



Voordelen van sprinklerbeveiliging voor persoonlijke veiligheid

ir. Ruud van Herpen FiFireE

Department Built Environment – Unit Building physics and services

Veilig vluchten

ASET toets criteria (geen gezondheidsschade):

- Rookvrije hoogte > 2.5 meter
- Rooklaag temperatuur < 200 °C

RSET toets criterium:

- 100 % evacuatie van het compartiment

ASET > RSET



Market hall
Rotterdam

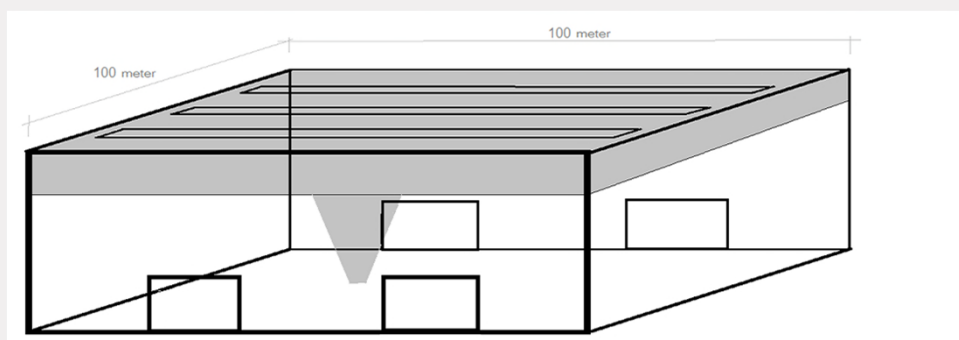
Veilig vluchten

Is sprinklerbeveiliging zinvol voor de vluchtveiligheid in vergelijking met rookbeheersing?

NEE → ASET wordt bepaald door rookbeheersing?
JA → ASET wordt bepaald door brandbeheersing?

Market hall
Rotterdam

Markthal, model



Markthal, vereenvoudigd model

10,000 m² vloeroppervlakte

7 m hoog

$P(fi) = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-2}$

Markthal, randcondities

Gemiddelde condities voor ASET (rooklaag simulaties):

Gelijkmatig verdeelde vuurbelasting:

- 1200 MJ/m^2
- $\text{RHR} = 500 \text{ kW/m}^2$ (medium)
- Snelle brandontwikkeling $t_c = 150 \text{ s}$
- Pluimmodel = Heskestad
- Stoichiometrische constante $r = 1.27$ (cellulose brandstof)

Externe scheidingsconstructies:

- Adiabatisch, geen bezwijken van glas in de pre flashover fase (conservatieve aanname)

Markthal, randcondities

Gemiddelde condities voor RSET (evacuatie simulaties):

Gelijkmatig verdeelde personenbelasting

- Aantal personen $N = 3000$ (gemiddeld)

3 uitgangen beschikbaar (gemiddeld)

Loopsnelheid = 1 m/s

Detectietijd = 2 min.

Pre movement tijd = 2 min.

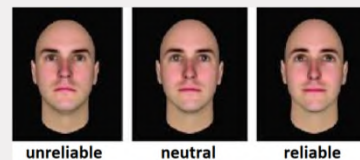
Markthal, resultaten

ASET (H>2,5 m): 14.6 min

ASET (T<200 °C): 13.9 min

RSET (gebouwgebruikers): 7.7 min

ASET-RSET = 6.2 min → Veilig vluchten?



Gevoeligheidsanalyse

Voor elke stochastische randconditie (x_i):

Gemiddelde waarde: $\bar{x}_i$

Variatie: dx_i

Standaard afwijking: s_i

Voor ASET-RSET (t):

Variatie: dt

Specifieke variatie per stochast: dt/dx_i

Specifieke variantie per stochast: $(s_i dt/dx_i)^2$

Totale variantie: $var = \sum_i (s_i dt/dx_i)^2$

Standaard afwijking: $s = \sqrt{var}$

Gevoeligheidsanalyse ASET

ASET	T < 200 °C	H > 2.5 m
Gemiddelde brandcondities	13.9 min.	14.6 min.
Specifieke Variantie:		
Vuurbelasting q (SD = 0.3 x AVG)	0.00 min ²	0.00 min ²
Brandvermogensdichtheid RHRPUA (SD = 0.5 x AVG)	1.78 min ²	1.00 min ²
Tijdconstante voor branduitbreiding (SD = 0.3 x AVG)	9.51 min ²	8.03 min ²
Start pluim - brandhoogte (SD = 0.5 x AVG)	0.50 min ²	0.25 min ²
Totale Variantie:	11.79 min²	9.28 min²

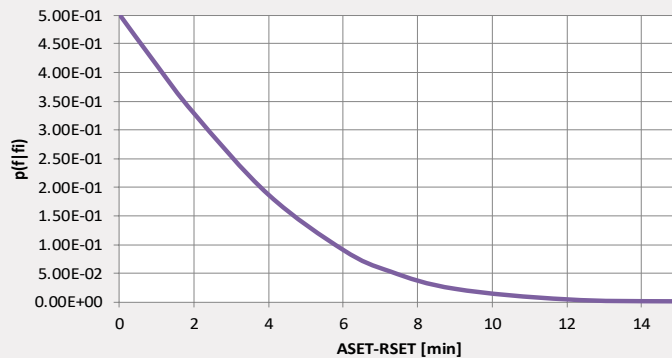
Gevoeligheidsanalyse RSET

RSET	100 % out
Gemiddelde evacuatiecondities	7.7 min.
Specifieke Variantie:	
Aantal gebouwgebruikers (SD = 0.3 x AVG)	3.43 min ²
Aantal uitgangen (SD = 0.5 x AVG)	3.43 min ²
Pre movement tijd (SD = 0.3 x AVG)	1.00 min ²
Detectie tijd (SD = 0.5 x AVG)	0.36 min ²
Totale Variantie:	8.22 min²

Probabilistische uitwerking

Significant criterium: rooklaag temperatuur

failure probability in case of fire



Probabilistische uitwerking

Acceptabele faalkans?

CC 2, letale slachtoffers (Eurocode)

$P(f) = 7.23 \text{ E-}05$

$P(f|fi) = 3.62 \text{ E-}03$

CC 2, gewonde slachtoffers (CBS - statline: 14.5 x letale slachtoffers)

$P(f|fi) = 5.25 \text{ E-}02$

Benodigd:

ASET-RSET > 7.3 min

Beschikbaar:

ASET-RSET = 6.2 min

Extra veiligheid door sprinklerbeveiliging

Actieve brandbeheersing: sprinkler

Quick response (RTI = 50)

Grid 3 x 3 m op 7 m hoogte

Activering Tact = 68 °C

Sprinkler activering

Model van Alpert

Constance RHR na activering

Gestratificeerde situatie na activering

(masterthesis Nick Tenbült, Peutz - TU/e, 2018)

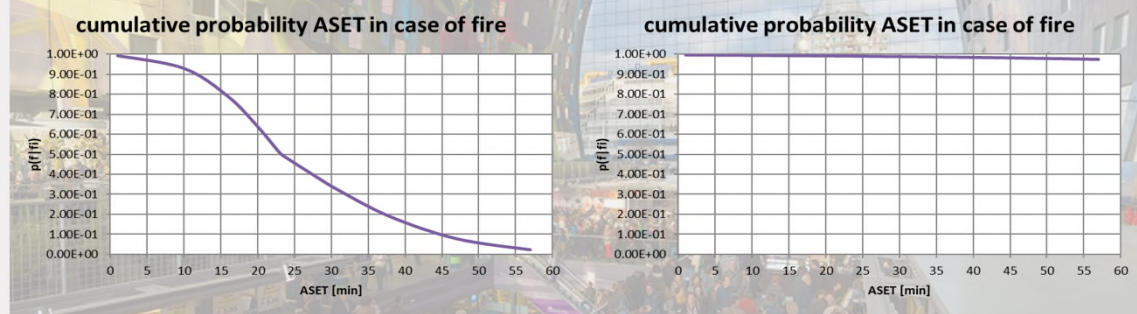


Resultaten

ASET simulaties in cfast (NIST)

Resultaten:

- zonder sprinklerbeveiliging (l) en met sprinklerbeveiliging (r)



En in een opgemengde situatie?

- Groot compartiment met geringe hoogte
- Kleine brandruimte aan een corridor

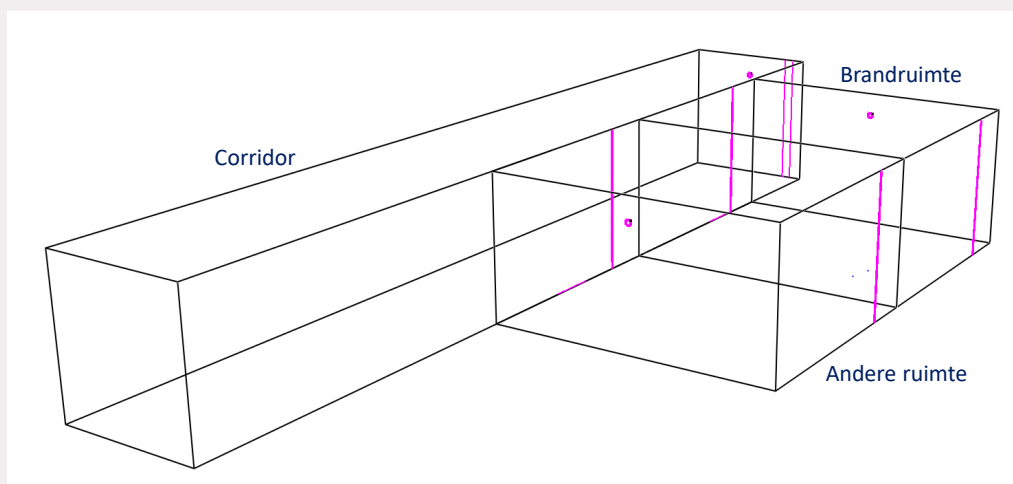
ASET Toetscriteria (geen gezondheidsschade):

- Zichtlengte > 5 meter
- Gastemperatuur < 70 °C

ASET Toetscriteria (overleefbaarheid):

- CO-dosis < 35,000 ppm.min
- O₂ > 60,000 ppm

Kleine brandruimte / corridor



Kleine brandruimte / corridor

Vluchtconcept (Bouwbesluit)

Opgemengde situatie, toetsing in corridor

$ASET > RSET$

Stay-in-place concept

Opgemengde situatie, toetsing in andere ruimte

$ASET > \text{NATUURLIJKE BRANDDUUR}$

Kleine brandruimte / corridor

Actieve brandbeheersing: sprinkler

Quick response (RTI = 35)

Grid 3 x 4 m op 3 m hoogte

Activering Tact = 68 °C

Sproei dichtheid = 2.25 mm/min

Sprinkler activering

JET Algorithm (NIST, Davis)

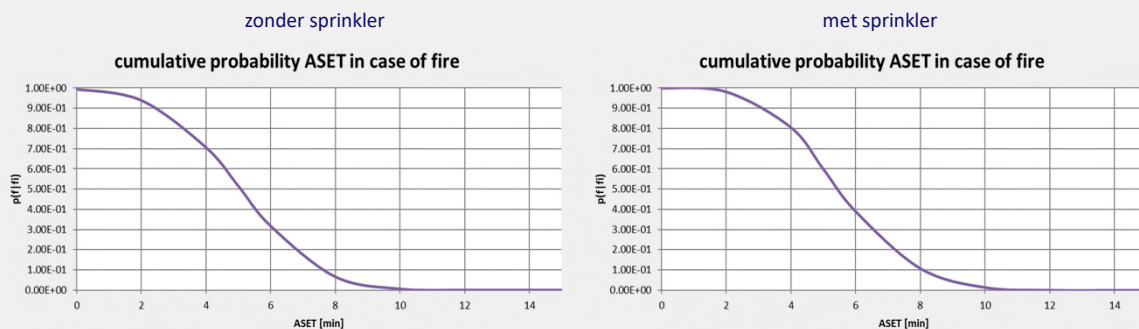
RHR reductie na activering (Evans)

Opgemengde situatie na activering

Resultaten

Toetsing: geen gezondheidsschade in corridor

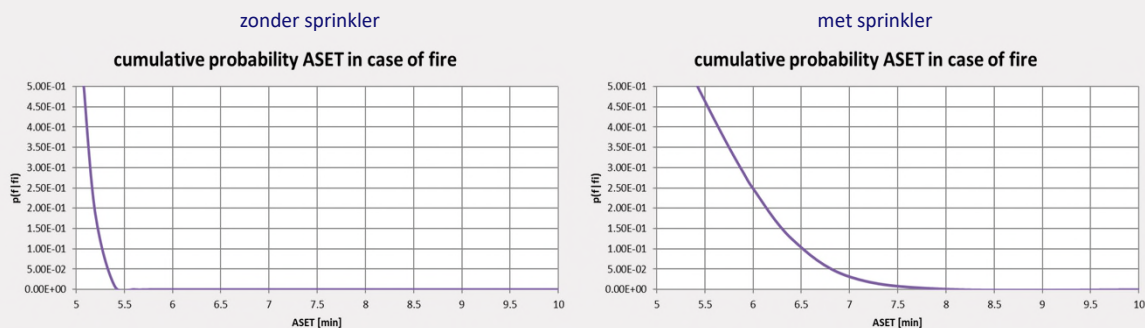
- Zichtlengte > 5 m
- Temperatuur < 70 °C



Resultaten

Toetsing: geen gezondheidsschade in corridor, na openen deur brandruimte

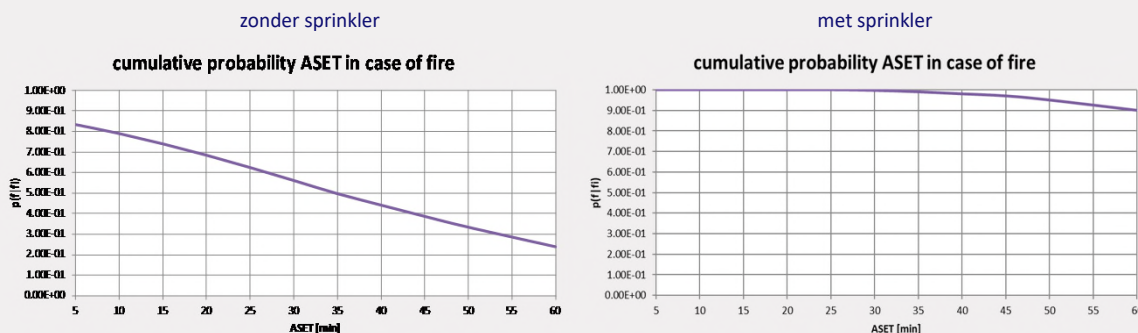
- Zichtlengte > 5 m
- Temperatuur < 70 °C



Resultaten

Toetsing: overleefbaarheid in corridor

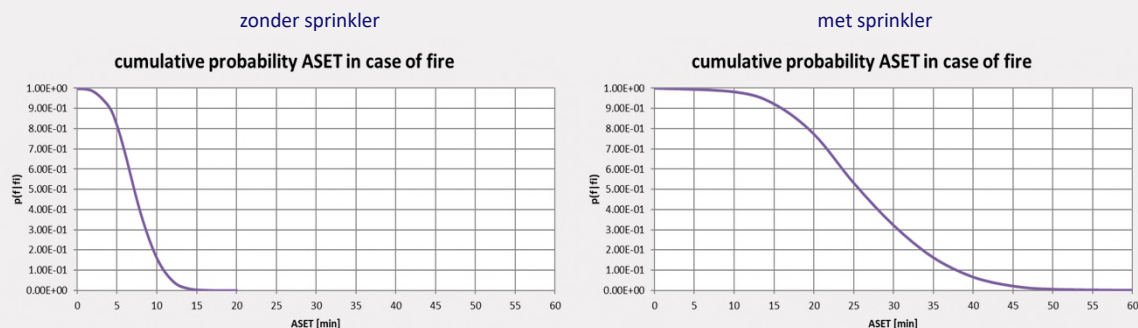
- CO-dosis < 35,000 ppm.min
- O₂ > 60,000 ppm



Resultaten

Toetsing: overleefbaarheid in brandruimte

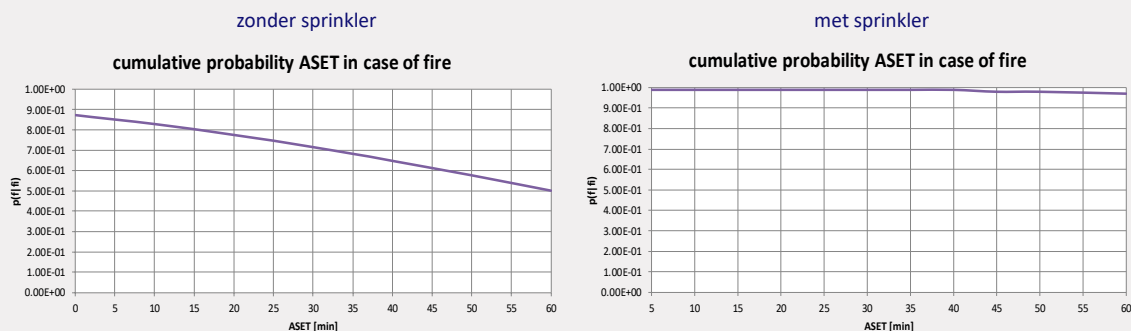
- CO-dosis < 35,000 ppm.min
- O₂ > 60,000 ppm



Resultaten

Toetsing: geen gezondheidsschade in andere ruimte

- Zichtlengte > 5 m
- Temperatuur < 70 °C



Conclusies

Sprinklerbeveiliging verbetert de vluchtveiligheid in grote hoge compartimenten

In grote lage compartimenten is het effect van sprinklerbeveiliging kleiner

Sprinklerbeveiliging verbetert de overleefbaarheid in corridor, brandruimte en andere ruimten

Sprinklerbeveiliging is noodzakelijk bij een stay-in-place concept



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

www.nieman.nl

www.fellowfse.nl