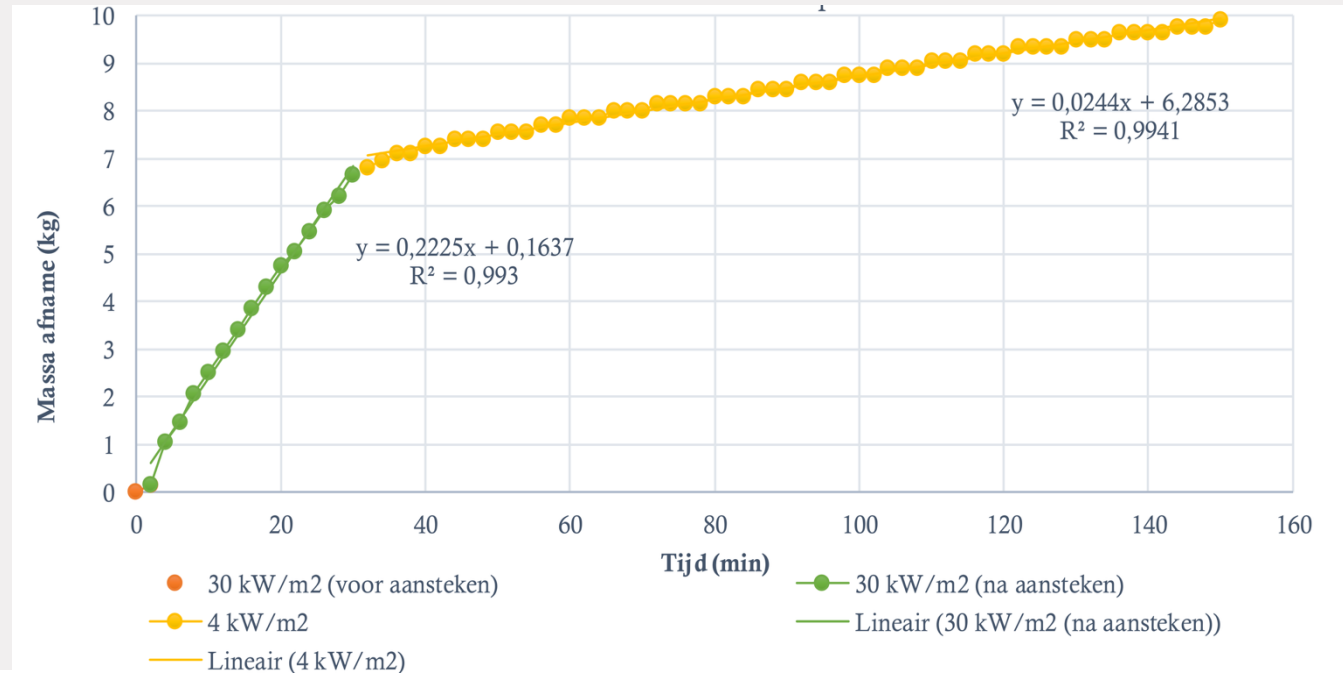
CLT: Stralingsflux experimenten

30 kW/m² stralingsflux op CLT, massa reductie per m²



CLT: Stralingsflux experimenten

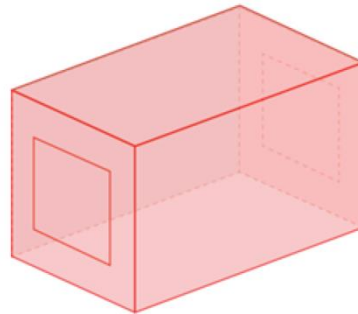
30 → 4 kW/m² stralingsflux op CLT, massa reductie per m²



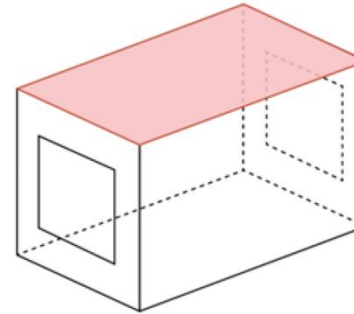
Simulaties

CLT compartment

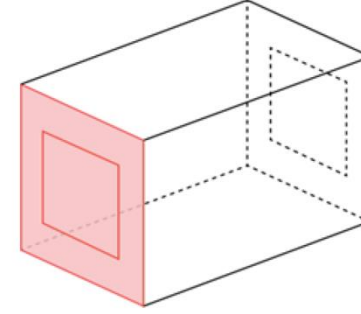
Master research project
Heleen van Dongen



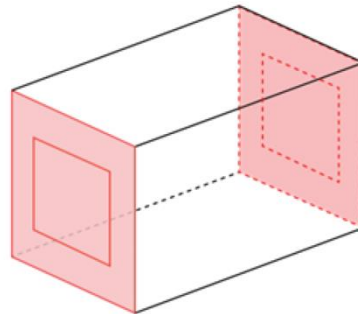
(a) V1: Fully exposed



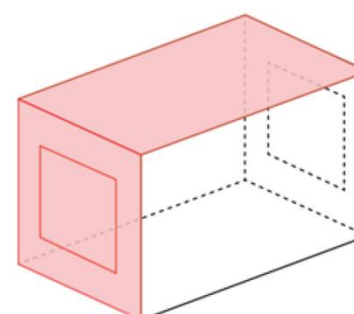
(b) V2: Ceiling exposed



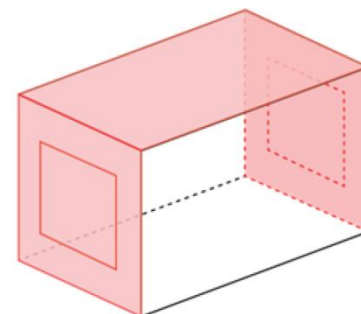
(c) V3: 1 Wall exposed



(d) V4: 2 Walls exposed



(e) V5: Ceiling + 1 Wall exposed



(f) V6: Ceiling + 2 Walls exposed

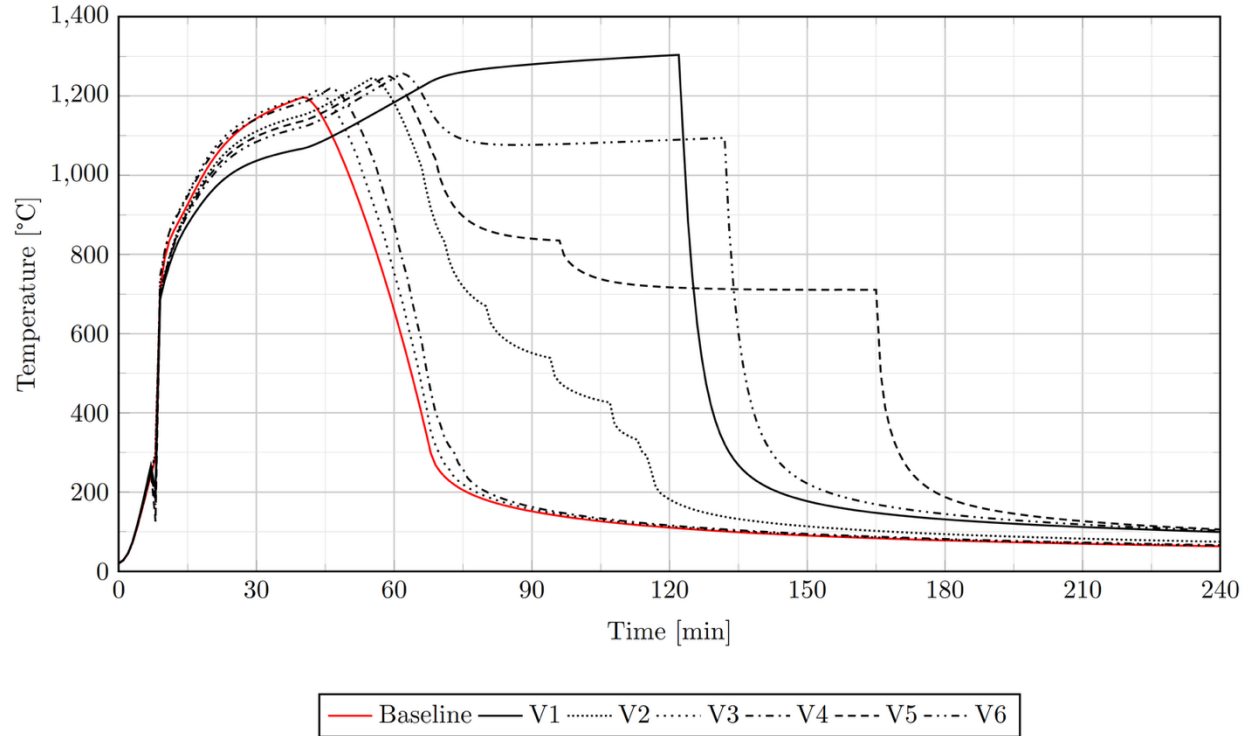
Simulatie resultaten

Compartment	Total Perm. FL	Burnable Perm. FL	Burned Perm. FL		Eq. FD
	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[%]	[min]
V1	179699.6	143759.7	143825.3	100%	144
V2	95760.0	76608.0	45276.3	59%	104
V3	13754.8	11003.9	6308.4	57%	74
V4	27509.6	22007.7	13243.8	60%	77
V5	109514.8	87611.9	88040.5	100%	150
V6	123269.6	98615.7	98922.2	100%	146

Simulatie resultaten

V1, V5, V6:
Afbrandscenario

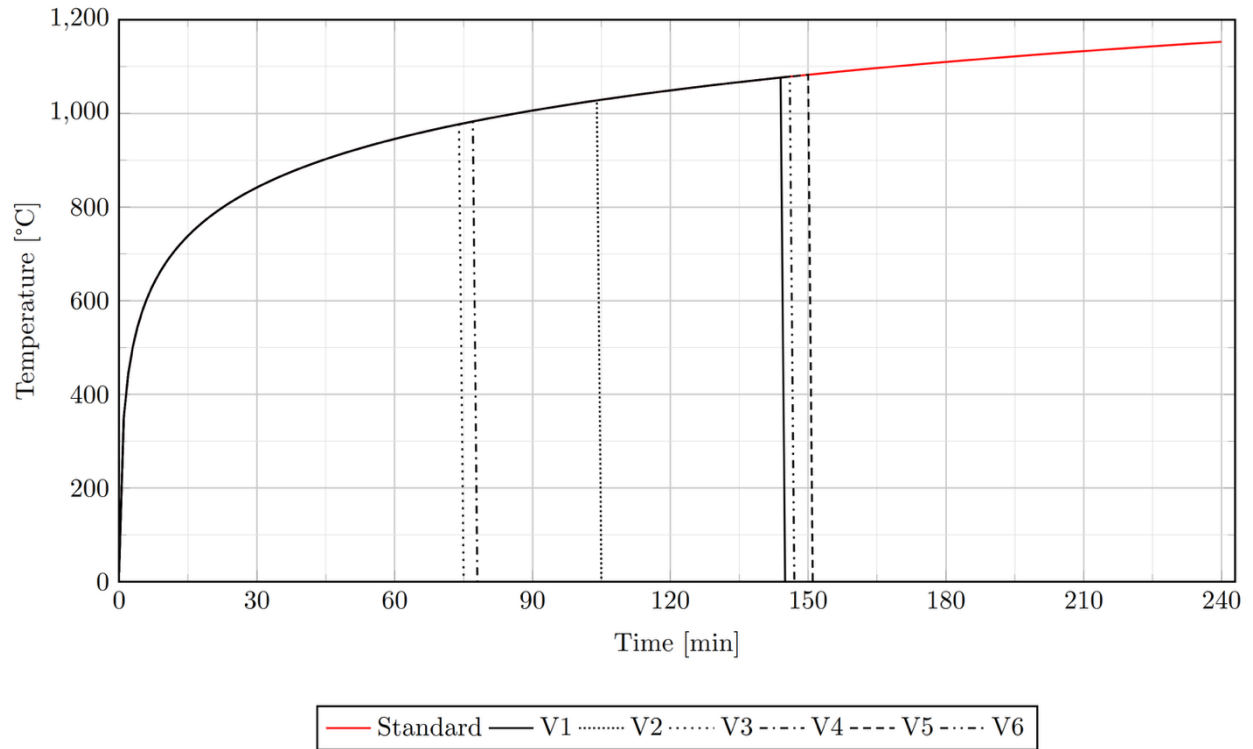
V2, V3, V4:
Brand dooft
Grote thermische
belasting



Simulatie resultaten

V1, V5, V6:
Afbrandscenario

V2, V3, V4:
Brand dooft
Grote thermische
belasting



Conclusie simulaties

Onbeschermd CLT leidt tot een afbrandscenario

- Geen fire resilience (afbrandscenario)
- Volledige evacuatie noodzakelijk binnen enkele minuten

Bescherming CLT noodzakelijk

- Eén CLT vlak onbeschermd is mogelijk
- Fire resilience komt in de buurt van onbrandbare gebouwen volgens de bouwregelgeving wanneer alle CLT vlakken beschermd zijn
- Volledige evacuatie noodzakelijk binnen 30 minuten

Is gedeeltelijk evacueren een optie?

Fire resilience noodzakelijk

- Evacueren van het compartiment waar de brand woedt
- Evacueren van de direct aangrenzende compartimenten
- Overige compartimenten niet evacueren

Fire resilience:

- Voorkomen van een volledig ontwikkelde compartimentsbrand

Hoe?

Snel ingrijpen in het brandscenario

Automatische blus installatie:

- Sprinkler
- Watermist
- Woningenprinkler
- Slimme sprinkler: Automist

Automist

Master research project Inge van Stratum

- Bewoners minder mobiel
- Minder personeel

“Wat is de effectiviteit van Automist bij het beheersen van branduitbreiding?”



Hoe werkt de Automist?

- Activatie door rookmelder
- Scant de ruimte voor brand
- Gebruikt mist in plaats van water om de brand te blussen

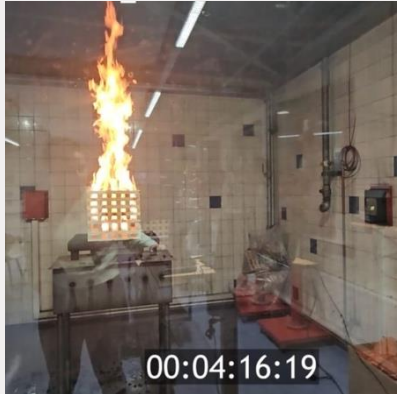


Wat is onderzocht?

- Brand zonder Automist vs. met Automist

Waar kijken we naar?

- De snelheid van de groei van de brand



Resultaat:
Wat is de
impact van de
Automist op de
groei?

Resultaten

- Automist controleert de brand in alle geteste situaties

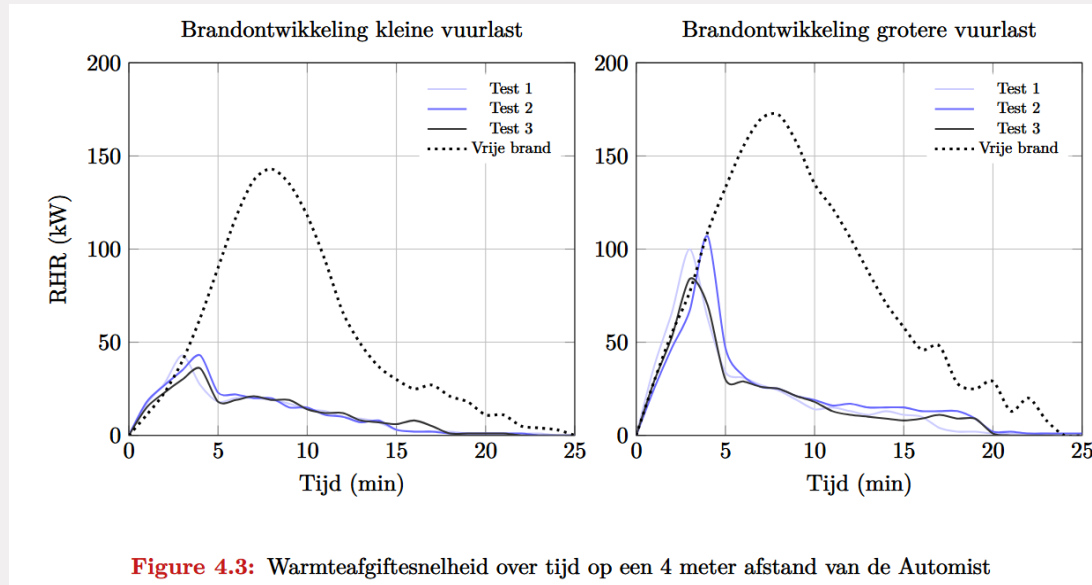


Figure 4.3: Warmteafgiftesnelheid over tijd op een 4 meter afstand van de Automist

RHR = Brandvermogen: de snelheid waarmee een materiaal warmte afgeeft tijdens verbranding

Wat betekent dit in de praktijk?

- Activatietijd voor succesvolle beheersing van brand
- Automist levert kostbare minuten op en houdt de brand klein
- Een zeer snelle brand is een uitdaging voor Automist

Type brand	Waarmee te vergelijken?	Activatietijd
Langzaam	Smeulend matras of stoel (eerst rook, na langere tijd pas brand)	18:00 min
Gemiddeld	Brand in meubilair (vlammen binnen enkele minuten)	4:30 min
Snel	Keukenbrand met olie (vlammen ontstaan snel)	1:08 min
Zeer snel	Brand in een batterij zoals een scootmobiel of e-bike (groeit binnen enkele seconden naar een grote brand)	0:17 min

Automatische repressie

- Sprinkler
- Watermist
- Automist of andere 'slimme' sprinkler

Controle brand tot beperkte omvang

Geen drukopbouw

**Indien voldoende betrouwbaar (gecertificeerd):
Gedeeltelijke ontruiming is voldoende (stay-in-place)**

Dank voor de aandacht

Scripties en afstudeeronderzoeken van studenten BPS-FSE:

Website: www.fellowfse.nl

Expertclass 'FSE – Next Generation':

Donderdagmiddag 7 mei 2026

r.a.p.v.herpen@tue.nl

