

## Onderzoeksrapport

*Project:*

*Onderzoek Rookbeheersing  
Portiekoplossingen*

**adviesburo**



## Onderzoeksrapport

*Project:*

*Onderzoek Rookbeheersing  
Portiekoplossingen*

i.o.v.

---

Ministerie van Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties  
Postbus 20011  
2500 EA DEN HAAG

---

---

Adviesburo Nieman B.V.  
Vestiging Zwolle

Dr. Van Lookeren Campagneweg 16  
Postbus 40147  
8004 DC ZWOLLE  
T (038) 467 00 30  
F (038) 467 00 40

zwolle@nieman.nl  
www.nieman.nl

Datum 30 september 2011  
Projectnummer z110020aa  
Rapportnummer Wz110020aaA0.lwi

---

---

Opdrachtgever

Ministerie van Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties  
Postbus 20011  
2500 EA DEN HAAG  
T (070) 302 63 02  
F (070) 363 91 53  
vertegenwoordigd door:  
de heer Marcel Balk

---

Omschrijving project

Onderzoeksrapportage -  
Rookbeheersing portiekoplossingen

---

Projectnummers

Nieman z110020aa

---

Datum

30 september 2011

---

Versie

Definitief

---

Uitgevoerd door

Adviesburo Nieman B.V.  
Vestiging Zwolle

ing. H.L. de Witte  
ir. R.A.P. van Herpen

---

Het rapport omvat:

65 pagina's (en 6 bijlagen)

---

## Samenvatting

Het Bouwbesluit 2003 [1] staat onder voorwaarden de portiekoplossing bij woongebouwen toe (artikel 2.157 lid 5). Kenmerk van deze portiekoplossing is dat woningen worden ontsloten op een gemeenschappelijk besloten (inpandig) trappenhuis, waarbij sprake is van één vluchtroute die langs andere woningtoegangsdeuren voert.

In het kader van het nieuwe Bouwbesluit 2012 [4] heeft de NVBR<sup>1</sup> gepleit voor het niet meer toestaan van de portiekoplossing (artikel 2.157 lid 5a, BB 2003) in het Bouwbesluit [1]. De bewoners kunnen namelijk niet zelfstandig vluchten wanneer het portiektrappenhuis ten gevolge van een woningbrand belemmerd is met rook. Daarnaast is uit overleg met de NVBR naar voren gekomen dat de brandweer problemen heeft met het niet snel rookvrij kunnen maken van een portiektrappenhuis. Daardoor is voor de evacuatie van bewoners vaak een redvoertuig nodig.

Het niet meer toestaan van portiekoplossingen is vanuit volkshuisvestingstandpunt van de overheid niet gewenst. Het ministerie van BZK<sup>2</sup> heeft Adviesburo Nieman gevraagd nader onderzoek te doen naar rookbeheersing in deze portiekoplossingen. De hoofdonderzoeksvraag luidt als volgt:

*Welke technische voorzieningen in bestaande en in nieuw te bouwen portiekwoongebouwen zijn haalbaar, om er voor te zorgen dat een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer nog mogelijk is?*

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdonderzoeksvraag is onderzoek uitgevoerd naar:

- De rookbelemmering en rookverspreiding in het trappenhuis en mogelijke technische voorzieningen ter verbetering;
- Buitenlandse regelgeving (Groot-Brittannië, Zweden en Nieuw-Zeeland);
- De kosten van de mogelijke technische voorzieningen;
- Haalbaarheid van de mogelijke technische voorzieningen door middel van een risicogerichte afweging.

Uit het onderzoek blijkt dat bewoners van een portiek (artikel 2.157 lid 5a, BB 2003) zichzelf bij een brand in een portiekwoning niet via het trappenhuis in veiligheid kunnen brengen als gevolg van de rookverspreiding in en naar dat trappenhuis. Een veilige inzet/evacuatie door de brandweer via het portiektrappenhuis is, op basis van dit onderzoek, evenmin mogelijk. Hiermee wordt overigens niet geconcludeerd dat een portiek onveilig is. De woningen zijn voldoende brandwerend afgeschermd van het portiektrappenhuis, zodat ontvluchting in principe niet noodzakelijk is. Echter, dit strookt niet met de visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009, waarin ervan uitgegaan wordt dat de bewoners zichzelf in veiligheid moeten kunnen brengen.

Een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer via het trappenhuis is, op basis van dit onderzoek, wel mogelijk door het toepassen van één van de volgende technische voorzieningen:

<sup>1</sup> Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding

<sup>2</sup> Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

- Overdruktrappenhuis: mechanische toevoerventilatie;
- Mechanische toevoer- in combinatie met natuurlijk afvoerventilatie (rookluiken);
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met natuurlijke toe- en afvoerventilatie in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische afvoer- en natuurlijke toevoerventilatie in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische toevoerventilatie in het trappenhuis.

Met deze combinaties van bron- en effectreductie en met effectreductie in de vorm van mechanische toevoerventilatie (met of zonder natuurlijke afvoerventilatie) wordt de grootste risicoreductie bereikt (tot 80%).

Met alleen bronreductie (drangers op de woningtoegangsdeuren) wordt ook een forse risicoreductie bereikt (tot 76%). Echter een veilige ontvluchting en veilige inzet door de brandweer is op basis van de, in dit onderzoek gehanteerde, grenswaarde voor de zichtlengte niet mogelijk. De optredende zichtlengten zijn te gering. Hierbij moet worden opgemerkt dat als (conservatief) uitgangspunt is aangehouden dat de woningtoegangsdeur van de direct bedreigde woning geopend wordt bij een volledig ontwikkelde brand in de woning. In de praktijk zal de direct bedreigde woning in een eerder stadium worden ontvlucht. De optredende zichtlengten zullen in werkelijkheid dus groter zijn.

Het toepassen van drangers op de woningtoegangsdeuren in de portiek vergt van de technische voorzieningen de laagste kosteninvestering (nieuwbouw: portiek van 10 woningen circa € 6.200,-; bestaande bouw + 20%).

Door de forse risicoreductie (tot 76%) en de laagste kosteninvestering blijkt bronreductie door middel van zelfsluitende woningtoegangsdeuren het meest kostenefficiënt te zijn. Dat wil zeggen dat het veiligheidsrendement van de investering groot is.

De combinaties van bron- en effectreductie en alleen effectreductie in de vorm van mechanische toevoerventilatie (met of zonder natuurlijke afvoerventilatie) zijn minder kostenefficiënt. Met het toepassen van deze voorzieningen wordt wel een hoger veiligheidsniveau bereikt (risicoreductie van 80%).

Uit het onderzoek blijkt daarnaast dat vergelijkbare portiekontsluitingen in het buitenland ook worden toegestaan. Er worden wel aanvullende of andere eisen gesteld als voorwaarde om een ontvluchting vanuit woningen via één trappenhuis te kunnen toestaan. In de onderzochte regelgeving worden daarnaast altijd technische voorzieningen voorgeschreven die er voor zorgen dat er enige vorm van rookbeheersing aanwezig is.

Uiteindelijk leidt dit tot de volgende aanbevelingen, ter verbetering van de condities in een portiektrappenhuis, gedurende de vluchtfase (bewoners) en inzetfase (brandweer):

- Vrijloop deurdrangers op de woningtoegangsdeuren, aangestuurd door rookdetectie in het portiektrappenhuis publiekrechtelijk voorschrijven voor nieuwbouw;

- Vrijloop deurdrangers op de woningtoegangsdeuren, aangestuurd door rookdetectie in het portiektrappenhuis stimuleren voor bestaande bouw, mogelijk is ook hier het publiekrechtelijk voorschrijven een optie;
- De grenswaarden aan de gebruiksoppervlakten van woonfuncties die op het portiektrappenhuis zijn aangewezen kunnen worden vereenvoudigd tot één gemeenschappelijke eis;
- Door deurdrangers op de woningtoegangsdeuren toe te passen kan de WBDBO-eis van 60 minuten voor woningen in portieken met een verblijfsgebied hoger dan 7 m boven het meetniveau mogelijk worden gereduceerd tot 30 minuten, net als voor niet-portiekwoningen. Of het bereikte vluchtveiligheidsniveau hiervoor te allen tijde hoog genoeg is, of dat aanvullende voorzieningen nodig zijn (zoals ventilatie van het portiektrappenhuis) verdient nader onderzoek. In dat nader onderzoek kan tevens worden beschouwd of er meer grenswaarden voor de portiekontsluiting kunnen worden opgerekt bij toepassing van deze aanvullende voorzieningen (deurdrangers en ventilatie van het portiektrappenhuis).

Zwolle, 30 september 2011  
Adviesburo Nieman B.V.



ing. H.L. de Witte



ir. R.A.P. van Herpen

# Inhoudsopgave

	Pagina
<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>Hoofdstuk 1 Inleiding</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Achtergrond en aanleiding</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Onderzoeksvragen</b>	<b>10</b>
1.2.1 <i>Rookverspreiding trappenhuis</i>	11
1.2.2 <i>Buitenlandse regelgeving</i>	11
1.2.3 <i>Kosten technische voorzieningen</i>	11
1.2.4 <i>Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen</i>	11
<b>1.3 Onderzoeksstrategie</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Werkzaamheden/ plan van aanpak</b>	<b>12</b>
<b>1.5 Begeleidingscommissie</b>	<b>13</b>
<b>Hoofdstuk 2 Rookverspreiding trappenhuis</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Afbakening onderzoek</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden</b>	<b>14</b>
2.2.1 <i>Standaard portiekoplossing</i>	14
2.2.2 <i>Stromingsmodel</i>	15
2.2.3 <i>Brandscenario</i>	16
2.2.4 <i>Rookscenario</i>	18
2.2.5 <i>Randcondities en rekenparameters</i>	19
<b>2.3 Beoordeelde technische voorzieningen</b>	<b>19</b>
2.3.1 <i>Deurdrangers</i>	20
2.3.2 <i>Natuurlijke ventilatie</i>	20
2.3.3 <i>Mechanische ventilatie</i>	21
<b>2.4 Toetskader</b>	<b>21</b>
<b>2.5 Resultaten rookverspreidingsonderzoek</b>	<b>22</b>
2.5.1 <i>Referentiesituatie</i>	22
2.5.2 <i>Bronreductie: deurdranger</i>	22
2.5.3 <i>Effectreductie: natuurlijke ventilatie</i>	24
2.5.4 <i>Effectreductie: mechanische ventilatie</i>	25
2.5.5 <i>Combinaties</i>	29
2.5.6 <i>Overzicht resultaten</i>	30
<b>2.6 Analyse rekenresultaten</b>	<b>31</b>
2.6.1 <i>Ventilatiebeheerst versus brandstofbeheerst</i>	31
2.6.2 <i>Referentiesituatie</i>	32
2.6.3 <i>Bronreductie: deurdrangers</i>	33
2.6.4 <i>Effectreductie: natuurlijke ventilatie</i>	34
2.6.5 <i>Effectreductie: mechanische ventilatie</i>	36
2.6.6 <i>Combinaties bron- en effectreductie</i>	37
<b>2.7 Conclusie rookverspreiding</b>	<b>38</b>
<b>Hoofdstuk 3 Buitenlandse regelgeving</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Buitenlandse regelgeving</b>	<b>40</b>
3.1.1 <i>Groot-Brittannië</i>	40
3.1.2 <i>Zweden</i>	43
3.1.3 <i>Nieuw-Zeeland</i>	45
3.1.4 <i>Andere landen</i>	49
<b>3.2 Conclusie buitenlandse regelgeving</b>	<b>49</b>



<b>Hoofdstuk 4</b>	<b>Kosten van technische voorzieningen</b>	<b>50</b>
4.1	Kostenoverzicht	50
4.2	Conclusie kosten technische voorzieningen	50
<b>Hoofdstuk 5</b>	<b>Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen</b>	<b>52</b>
5.1	Haalbaarheid	52
5.1.1	<i>Overzichtsmatrix risicoreductie</i>	52
5.1.2	<i>Betrouwbaarheid</i>	55
5.1.3	<i>Bestaande en nieuwe situaties</i>	56
5.2	Conclusie haalbaarheid	56
5.3	Formulering prestatie-eisen	56
<b>Hoofdstuk 6</b>	<b>Antwoorden op onderzoeksvragen</b>	<b>58</b>
6.1	Rookverspreiding trappenhuis	58
6.2	Buitenlandse regelgeving	59
6.3	Kosten technische voorzieningen	60
6.4	Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen	60
<b>Hoofdstuk 7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>63</b>
7.1	Conclusie	63
7.2	Aanbevelingen	64
<b>Referenties</b>		<b>66</b>

# Hoofdstuk 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en aanleiding

Het Bouwbesluit 2003 [1] staat onder voorwaarden de portiekoplossing bij woongebouwen toe (artikel 2.157 lid 5). Deze portiekoplossing bestaat uit woningen die rond een gemeenschappelijk besloten (inpandig) trappenhuis zijn gebouwd. De woningen worden rechtstreeks ontsloten op het trappenhuis, waarbij sprake is van één vluchtroute die langs andere woningtoegangsdeuren voert.

Uit het onderzoek '*Brandveiligheid portiekwoningen*' [2] naar de evolutie van de brandveiligheidseisen voor deze 'portiekwoningen'<sup>3</sup> binnen de regelgeving blijkt onder andere dat in 1992 de koppeling tussen preventie en repressie is losgelaten in de bouwregelgeving. Deze ontkoppeling komt overeen met de (nieuwe) '*Visie op brandveiligheid*' [3] die in juni 2009 door de rijksoverheid is opgesteld. Hieruit blijkt dat het basisprincipe van veiligheid is dat mensen zichzelf in veiligheid kunnen brengen, voordat de brandweer gearriveerd is. Dit terwijl de brandveiligheidsvoorzieningen voor een portiek er juist op zijn gericht dat bewoners (gebruikers) bij een brand gedurende langere tijd in hun woning kunnen verblijven, totdat zij door de brandweer gered worden. Daartoe is het Bouwbesluit [1] in 2003 zelfs aangescherpt, waardoor voor de WBDBO-eis tussen de woningen in portieken > 7 m boven het meetniveau ten minste 60 minuten geldt. Voor dergelijke portieken is een reductie tot 30 minuten dus niet meer toegestaan.

In het kader van het nieuwe Bouwbesluit 2012 [4] heeft de NVBR<sup>4</sup> gepleit voor het niet meer toestaan van de portiekoplossing (artikel 2.157 lid 5a, BB 2003) in het Bouwbesluit [1]. De bewoners kunnen namelijk niet zelfstandig vluchten in het geval het portiektrappenhuis vol met rook staat. Daarnaast is, uit overleg met de NVBR, naar voren gekomen dat de brandweer problemen heeft met het niet snel rookvrij kunnen maken van een portiektrappenhuis. Daardoor is voor de evacuatie van bewoners vaak een redvoertuig nodig.

Het niet meer toestaan van portiekoplossingen is vanuit volkshuisvestings-tandpunt van de overheid niet gewenst. Dit is de aanleiding geweest om nader onderzoek te doen naar mogelijke technische voorzieningen waarmee de ontvluchting en evacuatie uit deze portiekoplossingen kan worden verbeterd.

## 1.2 Onderzoeksvragen

Naar aanleiding van de aanvraag en startbespreking over het onderzoeksvoorstel zijn een aantal onderzoeksvragen opgesteld. De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

Welke technische voorzieningen in bestaande en in nieuw te bouwen portiekwoongebouwen zijn haalbaar, om er voor te zorgen dat een veilige ontvluch-

<sup>3</sup> De bouwpraktijk kent diverse verschijningsvormen van portieken. Eén eigenschap hebben de verschijningsvormen gemeen: de bewoners maken gebruik van één gemeenschappelijke verkeersruimte om hun woning te ontvluchten.

<sup>4</sup> Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding

ting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer nog mogelijk is?

Uit de hoofdvraag zijn een aantal deelonderzoeksvragen gesteld. In de paragrafen 1.2.1 t/m 1.2.3 zijn deze deelonderzoeksvragen nader toegelicht.

### **1.2.1 Rookverspreiding trappenhuis**

Welke mate van rookbelemmering treedt op binnen een trappenhuis van een standaard portiekwoongebouw (referentiesituatie)?

Met welke technische voorzieningen kan de rookbelemmering in een portiektrappenhuis worden verminderd? Wat is de effectiviteit van deze voorzieningen?

Met welke technische voorzieningen is een veilige ontvluchting en een veilige repressie binnen het trappenhuis van een portiekwoongebouw nog mogelijk?

### **1.2.2 Buitenlandse regelgeving**

Zijn woongebouwen met één trappenhuis in het buitenland toegestaan? Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?

Welke technische voorzieningen zijn gangbaar (worden voorgeschreven) in het buitenland?

Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluitingen uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?

### **1.2.3 Kosten technische voorzieningen**

Wat zijn de kosten van de technische voorzieningen bij nieuw te bouwen portiekwoningen?

Welke stijging geeft dit voor de stichtingskosten van een portiekwoning?

Wat zijn de kosten van deze voorzieningen bij bestaande portiekwoningen?

### **1.2.4 Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen**

Wat is de haalbaarheid van de verschillende technische voorzieningen?

Welke risicoreductie leveren de verschillende technische voorzieningen op?

Welke technische voorzieningen zijn het meest kostenefficiënt?

Welke prestatie-eisen kunnen in de bouwregelgeving worden opgenomen, zodat de vlucht- en inzetfase worden verbeterd?

## 1.3 Onderzoeksstrategie

Om antwoord te kunnen geven op een deel van de onderzoeksvragen is het van belang om inzicht te krijgen in de rookverspreiding naar het trappenhuis. De haalbaarheid van eventuele technische voorzieningen wordt namelijk grotendeels bepaald door de effectiviteit van de voorziening, met andere woorden: door de mate waarin de rookverspreiding wordt verminderd. Onderzoek naar de rookverspreiding is daarom noodzakelijk.

De overige onderzoeksvragen zijn beantwoord op basis van literatuuronderzoek naar buitenlandse bouwregelgeving en input door een externe kostendeskundige.

De onderzoeksvragen over de haalbaarheid en de formulering van prestatie-eisen zijn beantwoord op basis van de uitkomsten uit bovengenoemde deelonderzoeken.

## 1.4 Werkzaamheden/ plan van aanpak

Hieronder worden de verschillende werkzaamheden aangegeven

### **Stap 1: startbespreking**

Deze startbespreking met de begeleidingscommissie heeft plaatsgevonden op 18 maart 2011.

### **Stap 2: uitgangspuntendocument**

Voor aanvang van het deelonderzoek naar de rookverspreiding in het trappenhuis is een uitgangspuntendocument opgesteld. In dit uitgangspunten document zijn onder andere afspraken gemaakt over:

- Het toetskader voor een veilige ontvluchting van bewoners en een veilige inzet door de brandweer;
- Het toe te passen model en daarbij behorende randvoorwaarden en uitgangspunten;
- De te onderzoeken technische voorzieningen.

Het definitieve uitgangspunten document is op 6 april 2010 verzonden naar de begeleidingscommissie. De begeleidingscommissie heeft het uitgangspunten document goed gekeurd.

### **Stap 3: rookverspreiding trappenhuis**

De rookverspreiding naar en in het trappenhuis is inzichtelijk gemaakt met een meerzone luchtstroommodel. Hierbij is uitgegaan van een standaard portiekontsluiting van een woongebouw, die volgens het nieuwe Bouwbesluit 2012 [4] toelaatbaar is. In het onderzoek is onderscheid gemaakt in de volgende principe oplossingen:

- Bron beperkende maatregelen waarmee rookverspreiding naar het trappenhuis wordt voorkomen (bronreductie);
- Rookbeheersing in het trappenhuis tijdens de vluchtfase (effectreductie);
- Rookbeheersing tijdens de inzetfase van de brandweer (effectreductie).

Met de resultaten van het onderzoek naar rookverspreiding is de effectiviteit van de verschillende (technische) voorzieningen beoordeeld.

De voor het onderzoek relevante informatie en resultaten zijn in de vorm van grafieken en tabellen weergegeven.

#### **Stap 4: buitenlandse regelgeving**

In dit deelonderzoek is de bouwregelgeving van de landen: Groot-Brittannië, Zweden en Nieuw-Zeeland beoordeelt voor de in paragraaf 1.2.2 aangegeven onderzoeksvragen.

#### **Stap 5: concept rapportage (1)**

Concept rapportage met weergave van tussenresultaten uit de deelonderzoeken rookverspreiding en buitenlandse regelgeving. Het concept rapport is besproken met de begeleidingscommissie. Dit heeft plaatsgevonden op 16 juni 2011.

#### **Stap 6: kosten technische voorzieningen**

In dit deelonderzoek zijn de kosten van de technische voorzieningen inzichtelijk gemaakt. Er is onderscheidt gemaakt tussen bestaande en nieuw te bouwen portiekwoningen. Hierbij is gebruik gemaakt van een externe kostendeskundige.

#### **Stap 7: haalbaarheid en formulering prestatie-eisen**

De haalbaarheid van de verschillende voorzieningen is beoordeeld voor zowel bestaande als nieuw te bouwen portiekwoningen. Hierbij is ingegaan op de voor- en nadelen van de voorzieningen per fase en doelgroep (bewoners en hulpverlening). Daarbij is een risicogerichte afweging toegepast. Daarnaast is de kostenefficiëntie van de verschillende voorzieningen beoordeeld. Op basis van de uitkomsten is een voorstel voor de formulering van prestatie-eisen op genomen.

#### **Stap 8: concept rapportage (2)**

Concept rapportage (2) van 6 juli 2011.

#### **Stap 9: Definitieve rapportage**

Dit is de rapportage die nu voor u ligt.

## **1.5 Begeleidingscommissie**

Het onderzoek is tot stand gekomen onder begeleiding van de volgende commissie:

De heer M. Balk	Ministerie BZK
De heer J. de Graaf	Veiligheidsregio Rotterdam - Rijnmond
De heer R. Schage	Brandweer Twente

## Hoofdstuk 2 Rookverspreiding trappenhuis

### 2.1 Afbakening onderzoek

De doelstelling van dit rookverspreidingsonderzoek is de effectiviteit van technische voorzieningen vast te stellen, die er voor zorgen dat het trappenhuis in een portiekontsluiting tijdens de vluchtfase en inzetfase van de brandweer (evacuatie) rookvrij is.

Om dit doel te bereiken is een onderzoek naar de rookverspreiding in het trappenhuis noodzakelijk. Hierbij kan gedacht worden aan:

- De hoeveelheid rook die vanuit een woning naar het trappenhuis stroomt;
- De temperatuur en optische dichtheid van de rook in het trappenhuis;
- De opmenging van de rook in het trappenhuis en de verspreiding door het trappenhuis.

Voor het rookverspreidingsonderzoek is gekozen voor een referentiesituatie (standaard portiekopbouw), waarmee de rookverspreiding bij toepassing van de mogelijke technische voorzieningen wordt beoordeeld. Na het eerste start-overleg is afgesproken om een uitgangspuntendocument samen te stellen waarin de relevante uitgangspunten en randvoorwaarden zijn vastgelegd. In paragraaf 2.2 worden deze uitgangspunten en randvoorwaarden nader toegelicht.

Er is bewust gekozen voor een referentiesituatie (standaard portiekopbouw) met vooraf bepaalde uitgangspunten en randvoorwaarden. De referentiesituatie en bijbehorende uitgangspunten/randvoorwaarden zijn dus niet onderworpen aan een uitputtende gevoeligheidsanalyse. De gemaakte keuzes zijn daardoor arbitrair en verlangen mogelijk nader onderzoek. Het voordeel van deze keuzes is dat voor de verschillende varianten dezelfde uitgangspunten en randvoorwaarden gelden, waardoor een eerlijke beoordeling van de resultaten ontstaat. De uitgangspunten en randvoorwaarden zijn conservatief aangehouden.

In de paragraaf 2.2 worden de uitgangspunten en randvoorwaarden nader toegelicht. In paragraaf 2.3 zijn de beoordeelde technische voorzieningen weergegeven. In paragraaf 2.4 wordt ingegaan op het toetskader. In paragraaf 2.5 zijn de resultaten van het rookverspreidingsonderzoek opgenomen. In paragraaf 2.6 is een analyse van de resultaten weergegeven. In paragraaf 2.7 zijn de conclusies van het deelonderzoek opgenomen.

### 2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

#### 2.2.1 Standaard portiekoplossing

Om de rookverspreiding te beoordelen wordt uitgegaan van een standaard portiekopbouw die voldoet aan het (nieuwe) Bouwbesluit 2012 [4]. In bijlage 1 is een principe tekening van de gekozen portiekopbouw weergegeven.

Het trappenhuis wordt opgedeeld in meerdere zones om rookverspreiding door het trappenhuis inzichtelijk te maken. De portiekopbouw heeft de volgende kenmerken:

- Hoogste vloer op 12 m boven maaiveld niveau;
- Per bouwlaag 2 woningen, iedere woning is 80 m<sup>2</sup>;
- In totaal 10 woningen op de portiek met een oppervlak van 800 m<sup>2</sup>, brandcompartiment < 1.000 m<sup>2</sup>.

De oppervlakte van elke afzonderlijke woning is niet relevant voor het beoordelen van het risico van rookverspreiding. Bij grotere woningen zal het aantal woningen op het portiek afnemen. De voorgestelde portiekopbouw met een groot aantal kleine woningen en een grote hoogte van de portiek heeft een hoog risicoprofiel (grootte kans en groot effect).

De rookverspreiding naar het trappenhuis vindt plaats via de woningtoegangsdeur. Voor de woningtoegangsdeur wordt uitgegaan van de minimale afmetingen volgens het Bouwbesluit (0,85 m x 2,3 m). Daarnaast geldt als basis uitgangspunt dat de deur vanaf het begin van de brand (tijdstip 0s) volledig open staat.

## 2.2.2 Stromingsmodel

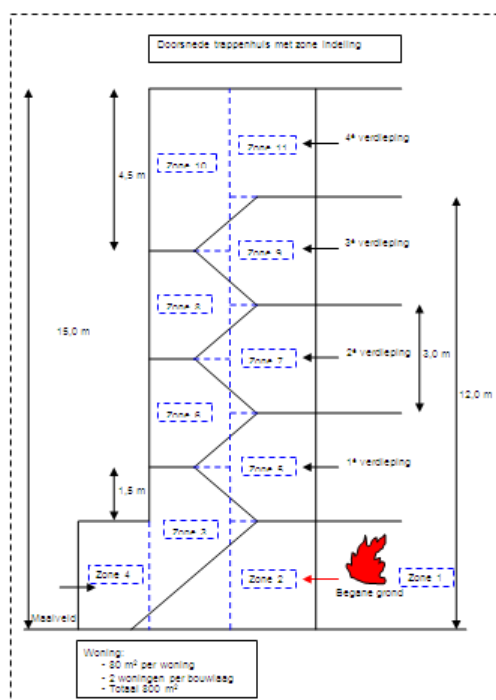
De rookverspreiding naar en in het trappenhuis wordt inzichtelijk gemaakt met een meerzone stromingsmodel. Als stromingsmodel wordt gebruik gemaakt van CFAST (NIST: National Institute of Standards and Technology; US), dat specifiek voor brandsituaties is ontwikkeld. Voor het bepalen van het brandscenario in de brandruimte wordt gebruik gemaakt van OZone (Universiteit van Luik, B.). Dit zonemodel gaat uit van het natuurlijk brandconcept volgens NEN 6055:2009 ontwerp [5].

Er wordt gekozen voor een zonemodel om de gemiddelde ruimtecondities in het trappenhuis inzichtelijk te kunnen maken. Door de geometrie van het trappenhuis zal naar verwachting voor het grootste gedeelte van de vlucht- en inzettfase sprake zijn van een opgemengde situatie. Voor deze situatie is een beoordeling met zonemodellen toereikend.

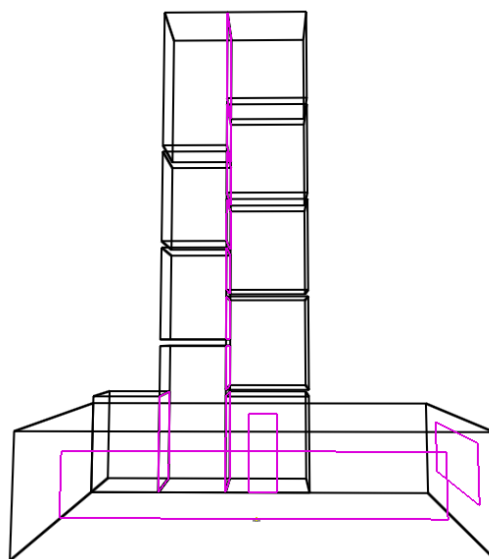
Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 wordt uitgegaan van een standaard portiekopbouw. De standaard portiekopbouw is in het stromingsmodel vereenvoudigd tot 11 zones (zie figuur 1).

Zone 1 is de brandruimte. Het trappenhuis is vereenvoudigd tot 10 zones (zone 2 t/m 11), met horizontale (open) verbindingen ter plaatse van het scheidingsvlak tussen de zones. In het model vindt de rookverspreiding via deze verbindingen plaats.

Met deze onderverdeling in zones en de verbindingen tussen de zones kan de rookverspreiding in het trappenhuis worden beoordeeld.



Figuur 1: Overzicht standaard portiekopbouw



Figuur 2: Overzicht model CFAST

### 2.2.3 Brandscenario

Er wordt uitgegaan van een brand in een woning op de begane grond, omdat deze situatie de grootste rookbelemmering geeft in het trappenhuis. De randvoorwaarden voor het brandscenario zijn bepaald volgens NEN-EN 1991-1-2/NB:2007 [6] (Nationale bijlage bij Eurocode 1). In tabel 1 zijn de randvoorwaarden voor het brandscenario opgenomen.

Tabel 1: Randvoorwaarden brandscenario

#### Uitgangspunten volgens nationale bijlage bij eurocode 1 (NEN-EN 1991-1-2/NB:2007 [6]):

- Vuurbelasting  $870 \text{ MJ/m}^2$  (80% fractiel waarde).
- Referentievermogensdichtheid  $250 \text{ kW/m}^2$  (normaal).
- Branduitbreidingsnelheid 300 s (medium).
- Uitgangspunt is een stationaire brand (snelle flash-over).
- Verbrandingswaarde voor het totaal aan brandbare materialen in de woning  $17,5 \text{ MJ/kg}$  voor cellulose brandstof volgens NEN 6055:2009 ontwerp [5].

Het uitgangspunt voor het brandscenario is een stationair vermogen dat optreedt nadat flash-over heeft plaatsgevonden in de woning. De verwachting is namelijk dat:

- de direct bedreigde woning wordt ontvlucht (vlak) voordat flash-over in (een deel van) de woning heeft plaatsgevonden;
- de niet direct bedreigde woningen worden ontvlucht nadat flash-over in de direct bedreigde woning heeft plaatsgevonden.

Het brandvermogensscenario met daarin het flash-over moment wordt sterk bepaald door het aantal openingen in de gevel en het bezwijkmoment van deze gevelopeningen. Er wordt onderscheid gemaakt in twee vermogensscenario's:

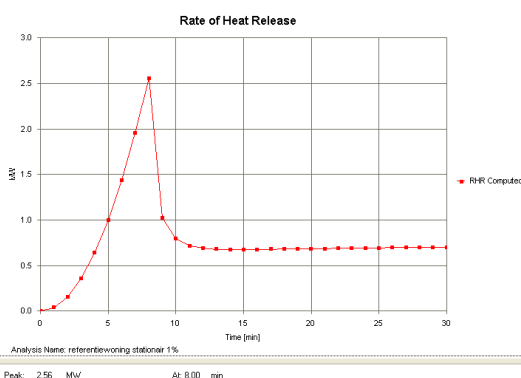


- De gevelopeningen zijn niet bezweken. Er is sprake van een ventilatiebeheerste brand. Uitgangspunt volgens NEN 6055:2009 ontwerp [4]: 1% van de uitwendige scheidingsconstructie (2 gevels) is open;
- De gevelopeningen zijn bezweken. Er is nog juist sprake van een brandstofbeheerste brand. Na flash-over komt het volledige vermogen tot ontwikkeling.

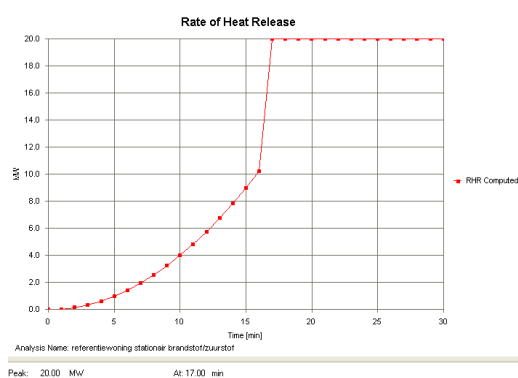
Bij de variant 'ventilatiebeheerst' wordt er vanuit gegaan dat de gevelopeningen van de brandende woning niet zijn bezweken. Dit is niet alleen van invloed op het brandscenario. Bij een sterk gesmoorde brand is er ook sprake van lagere rookproductie. Daarentegen bevat de rook veel onverbrande gasen door de beperkte toevoer van zuurstof. Door de niet bezweken gevelopeningen stroomt er relatief gezien meer rook naar het trappenhuis. De onverbrande gasen in deze rook kunnen ter plaatse van de woningtoegangsdeur tot ontbranding komen (uitslaande vlammen). Dit geeft een extra belemmering voor het veilig vluchten in het trappenhuis.

Bij de variant 'brandstofbeheerst' is er in principe geen sprake van uitslaande vlammen. De gevelopeningen in de brandende woning zijn bezweken en er wordt voldoende zuurstof toegevoerd om alle brandstof tot ontbranding te brengen. Dit heeft tevens de grootste rookproductie tot gevolg. Via de gevelopeningen wordt een deel van het brandvermogen via de rook afgevoerd. Via de woningtoegangsdeur vindt rookverspreiding naar het trappenhuis plaats. Ter plaatse van de woningtoegangsdeur is geen sprake van uitslaande vlammen door zuurstoftekort. Vlammen van de brandhaard kunnen hier echter ook voor een belemmering zorgen.

Beide situaties zijn beoordeeld met Ozone. In figuur 3 en 4 zijn de berekende vermogensscenario's weergegeven. In bijlage 2 zijn de volledige rekenresultaten opgenomen.



Figuur 3: Vermogensscenario ventilatiebeheerste brand



Figuur 4: Vermogensscenario brandstofbeheerste brand

Uit de resultaten blijkt dat voor de ventilatiebeheerste brand een stationair vermogen wordt gevonden van 0,7 MW. Dit vermogen treedt op na ongeveer 10 minuten. Er is geen sprake van flash-over in de woning. De brand wordt al gesmoord voordat flash-over kan plaatsvinden.

Voor de brandstofbeheerste brand wordt een stationair vermogen gevonden van 20 MW. Dit treedt op na 17 minuten. Met de uitgangspunten uit tabel 1 duurt het relatief lang voordat flash-over optreedt. In werkelijkheid zal flash-over eerder plaatsvinden door de indeling in verschillende ruimten binnen de woning. In bijvoorbeeld een woonkamer in de woning treedt eerder flash-over

op door kleinere ruimteafmetingen en inwendige begrenzingen die gedurende het lokale brandscenario stand houden. Na flash-over in deze woonkamer staat niet direct de gehele woning in brand. De aanwezige personen in de woning zullen naar verwachting starten met de ontvluchting vlak voor of net nadat flash-over in een ruimte binnen de woning heeft plaatsgevonden.

In het zonemodel (CFAST) worden beide brandscenario's vanaf tijdstip 0s stationair opgelegd. Hierbij wordt rekening gehouden met de openingen zoals berekend met Ozone.

In werkelijkheid zal het brandscenario naar verwachting tussen beide uitersten in liggen. Voor toekomstige nieuwbouwwoningen worden de eisen voor onder andere luchtdichtheid en energiezuinigheid steeds strenger. Met als gevolg:

- een luchtdichtere uitwendige scheidingsconstructie (gevels);
- gevels en beglazing (driedubbel glas) met een hogere thermische isolatie;
- en uitsluitend mechanische ventilatie.

Bij deze (passieve) woningen zal de zuurstoftoevoer via (bezweken) openingen in de gebouwschil sterk afnemen. Een ventilatiebeheerste brand zonder dat flash-over optreedt tijdens de vlucht- en inzetfase wordt voor deze toekomstige portiekwoningen dus steeds waarschijnlijker.

Voor huidige en bestaande woningen is een ventilatiebeheerste brand na flash-over of een brandstofbeheerste brand na flash-over tijdens de vlucht- en inzetfase waarschijnlijker. In deze woningen zal er sprake zijn van zuurstof toevoer via de gebouwschil en/of via de sneller bezweken gevelopeningen (enkel glas of dubbel glas). Afhankelijk van de zuurstof toevoer in relatie tot het brandvermogen is er sprake van een ventilatiebeheerste of brandstofbeheerste brand na flash-over.

Het brandscenario is dus sterk afhankelijk van de situatie. Met de keuze voor beide uitersten wordt er vanuit gegaan dat een worst-case scenario wordt beschouwd.

## 2.2.4 Rookscenario

Voor het rookscenario worden de volgende randvoorwaarden aangehouden:

*Tabel 2: Randvoorwaarden rookscenario*

<b>Uitgangspunten voor beoordeling van de rookdichtheid en zichtlengte:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rookpotentieel <math>100 \text{ m}^{-1} \cdot \text{m}^3/\text{kg}</math>; cellulose brandstof (vultijdenmodel 96-CVB-R0330 [7]).</li> <li>• Zichtlengte <math>Z = 1,3/\text{RD}</math>; uitgangspunt zwarte rook (Principles of Fire Behavior 1998, hoofdstuk 8 [8])</li> <li>• Verbrandingswaarde voor het totaal aan brandbare materialen in de woning <math>17,5 \text{ MJ/kg}</math> voor cellulose brandstof volgens NEN 6055:2009 ontwerp [5].</li> </ul>

Zoals aangegeven wordt uitgegaan van een cellulose brand. Bij de verbranding van cellulose ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ ) worden  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  en vaste rookdeeltjes geproduceerd. Zoals aangegeven in tabel 2 wordt rekening gehouden met een rookpotentieel van  $100 \text{ m}^{-1} \cdot \text{m}^3/\text{kg}$ . Dit impliceert, bij een massafractie van de brandstof die in vaste rookdeeltjes wordt omgezet van 2,5 % (soot yield), een zichtmassacoëfficiënt (mass extinction coëfficiënt) van ongeveer  $4.000 \text{ kg/m}^2$ .

## 2.2.5 Randcondities en rekenparameters

De aangehouden begintemperatuur in het model en omgevingstemperatuur is 20 °C. Er wordt gerekend met windstil weer.

De berekeningen worden uitgevoerd met een stationaire woningbrand. Voor de rookverspreiding binnen het trappenhuis wordt een simulatieduur van 30 minuten gehanteerd. Deze simulatieduur is voldoende om de effectiviteit van de verschillende technische voorzieningen te beoordelen. Er is bewust voor gekozen om geen rekening te houden met de tijdsduur volgens het normatief brandverloop uit de algemene toelichting van het Bouwbesluit 2003 [1]. Dit normatief brandverloop geeft namelijk geen goede weergave van de ontvluchting in de praktijk.

In het model wordt rekening gehouden met de afkoeling van de rook aan de begrenzings. De volgende materiaaleigenschappen worden aangehouden:

Tabel 3: Materiaaleigenschappen

Onderdeel	Warmtegeleidingscoëfficiënt [W/m.K]	Soortelijke warmte [J/kg.K]	Soortelijk gewicht [kg/m <sup>3</sup> ]	Emissiviteit [-]
Vloeren (beton) *	1,75	1000	2200	0,94
Wanden (bakstenen) *	0,72	835	1920	0,9

\* Deze waarden komen uit de database behorend bij CFAST

## 2.3 Beoordeelde technische voorzieningen

Na overleg met de beoordelingscommissie is besloten om de volgende technische voorzieningen te beoordelen:

Tabel 4: Overzicht beoordeelde technische voorzieningen

Technische voorzieningen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronreductie: Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Scenario 1: deur volledig open gedurende 1 minuut;</li> <li>○ Scenario 2: deur volledig open gedurende 0,5 minuut;</li> <li>○ In dichte toestand wordt uitgegaan van lekverliezen ten gevolge van kieren en naden. Deze lekverliezen bedragen 0,37% van het oppervlak van de deur</li> </ul> </li> <li>• Effectreductie: Ventilatie:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rookluiken voor de inzetfase van brandweer, handmatig bedient:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zonder natuurlijke toevoer;</li> <li>▪ Met natuurlijke toevoer (toegangsdeur trappenhuis).</li> </ul> </li> <li>○ Gestuurde rookluiken voor vlucht- en inzetfase:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zonder natuurlijke toevoer;</li> <li>▪ Met natuurlijke toevoer (toegangsdeur trappenhuis).</li> </ul> </li> <li>○ Gestuurde mechanische afvoer in het dak voor vlucht- en inzetfase:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zonder natuurlijke toevoer (onderdruk);</li> <li>▪ Met natuurlijke toevoer (toegangsdeur trappenhuis).</li> </ul> </li> <li>○ Gestuurde mechanische toevoer voor vlucht- en inzetfase:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zonder afvoer (overdruk);</li> <li>▪ Met natuurlijke afvoer in het dak van het trappenhuis.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

In de beoordeling van de technische voorzieningen wordt geen rekening gehouden met vertragingen (tijd) van eventuele sturingen. Alle voorzieningen worden verondersteld vanaf tijdstip 0s in werking te treden. Dit is in overeen-

stemming met de gekozen beoordeling met zonemodellen en het gekozen stationaire brandscenario.

In de paragrafen 2.3.1 t/m 2.3.3 worden de uitgangspunten bij de verschillende technische voorzieningen uit tabel 4 nader toegelicht.

### 2.3.1 Deurdrangers

Zoals in tabel 4 is aangegeven wordt rekening gehouden met 2 scenario's voor het sluiten van de woningtoegangsdeur door een deurdranger. Gedurende het aangegeven tijdstraject wordt de deur volledig (100%) open beschouwd. In deze fase kan de rook dus onbelemmerd naar het trappenhuis toe stromen.

Voor de tijd dat de deur volledig (100%) open staat (bij de aanwezigheid van een dranger) zijn geen standaard richtwaarden beschikbaar. De tijdsduur is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder:

- De voorziening die zorgt voor de zelfsluitendheid (sluitmechanisme) en eventuele sturingen (rookmelders, geïntegreerd of gekoppeld);
- Het aantal en de persoonsgebonden kenmerken van de vluchtende personen;
- Openingshoek van de deur.

De in de tabel aangegeven aannames zijn naar verwachting worst-case uitgangspunten die rekening houden met bovenstaande factoren.

Na het sluiten van de deur zal er nog steeds sprake zijn van rookverspreiding via kieren en naden rondom de deur. Op basis van gegevens van het AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) [9] zijn de lekverliezen ten gevolge van kieren en naden bepaald. Deze lekverliezen komen overeen met een percentage ten opzichte van de oppervlakte van de deur van 0,37%. Bij voldoende verhitting zullen de voorzieningen in de brandwerende deur (opschuimende strips) de rookverspreiding via deze kieren voorkomen. Als worst-case uitgangspunt wordt aangenomen dat rookverspreiding via kieren gedurende de het gehele brandscenario optreedt.

### 2.3.2 Natuurlijke ventilatie

Bij deze technische oplossing wordt rekening gehouden met natuurlijke afvoerventilatie via rookluiken in het dak van het trappenhuis. Daarnaast wordt rekening gehouden met een variant waarbij tevens natuurlijke toevoerventilatie plaats vindt via de toegangsdeur van het trappenhuis (of gevelopeningen).

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Oppervlak rookluiken 1 m<sup>2</sup> (afvoer);
- Afmetingen toegangsdeur trappenhuis 0,85 x 2,3 m (toevoer);
- De ventilatievoorzieningen worden opengestuurd door rookdetectie in het trappenhuis. Er wordt geen rekening gehouden met een detectietijd. De voorzieningen zijn vanaf tijdstip 0s open.

### 2.3.3 Mechanische ventilatie

Bij deze technische oplossing wordt onderscheidt gemaakt tussen mechanische afvoerventilatie via het dak of mechanische toevoerventilatie via de gevel. De effectiviteit van deze voorzieningen wordt sterk bepaald door het opgelegde ventilatiedebiet.

Voor de technische voorzieningen: mechanische afvoer (onderdruk), mechanische afvoer met natuurlijke toevoer en mechanische toevoer met natuurlijke afvoer wordt rekening gehouden met een ventilatiedebiet overeenkomstig een luchtsnelheid van 1 m/s over de horizontale doorsnede van het trappenhuis. Dit komt overeen met een debiet van  $(2,6 \times 4,5 \times 1 =) 11,7 \text{ m}^3/\text{s}$  oftewel  $42.120 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Daarnaast gelden de volgende uitgangspunten:

- Afmetingen mechanische toe- en afvoer  $0,5 \text{ m}^2$ ;
- Oppervlak natuurlijke afvoer (rookluik)  $1 \text{ m}^2$ ;
- Natuurlijke toevoer via toegangsdeur trappenhuis (of gevelopeningen), afmetingen  $0,85 \times 2,3 \text{ m}$ ;
- De ventilatievoorzieningen worden opengestuurd door rookdetectie in het trappenhuis. Er wordt geen rekening gehouden met een detectietijd. De voorzieningen zijn vanaf tijdstip 0s open.

Voor de technische oplossing: mechanische toevoer (overdruk) wordt rekening gehouden met een ventilatieprincipe volgens systeem D uit NEN-EN 12101-6 [10]. In eerste instantie betekent dit dat er een minimale luchtsnelheid over de woningtoegangsdeur en de toegangsdeur van het trappenhuis gerealiseerd moet worden van  $0,75 \text{ m/s}$ . Dit komt overeen met een ventilatiedebiet van  $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $10.557 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Uit de eerste verkennende berekeningen is gebleken dat bij dit ventilatiedebiet nog steeds sprake is van rookverspreiding naar het trappenhuis. Er is ook een berekening uitgevoerd met een ventilatiedebiet van  $11,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $42.120 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Bij dit debiet vindt er geen rookverspreiding meer plaats.

Vanwege de compatibiliteit van CFAST zijn de openingen in gevels van de woningen in het model bij de brandstofbeheerste situatie aangepast (volledige breedte van de gevel). Voor alle berekeningen met mechanische ventilatie zijn dezelfde uitgangspunten aangehouden.

## 2.4 Toetskader

Om te kunnen bepalen of een veilige ontvluchting door bewoners en een veilige inzet/evacuatie door de brandweer via het trappenhuis mogelijk is, is het nodig om hiervoor een definitie te geven en daarin prestatie-eisen te formuleren ten aanzien van temperatuur, zichtlengte en eventueel stralingsflux.

Hierbij wordt met een veilige ontvluchting en veilige inzet bedoeld dat de grenswaarden (ruimtecondities) in het trappenhuis zodanig dienen te zijn dat een ontvluchting door de bewoners en een inzet door de brandweer (repressie) nog juist mogelijk is.

In overleg met de begeleidingscommissie is een veilige ontvluchting en een veilige inzet nog juist mogelijk indien in het trappenhuis voldaan wordt aan de volgende grenswaarden (ruimtecondities):

- temperatuur  $\leq 70 \text{ }^\circ\text{C}$  (bewoners);  $\leq 130 \text{ }^\circ\text{C}$  (hulpverleners);

- zichtlengte voor niet-lichtgevende objecten  $\geq$  afmetingen trappenhuis / afmetingen persoon 2 m.

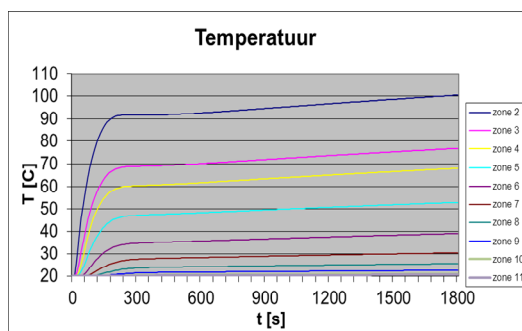
Hierbij wordt uitgegaan van een opgemengde situatie. Voor de zichtlengte wordt er vanuit gegaan dat een vluchtende persoon zijn eigen voeten nog moet kunnen zien om veilig over een trap te kunnen vluchten.

Onder deze condities wordt verondersteld dat een veilige ontvluchting nog mogelijk is en dat de hulpverlening (brandweer) met beschermende kleding nog juist een evacuatie-ondersteuning kan bieden bij de overige woningen.

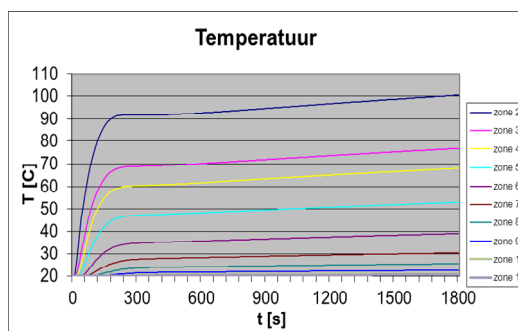
## 2.5 Resultaten rookverspreidingsonderzoek

### 2.5.1 Referentiesituatie

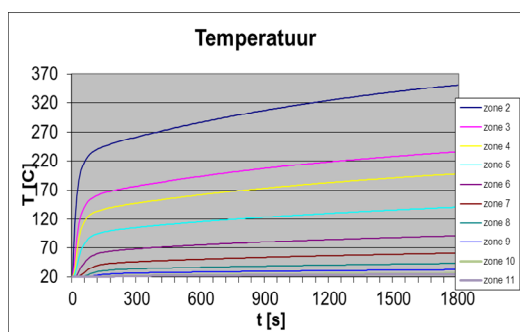
Zoals aangegeven in paragraaf 2.2.3 wordt er uitgegaan van twee basismodellen (referentiesituatie). Een ventilatiebeheerst basismodel en een brandstofbeheerst basismodel. In deze modellen wordt uitgegaan van het bijbehorende brandvermogensscenario. In figuur 5 t/m 8 zijn de resultaten van de basismodellen weergegeven. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.1.



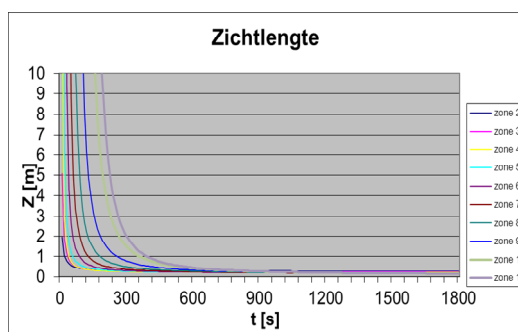
Figuur 5: Temperatuur verschillende zones basismodel ventilatiebeheerste brand



Figuur 6: Zichtlengte verschillende zones basismodel ventilatiebeheerste brand



Figuur 7: Temperatuur verschillende zones basismodel brandstofbeheerste brand



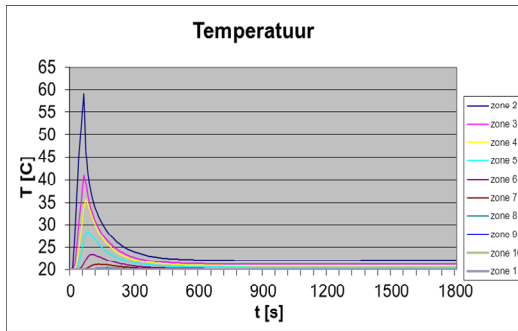
Figuur 6: Zichtlengte verschillende zones basismodel brandstofbeheerste brand

### 2.5.2 Bronreductie: deurdranger

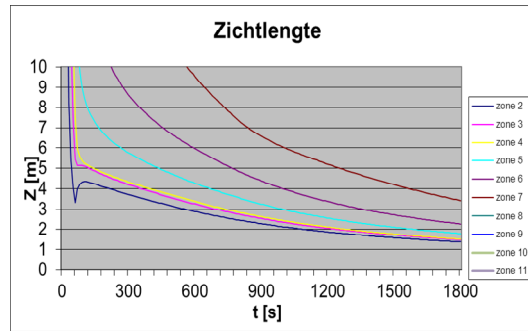
#### Deurdranger 60 s

In deze variant zijn de basismodellen aangevuld met een deurdranger volgens de uitgangspunten uit paragraaf 2.3. In figuur 9 t/m 12 zijn de resultaten van

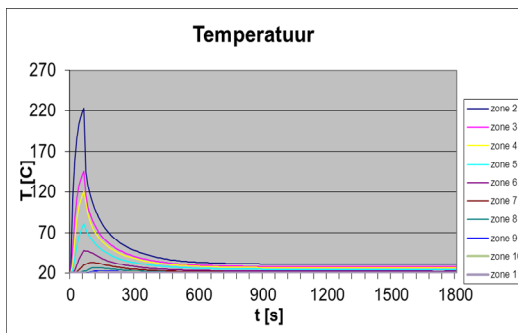
de modellen weergegeven, waarbij de deur gedurende 60 seconden volledig open staat. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.2.



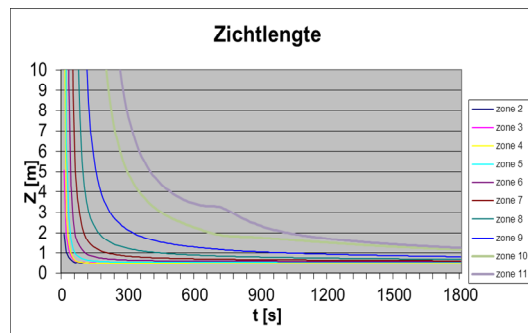
*Figuur 9: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 60 s*



*Figuur 10: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 60 s*



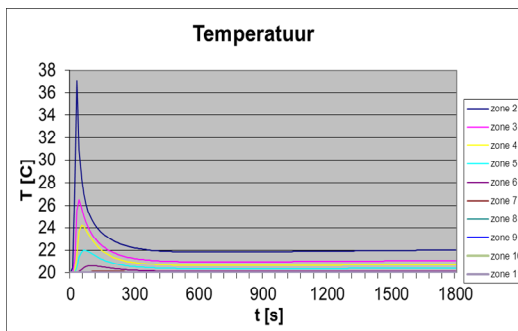
*Figuur 11: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 60 s*



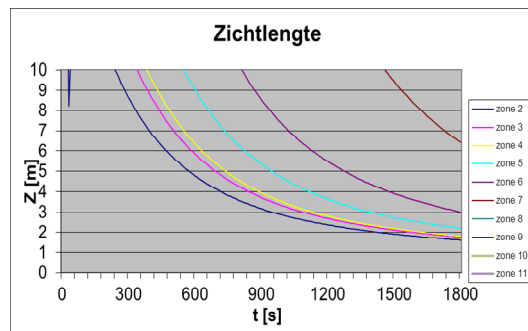
*Figuur 12: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 60 s*

**Deurdranger 30 s**

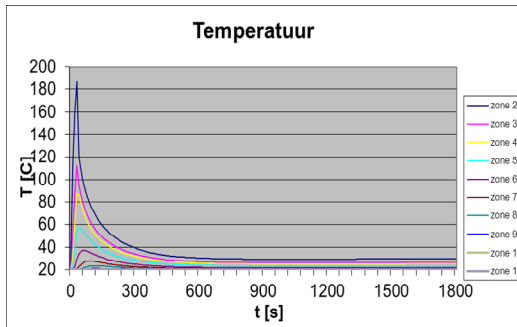
In figuur 13 t/m 16 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij de deur gedurende 30 seconden volledig open staat. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.3.



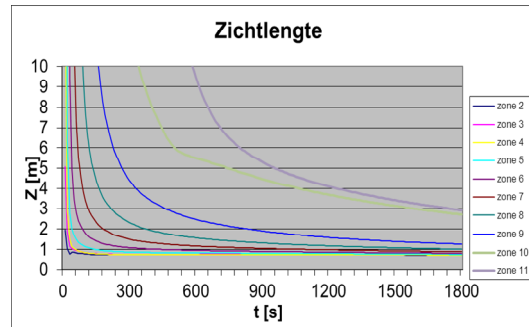
*Figuur 13: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 30 s*



*Figuur 14: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 30 s*



Figuur 15: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 30 s



Figuur 16: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 30 s

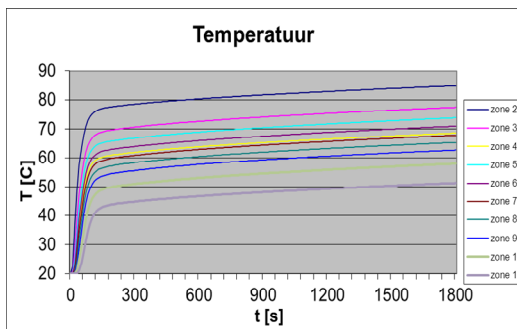
### 2.5.3 Effectreductie: natuurlijke ventilatie

In deze varianten zijn de basismodellen aangevuld met natuurlijke ventilatie via rookluiken in het dak van het trappenhuis. In paragraaf 2.3 wordt onderscheid gemaakt tussen rookluiken voor de inzetfase van de brandweer, handmatig bediend en gestuurde rookluiken voor vlucht- en inzetfase. In de figuren 17 t/m 20 zijn alleen de resultaten van de gestuurde rookluiken opgenomen.

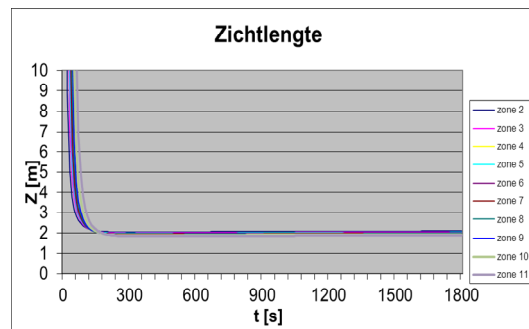
De effectiviteit van de handmatig bediende rookluiken door de brandweer zijn sterk tijdsafhankelijk en dus slecht voorspelbaar. Vooralsnog wordt deze tijdsafhankelijkheid niet nader ingevuld. De haalbaarheid van deze technische oplossing zal moeten worden beoordeeld op basis van de resultaten uit de basismodellen en de onderstaande resultaten voor de gestuurde rookluiken.

#### Natuurlijke afvoer zonder toevoer

In figuur 17 t/m 20 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij rookluiken zijn opgenomen in het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.4.

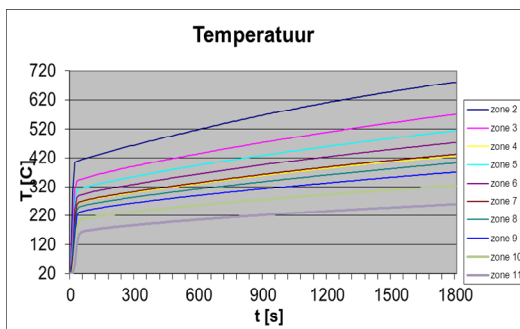


Figuur 17: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken

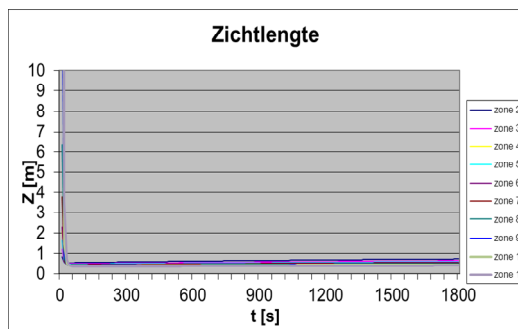


Figuur 18: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken





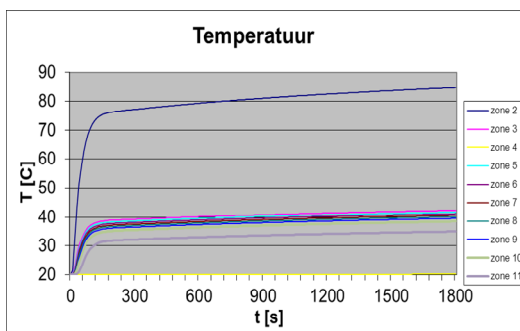
Figuur 19: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken



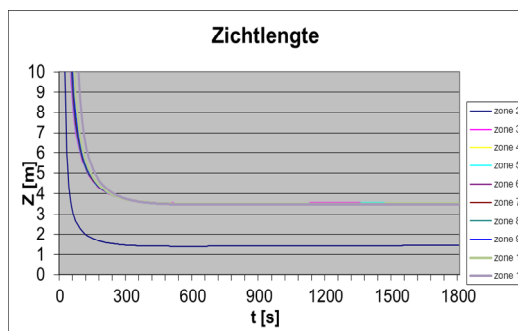
Figuur 20: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken

**Natuurlijke afvoer met toevoer**

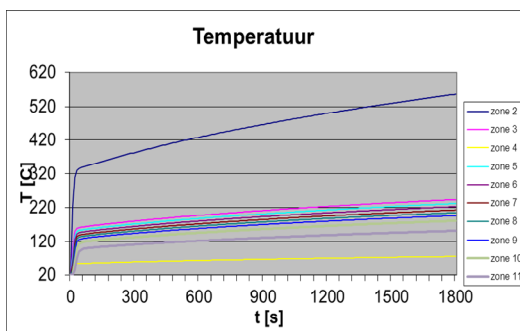
In figuur 21 t/m 24 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij rookluiken en natuurlijke toevoer zijn opgenomen in het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.5.



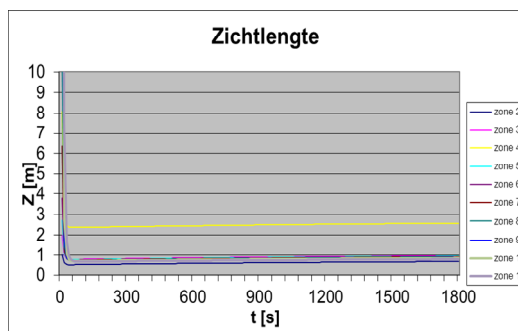
Figuur 21: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer



Figuur 22: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer



Figuur 23: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer



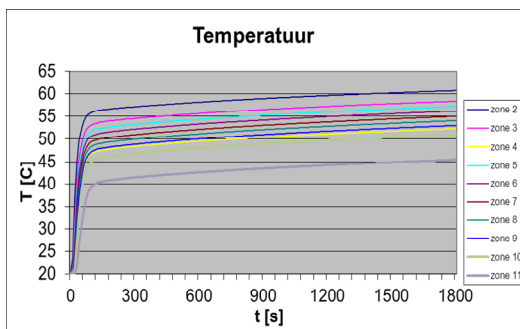
Figuur 24: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer

**2.5.4 Effectreductie: mechanische ventilatie**

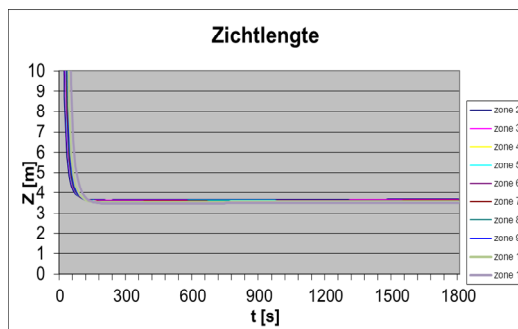
In deze varianten zijn de basismodellen aangevuld met mechanische ventilatie. In paragraaf 2.3 wordt onderscheid gemaakt in vier varianten: mechanische afvoer met en zonder natuurlijke toevoer en mechanische toevoer met en zonder natuurlijke afvoer.

**Mechanische afvoer zonder natuurlijke toevoer (onderdruk)**

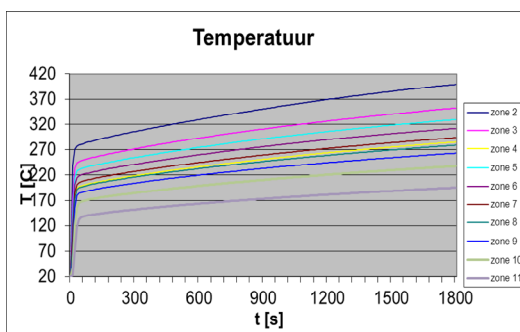
In figuur 25 t/m 28 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische afvoer (onderdruk) is opgenomen in het dak van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.6.



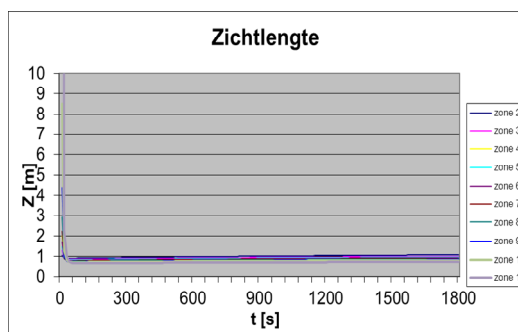
*Figuur 25: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*



*Figuur 26: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*



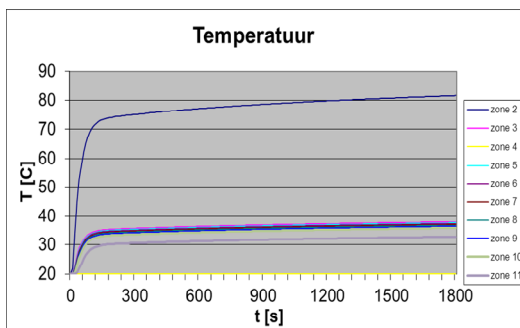
*Figuur 27: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*



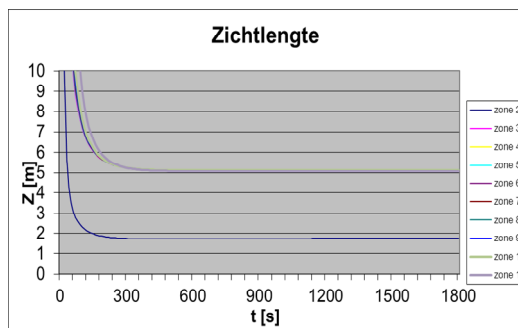
*Figuur 28: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*

**Mechanische afvoer met natuurlijke toevoer**

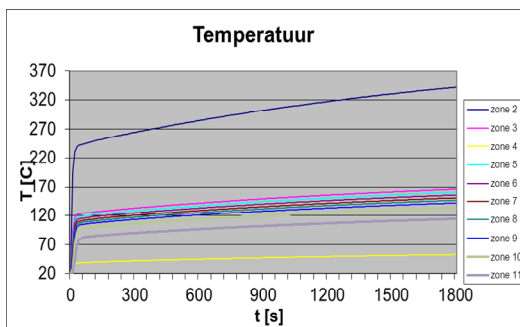
In figuur 29 t/m 32 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische afvoer is opgenomen in het dak en natuurlijke toevoer in de gevel van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.7.



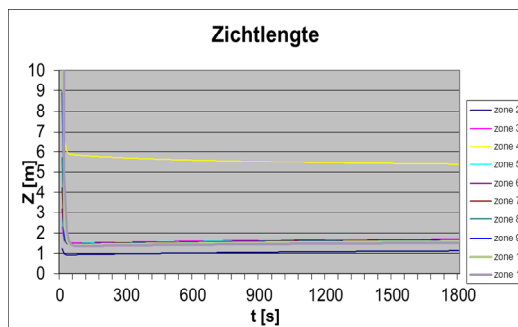
*Figuur 29: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer*



*Figuur 30: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer*



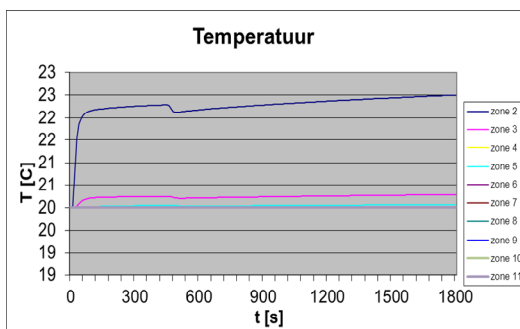
Figuur 31: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer



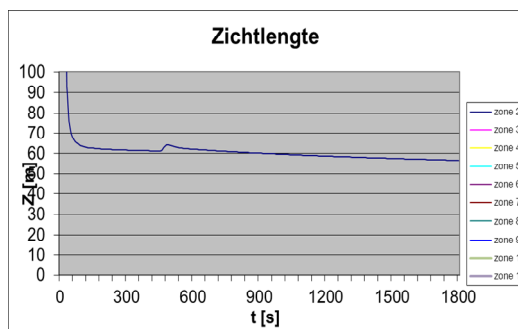
Figuur 32: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer

**Mechanische toevoer zonder natuurlijke afvoer (overdruk)**

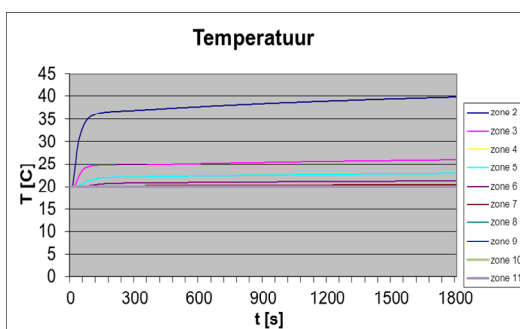
In figuur 33 t/m 36 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische toevoer is opgenomen in de gevel van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.8.



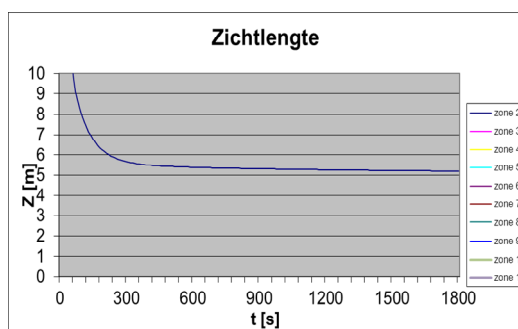
Figuur 33a: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.557 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



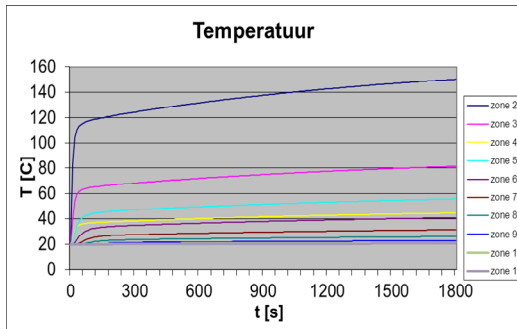
Figuur 34a: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.557 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



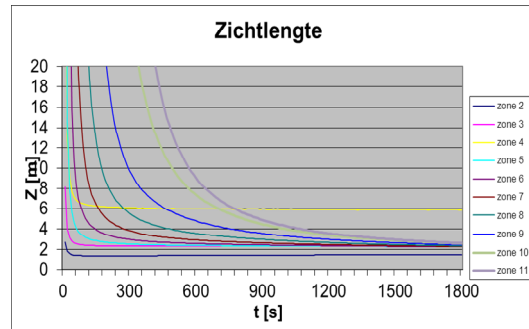
Figuur 33b: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



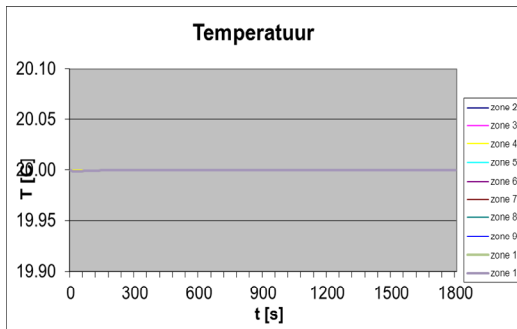
Figuur 34b: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



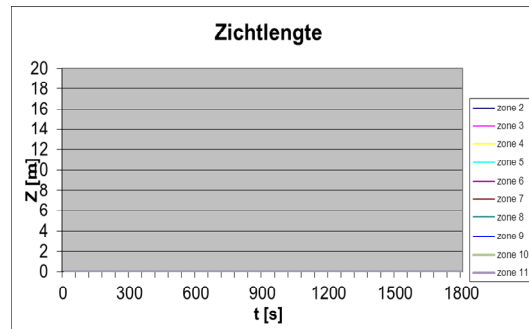
Figuur 35a: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



Figuur 36a: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



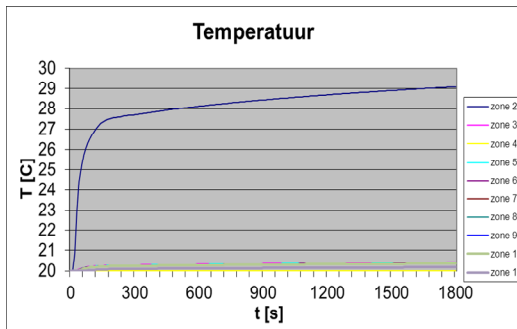
Figuur 35b: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



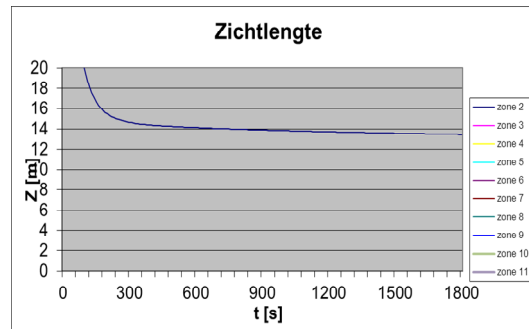
Figuur 36b: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)

**Mechanische toevoer met natuurlijke afvoer**

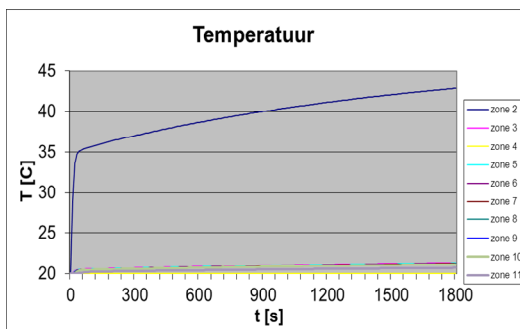
In figuur 37 t/m 40 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische toevoer is opgenomen in de gevel en natuurlijke afvoer in het dak van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.9.



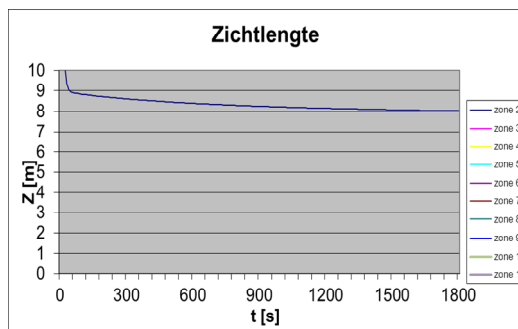
Figuur 37: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer en natuurlijke afvoer



Figuur 38: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer en natuurlijke afvoer



Figuur 39: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer en natuurlijke afvoer



Figuur 40: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer en natuurlijke afvoer

### 2.5.5 Combinaties

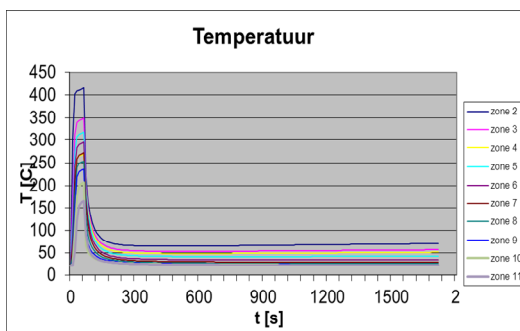
In deze varianten zijn combinaties van technische oplossingen beoordeeld. Er wordt onderscheidt gemaakt in vier varianten:

- deurdrangers met natuurlijke afvoerventilatie;
- deurdrangers met natuurlijke toe- en afvoerventilatie;
- deurdrangers met mechanische afvoerventilatie;
- deurdrangers met mechanische afvoer- en natuurlijke toevoerventilatie.

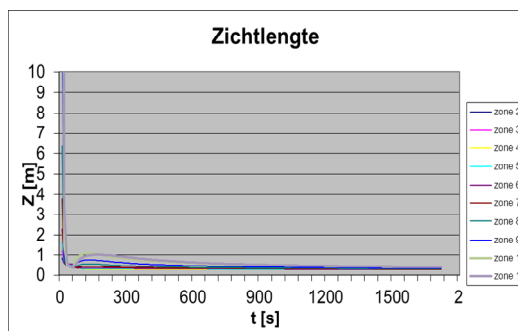
Bij de varianten is alleen het brandscenario met de brandstofbeheerste brand weergegeven aangezien dit het worst-case scenario is.

#### Deurdrangers met natuurlijke ventilatie

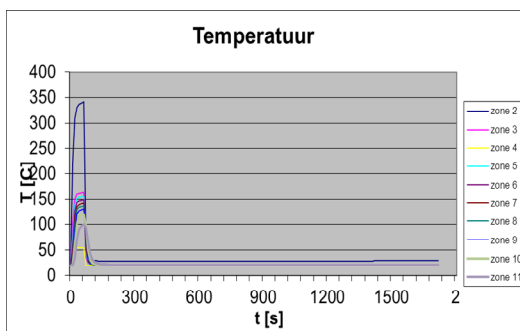
In figuur 41 t/m 44 zijn de resultaten van de modellen weergegeven. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.10.



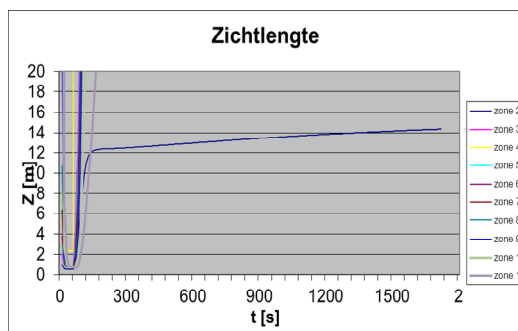
Figuur 41: Temperatuur verschillende zones model deurdranger natuurlijke afvoer



Figuur 42: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger natuurlijke afvoer



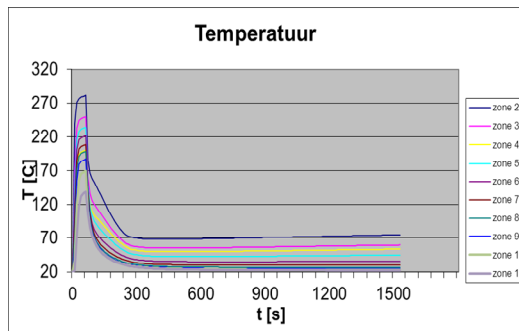
Figuur 43: Temperatuur verschillende zones model deurdranger natuurlijke toe- en afvoer



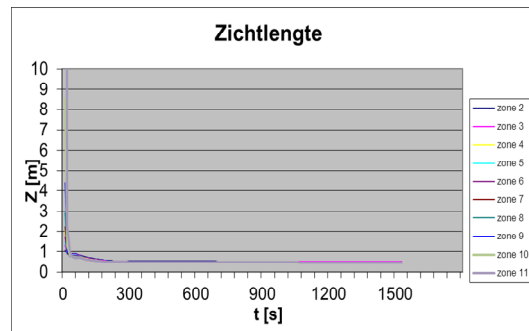
Figuur 44: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger natuurlijke toe- en afvoer

### Deurdrangers met mechanische ventilatie

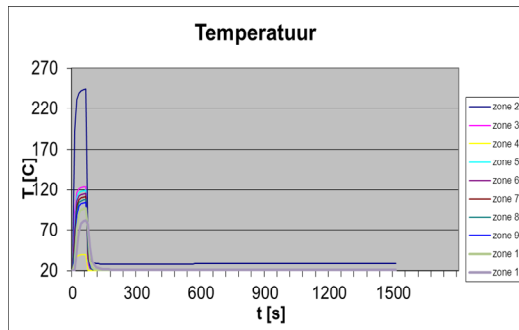
In figuur 45 t/m 48 zijn de resultaten van de modellen weergegeven. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.11.



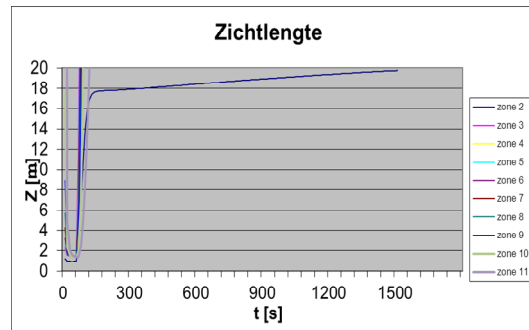
Figuur 41: Temperatuur verschillende zones model deurdranger mechanische afvoer



Figuur 42: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger mechanische afvoer



Figuur 43: Temperatuur verschillende zones model deurdranger mechanische afvoer en natuurlijke toevoer



Figuur 44: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger mechanische afvoer en natuurlijke toevoer

### 2.5.6 Overzicht resultaten

In tabel 5 is een (numeriek) overzicht van de resultaten van de verschillende varianten weergegeven.

Tabel 5: Overzicht resultaten varianten

Model/variant	Gemiddelde temperatuur over 30 minuten met standaard afwijking [°C]			Zichtlengte over 30 minuten met standaard afwijking [m]		
	Zone 11	Zone 2	Zone 7	Zone 11	Zone 2	Zone 7
<b>Brandstofbeheerste brand</b>						
Basis	24	313	55	0,2	0,3	0,2
Dranger 60 s	20	32	21	1,3	0,5	0,6
Dranger 30 s	20	30	21	2,9	0,7	0,9
Natuurlijke afvoer	226	584	373	0,4	0,6	0,4
Natuurlijke toe- en afvoer	134	479	188	0,7	0,5	0,8
Mechanische afvoer	177	358	264	0,7	0,9	0,8
Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	103	307	137	1,4	0,9	1,5
Mechanische toevoer (10.577 m <sup>3</sup> /h)	20	139	30	2,6	1,4	2,6
Mechanische toevoer (42.120 m <sup>3</sup> /h)	20	20	20	> 1000	> 1000	> 1000
Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	21	40	21	123,7	8,0	122,7
Drangers en natuurlijke afvoer	22	67	29	0,4	0,3	0,3
Drangers en natuurlijke toe- en afvoer	21	29	21	26,0 *	12,4 *	76,4 *
Drangers en mechanische afvoer	23	71	30	0,5	0,5	0,5
Drangers en mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	21	29	21	62,3 *	17,8 *	163,4 *
<b>Ventilatiebeheerste brand</b>						
Basis	20	96	29	0,3	0,2	0,2
Dranger 60 s	20	22	20	56,1	1,4	3,4
Dranger 30 s	20	22	20	142	1,6	6,4
Natuurlijke afvoer	49	82	65	1,9	2,0	1,9
Natuurlijke toe- en afvoer	34	82	39	3,5	1,4	3,5
Mechanische afvoer	44	59	53	3,5	3,6	3,6
Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	32	79	36	5,1	1,7	5,1
Mechanische toevoer (10.577 m <sup>3</sup> /h)	20	22	20	> 1000	56,7	> 1000
Mechanische toevoer (42.120 m <sup>3</sup> /h)	20	39	20	137	5,2	19,3
Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	20	29	20	286,7	13,5	283,4
Dranger en natuurlijke afvoer	20	36	22	0,9	0,3	0,3
Drangers en natuurlijke toe- en afvoer	20	24	20	12,5	3,0	8,9
Drangers en mechanische afvoer	20	46	24	0,3	0,2	0,2
Drangers en mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	20	25	20	46,3	4,1	46,1

\* De eerste 3 minuten zijn buiten beschouwing gelaten

In de analyse van de rekenresultaten wordt nader ingegaan op deze resultaten.

## 2.6 Analyse rekenresultaten

In deze paragraaf worden de verschillende rekenresultaten geanalyseerd en getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontvluchting en een veilige inzet uit paragraaf 2.4.

### 2.6.1 Ventilatiebeheerst versus brandstofbeheerst

Uit de resultaten van alle berekeningen blijkt dat er verschillen optreden tussen een situatie met een ventilatiebeheerste brand of een situatie met een brandstofbeheerste brand. Dit voldoet aan de verwachting, omdat er gekozen is voor twee uitersten.

Bij het beschouwde ventilatiebeheerste brandscenario is er sprake van een beperkte rookontwikkeling (beperkt vrijkomend brandvermogen). Dit betekent ook dat er in vergelijking tot het brandstofbeheerste brandscenario relatief weinig rook naar het trappenhuis toestroomt. Met een willekeurige technische oplossing treedt dan al snel een verbetering op ten opzichte van de referentiesituatie.

Bij het beschouwde brandstofbeheerste scenario verschilt de effectiviteit per technische oplossing.

Om een veilige ontluchting en een veilige inzet te kunnen garanderen zal voor beide varianten aan de grenswaarden uit paragraaf 2.4 moeten worden voldaan. In paragrafen 2.6.2 t/m 2.6.5 worden de resultaten geanalyseerd. In deze analyse wordt uitgegaan van de maatgevende situatie van beide varianten.

Als eerste wordt in paragraaf 2.6.2 de referentiesituatie geanalyseerd. In de paragrafen 2.6.3 t/m 2.6.5 worden de resultaten van de verschillende technische voorzieningen geanalyseerd waarbij steeds de vergelijking met de referentiesituatie wordt gemaakt. Daarbij wordt onder andere gebruik gemaakt van het overzicht van de resultaten uit tabel 5.

### Conclusie

Er treden verschillen op tussen de beschouwde ventilatie- en brandstofbeheerste scenario's. Bij het ventilatiebeheerste scenario treden al snel verbeteringen op ten opzichte van de referentiesituatie. Bij het beschouwde brandstofbeheerste scenario verschilt de effectiviteit per technische oplossing.

## 2.6.2 Referentiesituatie

In tabel 6 zijn de rekenresultaten van de basismodellen getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontluchting en een veilige inzet.

Tabel 6: Toetsing zones (karakteristieke waarden) aan grenswaarden

Basismodel	Toetsing temperatuur [zone]				Toetsing zichtlengte [zone]	
	Bewoners		Hulpverleners		Bewoners en hulpverleners	
	$\leq 70\text{ °C}$	$> 70\text{ °C}$	$\leq 130\text{ °C}$	$> 130\text{ °C}$	$\geq 2,0\text{ m}$	$< 2,0\text{ m}$
Brandstofbeheerst	7 t/m 11	2 t/m 6	5 t/m 11	2 t/m 4	-	Alle
Ventilatiebeheerst	4 t/m 11	2 en 3	Alle	-	-	Alle

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- In de delen van het trappenhuis direct grenzend aan de bedreigde woning en de delen op de bovenliggende verdieping overschrijdt de temperatuur de grenswaarde voor een veilige ontluchting;
- Bij een brandstofbeheerste brand wordt in de delen direct grenzend aan de bedreigde woning ook de grenswaarde voor de temperatuur voor een veilige inzet door de brandweer overschreden;
- In het gehele trappenhuis wordt de grenswaarde voor de zichtlengte overschreden.



Opvallend zijn daarnaast de relatief grote temperatuurverschillen tussen de verschillende delen (zones) in het trappenhuis. De temperatuur van de rook koelt snel af door de stroming langs de begrenzingen van het trappenhuis (wanden en vloeren). Er is, naast het temperatuurverschil tussen woning en trappenhuis, geen andere oplegde stroming. Dit heeft tot gevolg dat bij een brand op de begane grond de temperatuur op de bovenste 3 verdiepingen van het trappenhuis voldoende laag is om een veilige ontluchting mogelijk te kunnen maken. Echter door de temperatuur 'blokkade' op de begane grond wordt voor het overige vluchtraject de grenswaarde voor een veilige ontluchting overschreden.

Dezelfde temperatuur 'blokkade' belemmert ook een veilige inzet/evacuatie op basis van de grenswaarden voor de brandweer (brandstofbeheerst).

De afkoeling van de rook aan de begrenzingen heeft uiteraard geen effect op de rookdichtheid in het trappenhuis. Uit de resultaten blijkt dat er nauwelijks rookdichtheidsverschillen aanwezig zijn in het trappenhuis. De zichtlengte in het gehele trappenhuis, dus ook de bovenste verdiepingen, is na flash-over al snel < 1 m.

### Conclusie

Op basis van de grenswaarden is een veilige ontluchting door de bewoners en een veilige inzet/evacuatie door de brandweer niet of nauwelijks mogelijk binnen de referentiesituatie (en vergelijkbare portieken).

Bewoners van deze portieken (referentiesituatie) kunnen op basis van dit onderzoek zichzelf dus niet via het trappenhuis in veiligheid brengen. Dit strookt niet met de visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009, die hier wel vanuit gaat. Hiermee wordt overigens niet geconcludeerd dat daarmee wetenschappelijk is aangetoond dat een portiek onveilig is. Bij een andere visie kan een dergelijke ontluchtingsprincipe (portiek) wel als veilig worden beoordeeld.

Een veilige redding/evacuatie van de bewoners door de brandweer is op basis van dit onderzoek alleen mogelijk als dit niet via het trappenhuis van deze portieken plaatsvindt.

## 2.6.3 Bronreductie: deurdrangers

In tabel 7 zijn de rekenresultaten van de basismodellen getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontluchting en een veilige inzet.

Tabel 7: Toetsing zones (karakteristieke waarden) aan grenswaarden

Model	Toetsing temperatuur [zone]				Toetsing zichtlengte [zone]	
	Bewoners		Hulpverleners		Bewoners en hulpverleners	
	≤ 70 °C	> 70 °C	≤ 130 °C	> 130 °C	≥ 2,0 m	< 2,0 m
Dranger 60 s						
Brandstofbeheerst	Alle <sup>1</sup>	-	Alle <sup>1</sup>	-	-	Alle
Ventilatiebeheerst	Alle	-	Alle	-	5 t/m 11	2, 3 en 4
Dranger 30 s						
Brandstofbeheerst	Alle <sup>1</sup>	-	Alle <sup>1</sup>	-	10 en 11	2 t/m 9
Ventilatiebeheerst	Alle	-	Alle	-	Alle <sup>2</sup>	-

<sup>1</sup> behalve de eerste paar minuten na het openen van de deur.

<sup>2</sup> tot 24 minuten na het openen van de deur.

Uit de resultaten blijkt dat er met de toepassing van een deurdranger een sterke verbetering van de temperatuur in het trappenhuis optreedt ten opzichte van de referentiesituatie. In het gehele trappenhuis worden de grenswaarden voor een veilige ontluchting en inzet niet overschreden. Dit komt hoofdzakelijk door de beperkte rookverspreiding (bronreductie) en door de afkoeling van de rook aan de begrenzings van het trappenhuis.

Er treedt daarnaast een geringe verbetering op in de zichtlengtes in het trappenhuis (tabel 5 en 7). Echter de rookverspreiding in de brandstofbeheerste situatie is gedurende het tijdsbestek dat de deur open staat nog zo groot dat de grenswaarde voor de zichtlengte voor een veilige ontluchting en inzet wordt onderschreden (< 1 m).

Zoals eerder aangegeven zijn er geen richtwaarden voor de tijd dat de deur open staat. De aangehouden tijdsduren zijn conservatief. Dit geldt ook voor het moment waarop de deur open gaat in het totale brandscenario. In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de deur open staat nadat flash-over in de gehele woning heeft plaatsgevonden. Dit betekent dat tijdens de aangehouden tijdsduren de rookproductie in de woning maximaal is. Aangenomen mag worden dat de ontluchting uit de direct bedreigde woning eerder plaatsvindt. De hoeveelheid rook die naar het trappenhuis stroomt, zal dus in de praktijk ook minder groot zijn.

### **Conclusie**

Bij toepassing van drangers op de woningtoegangsdeuren is een veilige ontluchting door bewoners en een veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden voor de temperatuur mogelijk. De optredende zichtlengtes zijn echter niet in alle gevallen voldoende.

Hierbij moet wel worden opgemerkt dat als (conservatief) uitgangspunt is aangehouden dat de woningtoegangsdeur van de direct bedreigde woning geopend wordt bij een volledig ontwikkelde brand in de woning. In de praktijk zal de direct bedreigde woning in een eerder stadium worden ontvlucht. De optredende zichtlengten zullen in werkelijkheid dus groter zijn.

Een dergelijke voorziening is op basis van dit onderzoek pas volledig effectief in combinatie met effectreductie (ventilatievoorzieningen voor afvoer van rook) in het trappenhuis. De deurdranger zelf zorgt voor de bronreductie (bron beperkende maatregel).

## **2.6.4 Effectreductie: natuurlijke ventilatie**

In tabel 8 zijn de rekenresultaten van de modellen met natuurlijke ventilatie getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontluchting en een veilige inzet.

Tabel 8: Toetsing zones (karakteristieke waarden) aan grenswaarden

Model	Toetsing temperatuur [zone]				Toetsing zichtlengte [zone]	
	Bewoners		Hulpverleners		Bewoners en hulpverleners	
	≤ 70 °C	> 70 °C	≤ 130 °C	> 130 °C	≥ 2,0 m	< 2,0 m
Rookluiken zonder toevoer						
Brandstofbeheerst	-	Alle	-	Alle	-	Alle
Ventilatiebeheerst	2,3 en 5	Rest	Alle	-	2 en 3	Rest <sup>1</sup>
Rookluiken met toevoer						
Brandstofbeheerst	4	Rest	4 en 11	Rest	-	Alle
Ventilatiebeheerst	3 t/m 11	2	Alle	-	3 t/m 11 <sup>2</sup>	2

<sup>1</sup> de zichtlengte ligt in alle zones net onder (maximaal 0,1 m) de grenswaarde.

<sup>2</sup> de zichtlengte bedraagt ongeveer 3,5 m.

Uit de resultaten blijkt dat er met het toepassen van natuurlijke ventilatie in het trappenhuis nauwelijks verbeteringen optreden ten opzichte van de referentiesituatie. Alleen bij het ventilatiebeheerste scenario bij toepassing van natuurlijke toe- en afvoer zijn duidelijk verbeteringen waarneembaar.

In de andere situaties neemt de temperatuur in het trappenhuis zelfs fors toe. Door de ventilatie in het trappenhuis neemt de stroming van rook vanuit de woning naar het trappenhuis toe. Er wordt meer rook het trappenhuis in getrokken.

Er is wel een geringe verbetering in de zichtlengte te zien. Echter de resulterende zichtlengten zijn te gering om te kunnen spreken van ruimtecondities waarbij een veilige ontvluchting en een veilige inzet nog mogelijk is.

Opvallend is dat de resultaten bij natuurlijke toe- en afvoer gunstiger zijn dan bij toepassing van alleen natuurlijke afvoer (rookluiken). De ventilatie is effectiever bij toepassing van toe- en afvoervoorzieningen. Dit komt doordat er tussen de toe- en afvoervoorzieningen een natuurlijke stroming ontstaat waardoor niet alleen de toegangsdeur van de brandende woning als toevoervoorziening dient.

### Conclusie

Bij toepassing van natuurlijke ventilatie in het trappenhuis is een veilige ontvluchting door bewoners en een veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden niet of nauwelijks mogelijk. Er treedt bij het merendeel van de beoordeelde scenario's zelfs een verslechtering in de ruimtecondities op.

Het principe van deze voorziening is het opmengen en afvoeren van de rook (effectreductie). Een dergelijke voorziening is pas effectief in combinatie met bronreductie (bijvoorbeeld deurdrangers op alle woningtoegangsdeuren).

Voor de variant 'handmatig bediende rookluiken' voor de inzetfase van de brandweer zijn geen aparte berekeningen gemaakt vanwege de tijdsafhankelijkheid. Op basis van de resultaten van de gestuurde rookluiken kunnen echter wel dezelfde conclusies worden getrokken:

- De handmatig bediende rookluiken kunnen op basis van de resultaten niet veilig bereikt en bediend worden aangezien de ruimtecondities niet voldoen aan de grenswaarden voor een veilige inzet (referentiesituatie);

- De handmatig bediende rookluiken zijn alleen effectief als de bron wordt beperkt. Hierbij kan gedacht worden aan het blussen van de brand door de brandweer en/of het sluiten van de woningtoegangsdeur;
- Bij toepassing van deze rookluiken voor de inzetfase van de brandweer wordt er vanuit gegaan dat de bewoners in de woningen blijven tot ze door de brandweer gered worden. Dit strookt niet met de huidige visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009;

## 2.6.5 Effectreductie: mechanische ventilatie

In tabel 9 zijn de rekenresultaten van de modellen met natuurlijke ventilatie getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontvluchting en een veilige inzet.

Tabel 9: Toetsing zones (karakteristieke waarden) aan grenswaarden

Model	Toetsing temperatuur [zone]				Toetsing zichtlengte [zone]	
	Bewoners		Hulpverleners		Bewoners en hulpverleners	
	≤ 70 °C	> 70 °C	≤ 130 °C	> 130 °C	≥ 2,0 m	< 2,0 m
Mechanische afvoer zonder toevoer (onderdruk)						
Brandstofbeheerst	-	Alle	-	Alle	-	Alle
Ventilatiebeheerst	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Mechanische afvoer met natuurlijke toevoer						
Brandstofbeheerst	4	Rest	4, 10, 11	Rest	4	Rest
Ventilatiebeheerst	3 t/m 11	2	Alle	-	3 t/m 11	2
Mechanische toevoer zonder afvoer (overdruk)						
Brandstofbeheerst <sup>1</sup>	4 t/m 11	2 en 3	3 t/m 11	2	3 t/m 11	2
Brandstofbeheerst <sup>2</sup>	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Ventilatiebeheerst <sup>1</sup>	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Ventilatiebeheerst <sup>2</sup>	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Mechanische toevoer met natuurlijke afvoer						
Brandstofbeheerst <sup>2</sup>	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Ventilatiebeheerst <sup>2</sup>	Alle	-	Alle	-	Alle	-

<sup>1</sup> debiet toevoer 10.577 m<sup>3</sup>/h

<sup>2</sup> debiet toevoer 42.120 m<sup>3</sup>/h

Uit de resultaten blijkt dat er met het toepassen van mechanische afvoer eventueel in combinatie met natuurlijke toevoer bij het brandstofbeheerste scenario nauwelijks verbeteringen optreden ten opzichte van de referentiesituatie. Bij het ventilatiebeheerste scenario zijn wel duidelijke verbetering waarneembaar.

Voor deze voorzieningen geldt hetzelfde als voor natuurlijke ventilatie. De temperatuur in het trappenhuis neemt bij het brandstofbeheerste scenario sterk toe, doordat de mechanische ventilatie meer rook het trappenhuis in trekt.

Er is wel een geringe verbetering van de zichtlengten te zien ten opzichte van de referentiesituatie. Echter deze verbeteringen zijn te gering om te kunnen spreken van ruimtecondities waarbij een veilige ontvluchting en een veilige inzet nog mogelijk is.

Wat daarnaast opvalt, is dat de effectiviteit van de voorzieningen toeneemt als naast de mechanische afvoer ook natuurlijke toevoer wordt toegepast.

Uit de resultaten blijkt daarnaast dat met het toepassen mechanische toevoer eventueel in combinatie met natuurlijke afvoer forse verbeteringen optreden ten opzichte van de referentiesituatie. Voor zowel de temperatuur als de zichtlengte kan worden voldaan aan de grenswaarden.

Hierbij is de 'overdruk' situatie effectiever dan de situatie met natuurlijke afvoer. In de 'overdruk' situatie wordt de rookverspreiding naar het trappenhuis tot een minimum beperkt (effectieve bron- en effectreductie). Hierbij moet wel worden aangetekend dat dit resultaat sterk afhankelijk is van het gekozen ventilatiedebiet en de bouwkundige staat van het gebouw (luchtdichtheid).

Uit de uitgangspunten blijkt dat het aangehouden debiet een factor 4 hoger ligt dan de NEN-EN 12101-6 [10] voorschrijft. Bij lagere debieten zal er ondanks de overdruk situatie nog steeds sprake zijn van rookverspreiding naar het trappenhuis. In dat geval neemt de effectiviteit van deze bron- en effectreductie af.

In de berekeningen is geen rekening gehouden met de infiltratieverliezen via de ruimtebegrenzings van het trappenhuis. Naarmate de luchtdichtheid verslechterd zal de effectiviteit van de voorziening ook fors afnemen.

### Conclusie

Bij toepassing van mechanische afvoer in het trappenhuis is een veilige ontvluchting door bewoners en een veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden niet of nauwelijks mogelijk. Er treedt bij de brandstofbeheerste scenario's zelfs een verslechtering in de ruimtecondities op. De verslechtering is het grootst als er geen natuurlijke toevoer aanwezig is.

Bij toepassing van mechanische toevoer in het trappenhuis is een veilige ontvluchting en een veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden wel mogelijk. Met de aangehouden uitgangspunten wordt ruimschoots voldaan aan de grenswaarden. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de effectiviteit van deze voorzieningen sterk afhankelijk is van de bouwkundige kwaliteit van het trappenhuis, het ventilatiedebiet en de opvoerhoogte van de toevoervoorziening.

## 2.6.6 Combinaties bron- en effectreductie

In tabel 10 zijn de rekenresultaten van de modellen met de combinaties getoetst aan de grenswaarden voor een veilige ontvluchting en een veilige inzet.

Tabel 10: Toetsing zones (karakteristieke waarden) aan grenswaarden

Model	Toetsing temperatuur [zone]				Toetsing zichtlengte [zone]	
	Bewoners		Hulpverleners		Bewoners en hulpverleners	
	$\leq 70\text{ °C}$	$> 70\text{ °C}$	$\leq 130\text{ °C}$	$> 130\text{ °C}$	$\geq 2,0\text{ m}$	$< 2,0\text{ m}$
Drangers en natuurlijke afvoer						
Zonder toevoer	Alle	-	Alle	-	-	Alle
Met toevoer	Alle	-	Alle	-	Alle	-
Drangers en mechanische afvoer						
Zonder natuurlijke toevoer	3 t/m 11	2	Alle	-	-	Alle
Met natuurlijke toevoer	Alle	-	Alle	-	Alle	-

Uit de resultaten blijkt dat er met het toepassen van een combinatie van voorzieningen forse verbeteringen optreden ten opzichte van de referentiesituatie.

De drangers op de woningtoegangsdeuren zorgen ervoor dat de rookverspreiding sterk wordt beperkt (bronreductie). Als de deur gesloten is zorgt de ventilatievoorziening voor de afvoer van de rook (effectreductie). Uit de resultaten blijkt echter wel dat het noodzakelijk is dat er naast een afvoervoorziening ook een toevoervoorziening aanwezig is. Zonder toevoervoorziening is de combinatie van voorzieningen niet effectief. De zichtlengte verbetert nauwelijks bij afvoer zonder toevoer. Door het ontbreken van een (opgelegde) stroming wordt er nauwelijks rook afgevoerd.

### **Conclusie**

Bij toepassing van de volgende combinaties:

- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en natuurlijke toe- en afvoervoorzieningen in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en mechanische afvoer / natuurlijke toevoervoorzieningen in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en mechanische toevoervoorzieningen in het trappenhuis.

is een veilige ontvluchting door bewoners en een veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden mogelijk. Met de aangehouden uitgangspunten wordt ruimschoots voldaan aan de grenswaarden.

## **2.7 Conclusie rookverspreiding**

Uit het deelonderzoek naar de rookverspreiding binnen het trappenhuis van een portiekoplossing kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er treden verschillen op tussen de beschouwde ventilatie- en brandstofbeheerste scenario's. Bij het ventilatiebeheerste scenario met toepassing van technische voorzieningen treden al snel verbeteringen op ten opzichte van de referentiesituatie. Bij het beschouwde brandstofbeheerste scenario (worst-case) verschilt de effectiviteit per technische oplossing.
- Op basis van de grenswaarden uit paragraaf 2.4 is een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet/evacuatie door de brandweer niet of nauwelijks mogelijk binnen de referentiesituatie (en vergelijkbare portieken). Bewoners van deze portieken (referentiesituatie) kunnen op basis van dit onderzoek zichzelf dus niet via het trappenhuis in veiligheid brengen. Hiermee wordt overigens niet geconcludeerd dat daarmee wetenschappelijk is aangetoond dat een portiek onveilig is. De woningen zijn voldoende brandwerend afgeschermd van het portiektrappenhuis, zodat ontvluchting in principe niet noodzakelijk is. Echter, dit strookt niet met de visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009, waarin ervan uitgegaan wordt dat de bewoners zichzelf in veiligheid moeten kunnen brengen. Bij een andere visie kan een dergelijk ontvluchtingsprincipe (portiek) wel als veilig worden beoordeeld.
- Op basis van de grenswaarden uit paragraaf 2.4 is een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer via het trappenhuis wel mogelijk door het toepassen van één van de volgende technische voorzieningen:
  - Overdruk trappenhuis; mechanische toevoerventilatie;
  - Mechanische toevoer- in combinatie met natuurlijk afvoerventilatie (rookluiken);

- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met natuurlijke toe- en afvoerventilatie in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische afvoer- en natuurlijke toevoerventilatie in het trappenhuis;
- Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische toevoerventilatie in het trappenhuis.

Bij deze voorzieningen is sprake van zowel bron- als effectreductie.

- Bij toepassing van alleen bronreductie (drangers op de woningtoegangsdeuren) is een veilige ontvluchting en veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden voor de temperatuur mogelijk. De optredende zichtlengten zijn echter te gering, er wordt niet voldaan aan de grenswaarden voor de zichtlengte.

Hierbij moet worden opgemerkt dat als (conservatief) uitgangspunt is aangehouden dat de woningtoegangsdeur van de direct bedreigde woning geopend wordt bij een volledig ontwikkelde brand in de woning. In de praktijk zal de direct bedreigde woning in een eerder stadium worden ontvlucht. De optredende zichtlengten zullen in werkelijkheid dus groter zijn.

- Andere onderzochte varianten van technische voorzieningen of combinaties zijn niet effectief of hebben alleen effect op één van de ruimtecondities voor een veilige ontvluchting en een veilige inzet.
- Voorzieningen voor effectreductie die pas worden toegepast in de inzetfase zijn alleen effectief als de bron wordt beperkt (blussing of sluiten van woningtoegangsdeur). Daarnaast wordt er bij deze toepassing vanuit gegaan dat de bewoners in de woningen blijven tot ze door de brandweer gered worden. Dit strookt niet met de huidige visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009.

## Hoofdstuk 3 Buitenlandse regelgeving

### 3.1 Buitenlandse regelgeving

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan situaties vergelijkbaar met portieken binnen de buitenlandse regelgeving. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de regelgeving uit de volgende landen:

- Groot-Brittannië;
- Zweden;
- Nieuw Zeeland.

Bij de beoordeling van deze regelgeving wordt alleen aandacht besteed aan die onderdelen die gaan over de ontvluchting van woongebouwen met maar één vluchtroute die ligt in een trappenhuis. Hierbij wordt antwoord gegeven op de volgende vragen:

1. Zijn woongebouwen met één trappenhuis (één vluchtroute) toegestaan?
2. Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?
3. Welke technische voorzieningen worden er voorgeschreven?
4. Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluiting uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?

#### 3.1.1 Groot-Brittannië

Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van: Building Regulations 2000; Approved Document B; volume 2 – Buildings other than dwellinghouses [11]. In hoofdstuk B1 onderdeel 2; Means of escape from flats, worden eisen gesteld aan de ontvluchting van woongebouwen. In bijlage 4.1 zijn de relevante onderdelen van dit document opgenomen.

1. **Zijn woongebouwen met één trappenhuis (één vluchtroute) toegestaan?**  
Ja. In paragraaf 2.20 en 2.21 worden eisen gesteld aan een woongebouw met één trappenhuis.
2. **Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?**  
In paragraaf 2.20 wordt aangegeven dat één vluchtroute vanaf de toegangsdeur is toegestaan als:
  - a. De woning is gelegen op een verdieping met maar één gemeenschappelijk trappenhuis en:
    - i. Elke woning van het gemeenschappelijke trappenhuis is afgescheiden door een beschermde hal of een gemeenschappelijke corridor; en
    - ii. De loopafstand van het samenvallende gedeelte in deze hal of corridor < 7,5 m.
  - b. Als alternatief kan de woning zijn gelegen in een doodlopend gedeelte van een gemeenschappelijke corridor met twee gemeenschappelijke trappenhuizen en een loopafstand die < 7,5 m.

Daarbij geldt dat in de gemeenschappelijke corridor of beschermde hal ventilatievoorzieningen aanwezig dienen te zijn.

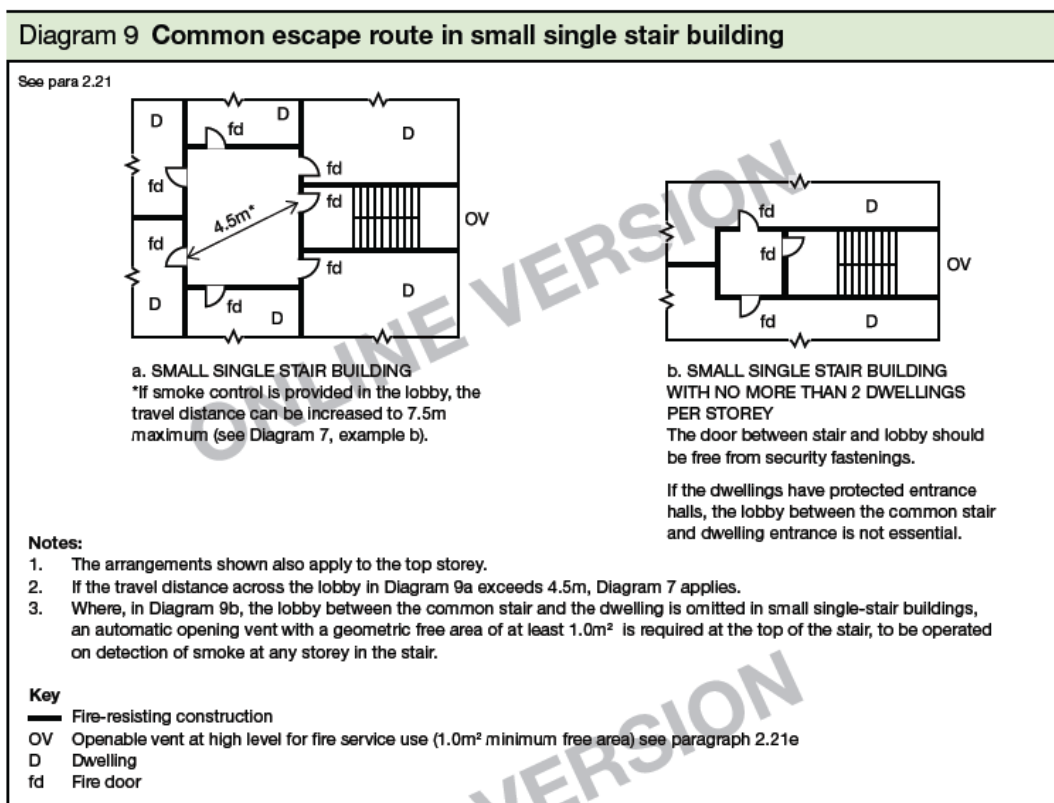
In paragraaf 2.21 wordt aangegeven dat mag worden afgeweken van paragraaf 2.20 op voorwaarde dat:



- a. De hoogst gelegen vloer van het gebouw niet meer dan 11 m boven het maaiveld niveau is gelegen, en
- b. Er niet meer dan 3 bouwlagen boven het maaiveld niveau zijn gelegen, en
- c. De trap niet is verbonden met een overdekt parkeergarage, en
- d. De trap niet wordt gebruikt door andere accommodaties, tenzij de andere accommodatie is gescheiden van de trap door een beschermde hal of beschermde corridor, die niet minder dan 0,4 m<sup>2</sup> permanente ventilatie-openingen heeft of is beschermd tegen het binnendringen van rook door een mechanisch rookbeheersingssysteem, en
- e. Een hoog gelegen te openen gevelopening in het trappenhuis aanwezig is voor brandweer en hulpdiensten, te gebruiken op elke verdieping met een minimale vrije oppervlakte van 1,0 m<sup>2</sup>. Als alternatief kan een enkele opening (rookluik) worden voorzien in het dak/bovenin het trappenhuis die op afstand kan worden bediend door de reddingsdienst op het toegangsniveau.

Uit diagram 9b (zie hieronder) blijkt dat een beschermde hal voor het trappenhuis niet noodzakelijk is als naast paragraaf 2.21 a t/m e ook voldaan wordt aan de volgende eisen:

- Niet meer dan 2 woningen per verdieping;
- De woningen zijn voorzien van een beschermde entreehal (overeenkomstig 2.21 lid d). Een hal tussen het gemeenschappelijke trappenhuis en de woningtoegangsdeur is dan niet noodzakelijk;
- Het trappenhuis is voorzien van automatische ventilatie-opening met een minimaal vrij oppervlak van 1,0 m<sup>2</sup> boven in het trappenhuis (dak) met een sturing op basis van rookdetectie op elke bouwlaag van het trappenhuis.



Uit paragraaf 2.26 blijkt daarnaast dat voor gebouwen met een enkel trappenhuis de ventilatievoorzieningen op de verdieping van de brand en in het dak

van het trappenhuis moeten worden gestuurd door rookmelders in de gemeenschappelijke ruimte die toegang geeft tot de appartementen.

Uit bijlage B blijkt daarnaast dat alle branddeuren moeten zijn uitgerust met een zelfsluitende voorziening behalve branddeuren van kasten en schachten die normaliter op slot zitten en branddeuren in appartementen. Zelfsluitende voorzieningen zijn dus wel noodzakelijk op de toegangsdeuren van de woningen.

### 3. Welke technische voorzieningen worden er voorgeschreven?

Uit de vorige paragrafen blijkt dat de volgende technische voorzieningen worden voorgeschreven:

- automatische of permanente ventilatievoorzieningen in het trappenhuis.
- Zelfsluitende woningtoegangsdeuren.

### 4. Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluiting uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?

Ja, de aangegeven uitzondering uit paragraaf 2.21 (diagram 9b) zijn te vergelijken met de portiekontsluiting zoals we die in Nederland kennen. Er worden echter wel andere eisen gesteld. De belangrijkste verschillen zijn:

- Er wordt geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximaal aantal bouwlagen en een hoogtecriterium voor de vloer;
- Het uitgangspunt is dat er altijd tussen het trappenhuis en de woning een (beschermd) hal aanwezig is. Alleen bij toepassing van een beschermd entreehal in de woning mag deze komen te vervallen;
- De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;
- Er worden specifieke eisen gesteld aan ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis of voor de hal voor het trappenhuis.

Wat opvalt, is dat er zelfsluitende woningtoegangsdeuren worden voorgeschreven. Dit geldt overigens niet alleen voor de toegangsdeuren van de woningen op één trappenhuis maar voor alle toegangsdeuren van woningen op een besloten vluchtroute. Dus ook voor corridor situaties met twee trappenhuisen.

Naast de zelfsluitende toegangsdeuren wordt er ook altijd (ook de corridor situatie) ventilatievoorzieningen voorgeschreven die de rook moeten afvoeren. In paragraaf 2.25 wordt namelijk aangegeven dat er altijd een bepaalde mate van rookverspreiding zal plaatsvinden naar de gemeenschappelijke ruimten. Alleen al omdat de toegangsdeur van de brandende woning door de bewoners wordt geopend tijdens het vluchten.

Wat daarnaast opvalt, is dat er bij deze eisen de volgende uitgangspunten gelden:

- De brand bevindt zich over het algemeen in een woning;
- Er is geen zekerheid op een externe redding (door bijvoorbeeld een ladderwagen);
- De kans is klein dat de brand zich uitbreidt tot buiten de woning, zodat gelijktijdige evacuatie van het gebouw onwaarschijnlijk is;
- Hoewel een brand kan voor komen in de gemeenschappelijke gedeelten van het gebouw mogen de toegepaste materialen geen bijdrage leveren aan de brand.

### 3.1.2 Zweden

Bij de beoordeling wordt gebruik gemaakt van: Building Regulations, BBR; Safety in case of fire (BFS 2002;19) [12]. In hoofdstuk 5 worden onder andere eisen gesteld aan de ontvluchting van woongebouwen. In bijlage 4.2 zijn de relevante onderdelen van dit document opgenomen.

In paragraaf 5.21 worden gebouwen ingedeeld in verschillende klassen. Bij de indeling wordt rekening gehouden met factoren die van invloed zijn op de mogelijkheid om het gebouw te ontvluchten en het risico van letsel aan personen in het geval het gebouw instort. Een gebouw waar een brand een groot risico op letsel voor personen met zich mee brengt moet worden gebouwd volgens klasse Br1. Klasse Br1 geldt voor gebouwen met drie of meer bouwlagen.

- 1. Zijn woongebouwen met één trappenhuis (één vluchtroute) toegestaan?**  
Ja, in paragraaf 5.313 t/m 5.315 worden eisen gesteld aan woongebouwen met één vluchtroute.
- 2. Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?**  
In paragraaf 5.313 worden 2 soorten trappenhuizen omschreven waarmee een enkele vluchtroute kan worden toegestaan.

Een TR1 trap mag de enige vluchtroute van de woningen, kantoren en vergelijkbare accommodaties in een gebouw zijn, als dat gebouw niet meer dan 16 bouwlagen heeft.

Een TR2 trap mag de enige vluchtroute van:

- kantoren en vergelijkbare accommodaties in een gebouw zijn, als dat gebouw niet meer dan 8 bouwlagen heeft, en
- van woningen zijn als dat gebouw niet meer dan 16 bouwlagen heeft.

Een TR1 of een TR2 trap die fungeert als de enige vluchtroute mag niet in verbinding staan met de kelderverdieping. De afstand tussen de trap en de plaats van verblijf binnen de woning of het kantoor mag niet zo groot zijn dat de verdieping niet kan worden geëvacueerd voordat deze is geblokkeerd in geval van brand.

Hierbij geldt als algemene aanbeveling:

De afstand binnen een vluchtroute naar een trappenhuis die bestemd is voor evacuatie mag niet groter zijn dan 10 m.

In paragraaf 5.314 wordt vervolgens aangegeven waaraan een TR1 trappenhuis moet voldoen.

De term trap Tr1 verwijst naar een trappenhuis, die zo is gebouwd dat de verspreiding van brand en rookgassen naar het trappenhuis voor niet minder dan 60 minuten wordt voorkomen.

De trap staat in verbinding met andere ruimtes via een beschermde lobby die:

- in verbinding staat met de buitenlucht, of
- is voorzien van voorzieningen die de verspreiding van rookgassen naar het trappenhuis voorkomt. De beschermde hal mag zijn voorzien van deuren met een lagere brandwerendheidsklasse.
- Zowel het trappenhuis als de beschermde hal mogen niet in verbinding staan met een bouwlaag (kelderverdieping) die is gelegen onder de bouwlaag die wordt gebruikt voor de ontvluchting naar de buitenlucht.

- Een lift of een opening naar een afval schacht of gelijkwaardig mag geen onderdeel zijn van het trappenhuis.

Hierbij geldt als algemene aanbeveling:

Deuren tussen het trappenhuis en de beschermde hal moeten voldoen aan een brandwerendheid van ten minste klasse E30-C (de C betekent zelfsluitend). Deuren tussen de woning of een andere accommodatie en de beschermde hal moeten voldoen aan een brandwerendheid van ten minste klasse EI 60-C. Als de beschermde hal uitkomt in een verbindingroute, corridor of vergelijkbare ruimte in hetzelfde brandcompartiment, is klasse EI30-C toereikend.

In paragraaf 5.315 wordt vervolgens aangegeven waaraan een TR2 trappenhuis moet voldoen.

De term trap TR2 verwijst naar een trappenhuis, die zo is gebouwd dat de verspreiding van brand en rookgassen naar het trappenhuis wordt beperkt gedurende ten minste 60 minuten. Als het trappenhuis ten dienste staat van minder dan 8 bouwlagen mogen de deuren naar het trappenhuis worden voorzien van een lagere brandwerendheidsklasse. Het trappenhuis staat in verbinding met woningen, kantoren en vergelijkbare ruimten waar personen aanwezig zijn anders dan incidenteel, alleen via een ruimte in het eigen brandcompartiment.

Ruimten anders dan woningen, kantoren en vergelijkbare ruimten, waar personen aanwezig zijn anders dan incidenteel moeten in verbinding staan met het trappenhuis via een beschermde hal. Deze ruimten moeten daarnaast ook nog toegang hebben tot ten minste één andere vluchtroute en toegangsweg voor reddingsdiensten, tenzij dit aantoonbaar onnodig is.

Zolderruimten met opslagruimten van bewoners mogen in directe verbinding staan met een trappenhuis TR2 via deuren met een brandwerendheidsklasse van ten minste EI60-C. Een lift of een opening naar een afval schacht of gelijkwaardig mag geen onderdeel zijn van het trappenhuis.

Hierbij geldt als algemene aanbeveling:

Deuren naar een trappenhuis TR2 moeten worden voldoen aan een brandwerendheidsklasse van ten minste klasse EI60-C. Als het trappenhuis ten dienste staat van minder dan 8 bouwlagen is klasse EI30-C toereikend.

Zolderruimten met opslagruimten van bewoners hoeven niet te worden voorzien van een tweede vluchtroute of toegangsweg.

### 3. Welke technische voorzieningen worden er voorgeschreven?

Uit de vorige paragrafen blijkt dat er tussen de woning en het trappenhuis (TR2) altijd een brandwerende zelfsluitende deur aanwezig dient te zijn.

Daarnaast blijkt uit paragraaf 5.923 dat in een trappenhuis in klasse BR1 gebouwen voorzieningen aanwezig dienen te zijn die de ontvluchting en de reddingsactie mogelijk kunnen maken. Dit betekent dat:

- Het trappenhuis op elke bouwlaag moet zijn voorzien van een te openen raam, of
- Een installatie voor de beheersing van rookgassen.
- Deze voorzieningen moeten door de hulpdiensten geopend of bediend kunnen worden.

Er worden geen specifieke prestatie-eisen gegeven. Hierbij wordt verwezen naar BFS 2002:19.

In paragraaf 5.361 wordt wel prestatie-eisen gegeven voor de beoordeling van de ruimtecondities tijdens de ontvluchting.

In een ontwerp met betrekking tot de veiligheid van vluchten mogen de omstandigheden in het gebouw niet zodanig worden dat de grenswaarden voor ruimtecondities worden overschreden gedurende de tijd die nodig is om te vluchten.

Hierbij geldt als algemene aanbeveling:

Bij de beoordeling van de kritische condities moet aandacht worden geschonken aan zichtlengte, thermische straling, temperatuur, schadelijke gassen en de combinatie van temperatuur en schadelijke gassen. De volgende grenswaarden kunnen normaliter worden toegepast:

- Zichtlengte; het niveau van de rookgassen niet lager dan  $1,6 + (0,1 \times H)$  m. Hier is H de hoogte van de ruimte;
- Straling: een korte termijn straling met een maximale intensiteit van  $10 \text{ kW/m}^2$ , een maximale stralingsenergie van  $60 \text{ kJ/m}^2$  naast de energie van een straling van  $1 \text{ kW/m}^2$
- Temperatuur: luchttemperatuur niet hoger dan  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

De grenswaarden uit 5.361 en de functionele eisen uit 5.923 hebben tot gevolg dat elk trappenhuis voorzien moet zijn van een vorm van ventilatie.

#### **4. Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluiting uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?**

Ja, de aangegeven uitzondering uit paragraaf 5.315 zijn te vergelijken met de portiekontvluchting zoals we die in Nederland kennen. Er worden echter wel andere eisen gesteld. De belangrijkste verschillen zijn:

- Er worden geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximaal aantal bouwlagen. Er worden meer bouwlagen toegestaan in vergelijking met het hoogtecriterium uit het Bouwbesluit;
- De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;
- Er worden geen specifieke prestatie-eisen gesteld aan de ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis. Er worden wel grenswaarden gegeven voor de minimale ruimtecondities in het trappenhuis. Daarnaast blijkt uit de functionele eisen dat ventilatie in het trappenhuis wel noodzakelijk is, ook voor de inzet van de hulpdiensten.

Wat opvalt, is dat in paragraaf 5.374 wordt aangegeven dat de ontvluchting vanuit een klasse BR2 of BR3 gebouw mogelijk moet zijn zonder hulp van reddingsdiensten. Hiermee wordt aangegeven dat voor klasse BR1 wel hulp van reddingsdiensten mag worden verwacht tijdens de ontvluchting/evacuatie. Dit komt overeen met de eisen die worden gesteld aan de ventilatie in het trappenhuis.

### **3.1.3 Nieuw-Zeeland**

Bij de beoordeling wordt gebruik gemaakt van: Compliance Document for New Zealand Building Code; Clauses C1, C2, C3, C4; Fire Safety (30 september 2010) [13]. In hoofdstuk 3 worden onder ander eisen gesteld aan de ontvluch-

ting van woongebouwen. In bijlage 4.3 zijn de relevante onderdelen van dit document opgenomen.

Op basis van tabel 2.1 in hoofdstuk 2 dient de doelgroep en de categorie voor brandgevaar (FHC) vastgesteld te worden. De eisen met betrekking tot de brandveiligheid worden vastgesteld op basis van deze doelgroep en brandgevaar categorie. Uit tabel 2.1 blijkt dat woongebouwen vallen onder de doelgroep SR met FHC 1

**1. Zijn woongebouwen met één trappenhuis (één vluchtroute) toegestaan?**

Ja, in paragraaf 3.15 worden eisen gesteld aan gebouwen met één vluchtroute.

**2. Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?**

Uit paragraaf 3.15.1 blijkt dat enkele vluchtroutes voor doelgroep SR zijn toegestaan als.

- De vluchthoogte valt binnen de grenzen aangegeven in paragraaf 3.15.2 tot en met 3.15.9, en
- de voorschriften uit paragraaf 3.15.5 tot en met 3.15.9 worden nageleefd en op elke verdieping is de afstand van de deur van de brandruimte tot de deur van het trappenhuis (paragraaf 3.11.8) niet groter dan de doodlopend eindlengte van 24 m (tabel 3.3).

Uit paragraaf 3.15.5 en 3.15.6 (figuur 3.21, zie volgende pagina) blijkt dat één vluchtroute is toegestaan als:

- zowel de horizontale route als verticale route (trappenhuis) worden uitgevoerd als 'veilige' vluchtroutes (safe paths). Dit betekent brandwerend afgescheiden van andere ruimten.
- de horizontale vluchtroute brandwerend is afgescheiden van de verticale vluchtroute (trappenhuis).
- de vluchthoogte vanaf de bovenste vloer tot de vloer van de uitgang niet groter is dan 10 m (of 25 m als het gebouw wordt gesprinklerd).

Daarnaast wordt aangegeven dat er mogelijk ventilatie in de 'veilige' vluchtroutes aanwezig dient te zijn volgens paragraaf 6.9.6 t/m 6.9.8.

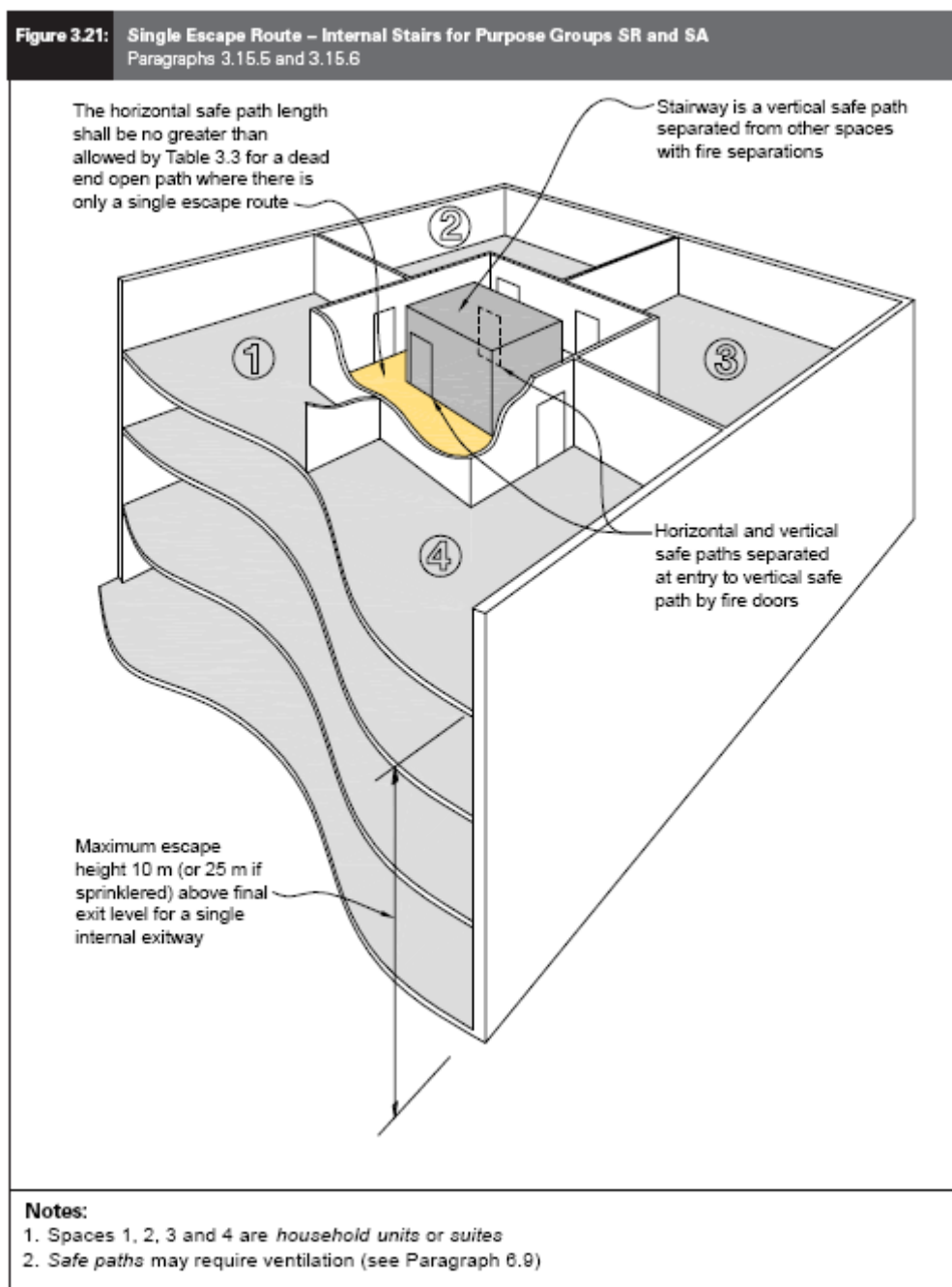
Ventilatie is niet noodzakelijk als:

- de woning direct uitkomt in een veilige vluchtroute of beschermde route, die niet wordt gedeeld met andere woningen, vóór het bereiken van een gedeelde vluchtweg, of
- de vluchthoogte is niet groter dan 4,0 m, of
- bij het verlaten van de woning, er meer dan één ontvluchtingsrichting aanwezig is, of
- de woningen of uitgangen zijn gesprinklerd, of
- de lengte van dat deel van de vluchtroute door de gedeelde vluchtroute voordat een andere rookscheiding (rookdeur) wordt gepasseerd niet groter is dan 5,0 m.

Hierbij wordt opgemerkt:

Ondanks de voorschriften voor deze aanvaardbare oplossing, kan toch enige rookverspreiding optreden naar een gedeelde vluchtroute als gevolg van een brand in een woning, alleen al omdat de toegangsdeur zal worden geopend, terwijl de aanwezigen vluchten. Voor de situaties uit paragraaf 6.9.6 van de

voorwaarden a) tot e) is het risico voor vluchtende aanwezigen door rook in de vluchtroute relatief laag.



In alle andere gevallen is ventilatie wel noodzakelijk. Hierbij kan gekozen worden uit de volgende vormen:

- In verticale 'veilige' vluchtroutes moet natuurlijke ventilatie worden gerealiseerd met behulp van in het dak gemonteerde ventilatoren met een nominale afvoercapaciteit van niet minder dan  $0,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ , of met ventilatieopeningen in het dak van de 'veilige' vluchtroute met een totale vrije doorlaat van niet minder dan  $1,5 \text{ m}^2$ . Daarnaast moeten toevoorzieningen worden gerealiseerd met behulp van openingen of roosters die een totale doorlaat van niet minder dan  $0,7 \text{ m}^2$  hebben, en liggen niet hoger dan 1,0 m boven de laagste verdieping. Wanneer ventilatievoorzieningen niet permanent open zijn, moeten ze automatisch worden geopend door acti-

vering met een rookdetectiesysteem (die voldoet aan F7/AS1) in de 'veilige' vluchtroute.

- In horizontale 'veilige' vluchtroutes, of in elk deel van de 'veilige' vluchtroute indien onderverdeeld door rookwerende deuren, moet natuurlijke ventilatie worden gerealiseerd met behulp van in het dak gemonteerde ventilatoren met een nominale afvoercapaciteit van niet minder dan  $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ , of met hoog gemonteerde ventilatie-openingen met een totale vrije doorlaat van niet minder dan  $1,0 \text{ m}^2$ . Daarnaast moeten toevoervoorzieningen worden gerealiseerd met behulp van openingen of roosters die een totale vrije doorlaat van niet minder dan  $0,5 \text{ m}^2$  hebben, en liggen niet hoger dan 1,0 m boven de vloer van de veilige vluchtroute. Wanneer ventilatievoorzieningen niet permanent open zijn, moeten ze automatisch worden geopend door activering met een rookdetectiesysteem (die voldoet aan F7/AS1) in de 'veilige' vluchtroute.

Hierbij wordt opgemerkt:

1. Voor permanente ventilatie in buitenmuren moet bij het ontwerpen, rekening worden gehouden met negatieve windeffecten en de houdbaarheid in de vluchtroute.
2. Waar de gedeelde vluchtroute niet op de bovenste verdieping van het gebouw is gelegen, moeten alternatieven voor natuurlijke ventilatie, zoals overdruk van de vluchtroute worden overwogen.
3. Afvoercapaciteiten voor ventilatoren worden normaliter bepaald door de fabrikant en zijn afhankelijk van de windsnelheid. Een capaciteit gebaseerd op basis van een ontwerp windsnelheid die in 95% van de tijd wordt overschreden wordt als aanvaardbaar beschouwd
4. Het ventilatiesysteem mag niet een negatieve druk ontwikkelen van meer dan 0,5 Pa beneden de atmosferische druk, anders komt de waarde van brandwerende deuren in het gedrang. Als mechanische ventilatie wordt gebruikt, is de voorkeurspositie voor de ventilator aan de onderkant van de schacht om positieve druk te genereren.

Daarnaast blijkt uit 3.17.1 dat alle deuren naar of in vluchtroutes zelfsluitend uitgevoerd moeten worden. Dit geldt dus ook voor de woningtoegangsdeuren naar een horizontale of verticale 'veilige' vluchtroute. Dus niet alleen in portieksituaties maar in alle situaties.

### 3. Welke technische voorzieningen worden er voorgeschreven?

Uit de vorige paragraaf blijkt dat er de volgende voorzieningen noodzakelijk zijn:

- Brandwerende (F rating) zelfsluitende deuren tussen brandcompartimenten (firecells) en vluchtroutes. Hierbij wordt elke woning als brandcompartiment gezien;
- Natuurlijk of mechanische ventilatie in de vluchtroutes (zowel horizontaal als verticaal) met een sturing via een rookdetectiesysteem.

### 4. Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluiting uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?

Ja, de aangegeven uitzondering uit paragraaf 3.15 zijn te vergelijken met de portiekontsluiting zoals we die in Nederland kennen. Er worden echter wel andere eisen gesteld. De belangrijkste verschillen zijn:

- Er wordt geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximale (vlucht)hoogte van 10 m (25 m gesprinklerd). Deze eis is strenger dan het criterium voor de hoogste vloer (12,5 m) uit het Bouwbesluit;
- De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;



- Er worden specifieke prestatie-eisen gesteld aan de ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis.

Wat verder opvalt, is dat de voorzieningen voor ventilatie ook noodzakelijk zijn om een inzet van hulpdiensten mogelijk te kunnen maken.

### 3.1.4 Andere landen

Ook in andere Europese landen zoals Duitsland en Frankrijk worden portiekontsluitingen toegestaan of zijn in verleden toegestaan. Vooral in de grote steden zoals Parijs en Berlijn zijn veel bestaande portiekontsluitingen aanwezig. Op basis van eigen waarnemingen blijkt dat in deze portieken veelal ook een vorm van ventilatie (rookluiken) eventueel in combinatie met rookdetectie aanwezig is.

De Duitse en Franse regelgeving zijn in dit rapport echter niet nader beoordeeld. Definitieve zekerheid of dergelijke situaties nog steeds zijn toegestaan en of de genoemde technische voorzieningen worden voorgeschreven, kan dus niet worden bepaald.

De regelgeving uit de Verenigde Staten is in deze rapportage niet beoordeeld. Voor zowel de Verenigde Staten, Duitsland als Frankrijk geldt dat de bouwregelgeving per staat, deelstaat of departement verschillend is.

## 3.2 Conclusie buitenlandse regelgeving

Uit de vorige paragrafen blijkt dat vergelijkbare portiekontsluitingen in het buitenland ook worden toegestaan. Er worden echter wel andere (prestatie-) eisen gesteld als voorwaarde om een ontvluchting vanuit woningen via één trappenhuis te kunnen toestaan.

Afgezien van deze verschillen in prestatie-eisen kan geconcludeerd worden dat in de onderzochte regelgeving altijd technische voorzieningen worden voorgeschreven die er voor zorgen dat er enige vorm van rookbeheersing aanwezig is. Hierbij gaat het altijd om een combinatie van:

- Bronreductie:
  - toepassen van zelfsluitende woningtoegangsdeuren;
  - toepassen van een beschermde hal tussen woningen en trappenhuis.
- Effectreductie:
  - Natuurlijke of mechanische ventilatie in het trappenhuis en/of in de beschermde hal;
  - Ventilatie moet veelal voorzien zijn van een sturing via rookdetectie.

## Hoofdstuk 4 Kosten van technische voorzieningen

### 4.1 Kostenoverzicht

In tabel 11 is een globaal kostenoverzicht opgenomen van de verschillende technische voorzieningen voor nieuwe en bestaande woongebouwen. Voor het opstellen van dit kostenoverzicht is gebruik gemaakt van de expertise van Huls Bouwkostenmanagement en zusterbedrijf Valk Technisch Adviesbureau B.V. In bijlage 5 zijn de overzichten opgenomen.

Bij het opstellen van het kostenoverzicht zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De kosten zijn gebaseerd op het fictieve woongebouw zoals aangegeven in paragraaf 2.2.1;
- De in de tabel aangegeven kosten zijn directe kosten en overhead kosten. Indirecte kosten (onderhouds- en exploitatiekosten) zijn hierin niet meegenomen;
- Voor de meerkosten voor bestaande bouw is uitgegaan van 20%. Dit is overigens sterk afhankelijk van de situatie. Het gaat hier om een inschatting

Tabel 11: Kostenoverzicht technische voorzieningen portiek met 10 woningen

nr.	Omschrijving	Totaal excl. BTW	
		Nieuwbouw	Bestaande bouw
1	Bronreductie		
1a	Conventionele deurdrangers	€ 1.900	€ 2.300
1b	Rookmelder gestuurde deurdrangers (ingebouwde rookmelder)	€ 12.500	€ 15.000
1c	Gestuurde vrijloop dranger, gekoppelde rookmelders	€ 6.200	€ 7.500
2	Effectreductie: natuurlijke ventilatie		
2a	Handmatig bediende rookluiken	€ 6.200	€ 7.500
2b	Gestuurde rookluiken	€ 7.800	€ 9.300
2c	Gestuurde rookluiken en natuurlijke toevoer via gevelopeningen	€ 11.900	€ 14.300
3	Effectreductie: mechanische ventilatie <sup>1</sup>		
3a	Mechanische afvoer in het dak	€ 11.200	€ 13.500
3b	Mechanische afvoer in het dak en natuurlijke toevoer via de gevel	€ 15.400	€ 18.400
3c	Overdrukinstallatie	€ 16.200	€ 19.500
3d	Mechanische toevoer in de gevel en natuurlijk afvoer in het dak	€ 22.800	€ 27.300

<sup>1</sup> debiet 42.000 m<sup>3</sup>/h.

### 4.2 Conclusie kosten technische voorzieningen

Uit tabel 11 blijkt dat het toepassen van mechanische ventilatie de grootste kostenconsequenties heeft. Deze kosten zullen verder toenemen als ook rekening wordt gehouden met de indirecte kosten. Het toepassen van deurdrangers (1a en 1c) heeft de laagste kostenconsequenties ten opzichte van de andere technische voorzieningen voor de vluchtfase.

De kosten voor het toepassen van deurdrangers zijn sterk afhankelijk van de uitvoering. Daarnaast worden de kosten in tegenstelling tot kosten voor de ventilatievoorzieningen grotendeels bepaald door het aantal deurdrangers. In het fictieve woongebouw gaat het om 10 stuks. Bij een kleiner aantal woningen zullen deze kosten ten opzichte van de kosten voor ventilatievoorzieningen afnemen.

Welke voorziening het meest kostenefficiënt is hangt niet alleen af van de investering, maar ook van het risico reducerend effect ervan (zie hoofdstuk 5, paragraaf 5.1.1).

Op basis van het kostenoverzicht wordt geschat dat voor een nieuw te bouwen portiekwoning de stichtingskosten (circa € 110.000, prijspeil 2011) maximaal 2% zullen stijgen. Het betreft hier een globale inschatting op basis van kengetallen. Deze stijging van de stichtingskosten is project specifiek (afhankelijk van het aantal woningen en de hoogte en inrichting van de portiek) en hangt daarnaast af van de toegepaste technische voorzieningen.

In algemene zin kan mogelijk uit een maatschappelijke kosten-batenanalyse ook blijken dat het toepassen van deze technische voorzieningen leidt tot een positief saldo. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

## Hoofdstuk 5 Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen

### 5.1 Haalbaarheid

#### 5.1.1 Overzichtsmatrix risicoreductie

Om de effectiviteit en de waardering van de verschillende technische voorzieningen beter weer te geven is een overzichtsmatrix opgesteld.

In deze overzichtsmatrix is de waardering van 3 veiligheidsaspecten weergegeven. Het betreft de volgende aspecten:

- A1: Veiligheid van bewoners: slachtofferrisico bij toetsing aan de letselcriteria.
- A2: Veiligheid van hulpverleners: slachtofferrisico bij toetsing aan de letselcriteria.
- A3: Veiligheid van omgeving: branduitbreidingsrisico bij toetsing aan branduitbreidingscriteria in het portiektrappenhuis.

Voor de criteria is getoetst aan de volgende grenswaarden (zie paragraaf 2.4):

- Letselcriteria bewoners: temperatuur  $\leq 70$  °C en zichtlengte  $\geq 2$  m;
- Letselcriteria hulpverleners: temperatuur  $\leq 130$  °C en zichtlengte  $\geq 2$  m;
- Branduitbreidingscriteria: convectieve warmtebelasting  $\leq 300$  °C in het portiektrappenhuis.

Bij de toetsing van de criteria is uitgegaan van het volgende:

- Bij de letselcriteria is de gemiddelde temperatuur of de gemiddelde zichtlengte over het afteleggen traject per bouwlaag beoordeeld, waarbij de volgende onderverdeling is gehanteerd:
  - Overall in het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarden;
  - Voor een deel van het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarden;
  - Nergens in het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarden.
- Bij het branduitbreidingscriteria is per zone in het trappenhuis beoordeeld of de grenswaarde wordt overschreden. Hierbij is de volgende onderverdeling gehanteerd:
  - Overall in het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarde;
  - Voor een deel van het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarde;
  - Nergens in het portiektrappenhuis wordt voldaan aan de grenswaarde

Bij de letselcriteria is de weging voor de zichtlengte twee keer zo groot als voor de temperatuur. De zichtlengte is namelijk onafhankelijk van de blootstellingsduur waardoor overschrijding van de grenswaarde direct tot consequenties leidt.

Daarnaast is de weging voor aspect A1 twee keer zo groot als voor aspect A2 en A3. Bewoners moeten onvrijwillig gebruik maken van de portiek bij de ontvluchting, terwijl dit voor de hulpverleners een keuze is. Bij het denken in risico's is het gebruikelijk om onvrijwillige risico's zwaarder te wegen. Daarnaast is het vanuit de optiek dat bewoners zelfstandig moeten kunnen vluchten ook verdedigbaar dat het bewonersrisico zwaarder meetelt.

Dit resulteert in de volgende weging en waardering:

Tabel 12: Weging en waardering veiligheidsaspecten

	Veiligheidsaspecten				
	A1		A2		A3
	Zichtlengte ≥ 2 m	Temperatuur ≤ 70 °C	Zichtlengte ≥ 2 m	Temperatuur ≤ 130 °C	Branduitbreiding ≤ 300 °C
Hele trappenhuis voldoet	8	4	4	2	2
Deel trappenhuis voldoet niet	4	2	2	1	1
Hele trappenhuis voldoet niet	0	0	0	0	0

Ter verduidelijking wordt het volgende voorbeeld gegeven:

- De zichtlengte in het hele trappenhuis is > 10 m;
- De temperatuur in het trappenhuis ligt tussen de 50-100 °C;

Dit resulteert in de volgende waardering:

- Aspect A1: zichtlengte 8 en temperatuur 2 = totaal 10;
- Aspect A2: zichtlengte 4 en temperatuur 2 = totaal 6;
- Aspect A3: temperatuur 2;
- Dit betekent een totaalscore van 18.

Voor de verschillende technische voorzieningen is de waardering per veiligheidsaspect en per brandscenario weergegeven in een overzichtsmatrix op basis van de bovenstaande weging (tabel 13). De rekenresultaten die aan de matrix in tabel 13 ten grondslag liggen zijn opgenomen in bijlage 6.

Tabel 13: waardering technische voorzieningen per veiligheidsaspect, portiek met 10 woningen

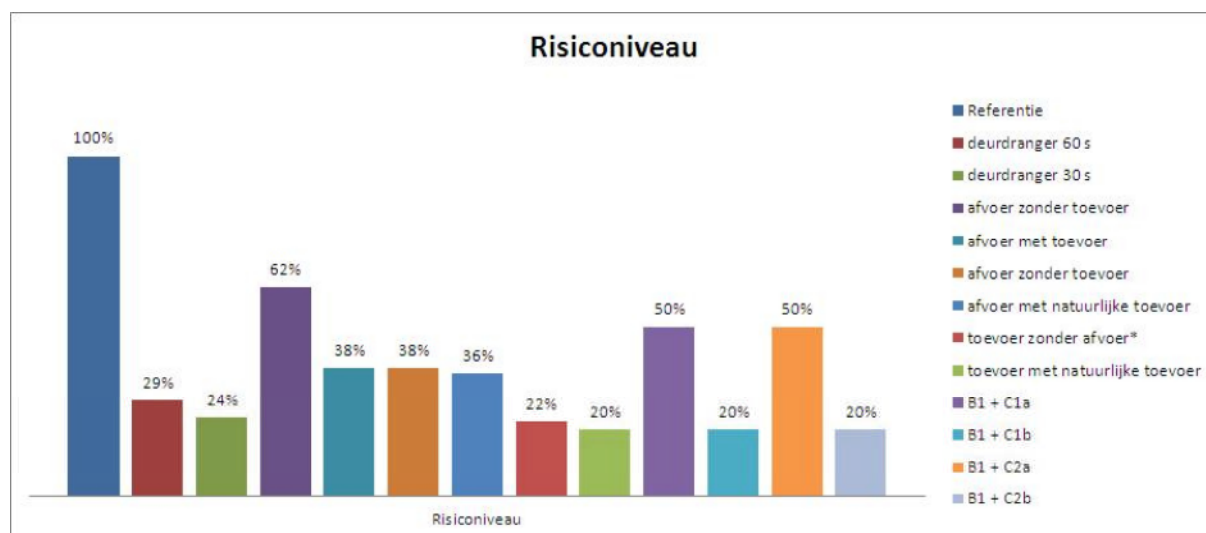
Situatie	Veiligheidsniveau bij scenario							Totaal	Risiconiveau <sup>2</sup>
	Brandstofbeheerst			Ventilatiebeheerst					
	A1	A2	A3	A1	A2	A3			
A	Referentie	0	1	1	2	2	2	8	100%
B	Bronreductie								
B1	Deurdranger 60 s	4	2	2	12	6	2	28	29%
B2	Deurdranger 30 s	8	4	2	12	6	2	34	24%
C	Effectreductie								
	Natuurlijke ventilatie:								
C1a	Afvoer zonder toevoer	0	0	1	6	4	2	13	62%
C1b	Afvoer met toevoer	0	0	1	12	6	2	21	38%
	Mechanische ventilatie:								
C2a	Afvoer zonder toevoer	0	0	1	12	6	2	21	38%
C2b	Afvoer met natuurlijke toevoer	0	1	1	12	6	2	22	36%
C2c	Toevoer zonder afvoer <sup>1</sup>	10	4	2	12	6	2	36	22%
C2d	Toevoer met natuurlijke afvoer	12	6	2	12	6	2	40	20%
D	Combinaties								
D1	B1 + C1a	4	2	2	4	2	2	16	50%
D2	B1 + C1b	12	6	2	12	6	2	40	20%
D3	B1 + C2a	2	2	2	4	2	2	16	50%
D4	B1 + C2b	12	6	2	12	6	2	40	20%

<sup>1</sup> Debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige mechanische debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h.

<sup>2</sup> Het risiconiveau wordt bepaald ten opzichte van de referentiesituatie (100%). Bijvoorbeeld B1: 8/28 = 29% (een risicoreductie van 71%).

Op basis van de totaalscore van de waardering is het bijbehorende risiconiveau bepaald. Hierbij wordt het risiconiveau bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie staat gelijk aan een risiconiveau van 100%. Hoe hoger de score, hoe lager het risiconiveau. Ter illustratie: het risiconiveau van het voorbeeld bedraagt  $8/18 = 44\%$  (een risicoreductie van 56%).

In figuur 45 is tabel 13 weergegeven in een staafdiagram.



Figuur 45: Staafdiagram risiconiveau

Uit tabel 13 en figuur 45 blijkt dat elke technische voorziening tot een risicoreductie leidt ten opzichte van de referentiesituatie. Echter niet elke voorziening heeft dezelfde effectiviteit.

Bronreductie door middel van zelfsluitende woningtoegangsdeuren is zeer effectief voor alle aspecten bij elk willekeurig brandscenario. Dit geldt ook voor effectreductie in de vorm van mechanische toevoerventilatie (met of zonder natuurlijke afvoerventilatie). Een belangrijk bijkomend voordeel van bronreductie (in de vorm van deurdrangers) is dat bewoners eenvoudiger langs de brandende woning kunnen vluchten. Immers, een openstaande toegangsdeur van de brandende woning zal de doorstroming van de ontvluchting belemmeren, zowel vanuit fysiologisch oogpunt (stralingsbelasting) als vanuit psychologisch oogpunt (angst). Dat wordt met een deurdranger voorkomen.

Met de combinaties D2 (deurdranger in combinatie met natuurlijke toevoer- en natuurlijke afvoerventilatie) en D4 (deurdranger in combinatie met natuurlijke toevoer- en mechanische afvoerventilatie) wordt de grootste risicoreductie bereikt (80%). Bij elk brandscenario wordt de veiligheid in elke fase sterk verbeterd.

Van de hierboven beschouwde voorzieningen met de grootste risicoreductie is de kostenefficiëntie beschouwd in tabel 14.

Tabel 14: Technische voorzieningen, risicoreductie en kostenefficiëntie, portiek met 10 woningen

Situatie		Kostenniveau [k€]	Risiconiveau	Kosten / Veiligheid
A	Referentie	0	100%	0
B	Bronreductie			
B1	Deurdranger 60 s	6	29%	1,74
B2	Deurdranger 30 s	6	24%	1,44
C	Effectreductie			
C2c	Mechanische toevoer zonder afvoer	16	22%	3,52
C2d	Mechanische toevoer met natuurlijke afvoer	23	20%	4,60
D	Combinaties			
D2	Deurdranger (B1) met natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer (C1b)	18	20%	3,60
D4	Deurdranger (B1) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C2b)	22	20%	4,40

Uit tabel 14 blijkt dat toepassing van deurdrangers de meest kostenefficiënte voorziening is. De overige voorzieningen die in tabel 14 zijn genoemd zijn minder kostenefficiënt, maar met deze voorzieningen wordt wel een hoger veiligheidsniveau bereikt.

### 5.1.2 Betrouwbaarheid

Het veiligheidseffect van verschillende technische voorzieningen is ook afhankelijk van de betrouwbaarheid ervan. Over het algemeen zijn technische voorzieningen betrouwbaar. De betrouwbaarheid wordt vooral bepaald door invloed die gebruikers (bewoners) op de goede werking kunnen uitoefenen. Zo worden conventionele deurdrangers in het dagelijks gebruik veelal als lastig en onnodig ervaren. Dit heeft tot gevolg dat de deurdrangers onklaar worden gemaakt of dat de werking ervan op een andere wijze wordt gefrustreerd (deurstoppers zoals prullenbakken, keggen, stoelen, etc.). Rookmelder gestuurde deurdrangers met vrijloop in de normale gebruikssituatie nodigen hiertoe niet uit en zijn daarmee betrouwbaarder.

Technische voorzieningen zijn het meest betrouwbaar wanneer de gebruikers- of bewonersinvloeden erop beperkt zijn. Dit is mogelijk met robuuste technische voorzieningen in het trappenhuis, die via een automatische sturing door rookmelders in dat trappenhuis in werking treden. Technische voorzieningen mogen niet worden gestuurd door een (eventuele) rookmelder in de woning. Deze dient alleen voor alarmering van de bewoners van de betreffende woning. Wanneer de rookmelder door toedoen van die bewoners onklaar raakt, mag daardoor niet de vluchtveiligheid van andere bewoners in het geding komen.

De betrouwbaarheid van de technische voorzieningen kan worden geborgd door een goede onderhoudsregeling. Wanneer deze technische voorzieningen buiten de woningen in het trappenhuis aanwezig zijn is onderhoud in principe mogelijk. Dit onderhoud kan worden geregeld via woningbouwverenigingen of vereniging van eigenaars.

In dit onderzoek is het voorkomen van branden in portiekwoningen buiten beschouwing gelaten. De bron beperkende voorzieningen beperken zich in dit onderzoek tot de verspreiding van rook en warmte vanuit de brandende woning naar het trappenhuis. Uiteraard zijn bron beperkende maatregelen binnen

de portiekwoning, waarmee de kans op het ontstaan van brand in een woning of de branduitbreiding binnen een woning wordt verkleind ook zinvol. Echter, dit grijpt wel in op de inrichting en stoffering van een woning (brandvertragend en vlam dovend).

### 5.1.3 Bestaande en nieuwe situaties

Er bestaan verschillen tussen de haalbaarheid van de technische voorzieningen in bestaande en nieuw te bouwen portieken. In nieuw te bouwen portieken kunnen alle technische voorzieningen in het ontwerpproces worden ingepast. In bestaande portieken ontbreekt die ontwerpvrijheid. In de meeste gevallen kunnen de in dit rapport beoordeelde technische voorzieningen ook in bestaande portieken worden gerealiseerd. Echter, de kosten voor deze voorzieningen zullen wel toenemen (zie hoofdstuk 4).

## 5.2 Conclusie haalbaarheid

Door de forse risicoreductie (tot 76%) en de laagste kosteninvestering blijkt bronreductie door middel van zelfsluitende woningtoegangsdeuren het meest kostenefficiënt te zijn. Dat wil zeggen dat het veiligheidsrendement van de investering groot is. De combinaties van bron- en effectreductie en alleen effectreductie in de vorm van mechanische toevoerventilatie (met of zonder natuurlijke afvoerventilatie) zijn minder kostenefficiënt. Met het toepassen van deze voorzieningen wordt wel een hoger veiligheidsniveau bereikt (risicoreductie van 80%).

De haalbaarheid van technische voorzieningen wordt ook bepaald door de betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid wordt bij technische voorzieningen vooral bepaald door invloed van de gebruikers (bewoners) op de goede werking ervan. Deze invloed moet dus worden beperkt.

Er bestaan daarnaast verschillen in haalbaarheid van technische voorzieningen tussen bestaande en nieuw te bouwen portieken. In de meeste gevallen zullen de in dit rapport beoordeelde technische voorzieningen ook in bestaande portieken kunnen worden gerealiseerd. Echter de kosten voor deze voorzieningen zullen wel toenemen (zie hoofdstuk 4).

## 5.3 Formulering prestatie-eisen

Op basis van de resultaten in tabel 13 is bronreductie in de vorm van zelfsluitende woningtoegangsdeuren zeer effectief. Weliswaar wordt met het toepassen van deze voorziening niet aan alle in dit onderzoek aangehouden grenswaarden voldaan, het toepassen van deze voorziening leidt toch tot een forse risicoreductie en is het meest kostenefficiënt (tabel 14). Bijkomend voordeel is dat de bewoners gemakkelijker langs de brandende woning naar beneden kunnen vluchten (geen blootstelling aan straling van de brandhaard).

Het verdient aanbeveling deze zelfsluitendheid in de regelgeving voor te schrijven. Hier zijn 2 keuzes mogelijk:

1. In afdeling 6.6 van het Bouwbesluit 2012 [4] wordt in artikel 6.26 aangegeven welke deuren zelfsluitend uitgevoerd moeten worden. In lid 2 wordt



aangegeven dat dit niet geldt voor een deur in een niet-gemeenschappelijke doorgang. Wij adviseren om na lid 2 een nieuw lid 3 te introduceren met de volgende tekst:

*Lid 1 is van overeenkomstige toepassing op een deur in een niet-gemeenschappelijke doorgang in een extra beschermde vluchtroute volgens artikel 2.105 lid 4.*

Met het toevoegen van dit lid wordt gerealiseerd dat de woningtoegangsdeuren van portiekwoningen zelfsluitend uitgevoerd worden.

2. Met de hierboven beschreven optie wordt echter niet de soort zelfsluitende toepassing voorgeschreven. Het toepassen van een conventionele deurdranger moet zoveel mogelijk worden vermeden (zie paragraaf 5.1.2). Voorgesteld wordt om dezelfde nieuwe omschrijving voor 6.26 lid 3 als hierboven op te nemen en daaraan toe te voegen:

*Het sluitingsmechanisme van deze zelfsluitende deur kan alleen in werking treden op basis van optische detectie in de extra beschermde vluchtroute conform NEN 2535.*

**Aanvullende opmerking:**

Door zelfsluitende woningtoegangsdeuren voor portiekwoningen toe te passen kan de WBDBO-eis van 60 minuten voor woningen in portieken met een verblijfsgebied hoger dan 7 m boven het meetniveau mogelijk worden gereduceerd tot 30 minuten, net als voor niet-portiekwoningen. Het veilig vluchten via het trappenhuis wordt met het toepassen van deze voorziening verbeterd. Dit betekent dat de bouwkundige brandveiligheidsvoorzieningen er niet meer op gericht hoeven te zijn dat bewoners langere tijd in de woning kunnen verblijven, totdat zij door de brandweer gered worden. Dit is in overeenstemming met de visie op brandveiligheid [3] van juni 2009, die er vanuit gaat dat mensen zichzelf in veiligheid moeten kunnen brengen.

Ook de beperking aan de gebruiksoppervlakten van woonfuncties die zijn aangewezen op de portiek kan om dezelfde reden mogelijk vervallen of worden vereenvoudigd tot één gemeenschappelijke eis.

## Hoofdstuk 6 Antwoorden op onderzoeksvragen

### 6.1 Rookverspreiding trappenhuis

Welke mate van rookbelemmering treedt op binnen een trappenhuis van een standaard portiekwoongebouw (referentiesituatie)?

*Uit het rookverspreidingsonderzoek blijkt dat met de gegeven uitgangspunten het gehele trappenhuis binnen korte tijd gevuld is met rook. De ruimtecondities in dit met rook gevulde trappenhuis zijn zo slecht dat een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer op basis van de gehanteerde grenswaarden niet mogelijk is.*

Met welke technische voorzieningen kan de rookbelemmering in een portiektrappenhuis worden verminderd? Wat is de effectiviteit van deze voorzieningen?

*Bij het toepassen van bronreductie (deurdrangers) wordt de rookverspreiding naar het trappenhuis beperkt. Er vindt echter nog steeds rookverspreiding plaats naar het trappenhuis. Een dergelijke voorziening is op basis van dit onderzoek pas volledig effectief in combinatie met effectreductie. Hierbij moet worden opgemerkt dat als (conservatief) uitgangspunt is aangehouden dat de woningtoegangsdeur van de direct bedreigde woning geopend wordt bij een volledig ontwikkelde brand in de woning. In de praktijk zal de direct bedreigde woning in een eerder stadium worden ontvlucht.*

*Bij het toepassen van effectreductie (ventilatie) wordt de rookverspreiding niet beperkt en neemt deze in een aantal situaties zelfs toe. Deze voorzieningen zijn alleen effectief in combinatie met bronreductie. Uitzondering hierop is het toepassen van mechanische toevoerventilatie (overdruk) eventueel in combinatie met natuurlijke afvoerventilatie. Bij deze voorzieningen wordt de rookverspreiding tot een minimum beperkt. Hierbij moet wel worden aangetekend dat effectiviteit van deze voorzieningen sterk afhankelijk is van de bouwkundige kwaliteit van het trappenhuis, het ventilatiedebiet en de opvoerhoogte van de toevoervoorziening.*

*Bij het toepassen van de volgende combinaties van bron- en effectreductie:*

- *deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en natuurlijke toe- en afvoerventilatie in het trappenhuis;*
- *deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en mechanische afvoer en natuurlijke toevoerventilatie in het trappenhuis;*
- *deurdrangers op de woningtoegangsdeuren en mechanische toevoerventilatie in het trappenhuis.*

*wordt de rookverspreiding naar het trappenhuis beperkt (deurdranger) en zorgt de ventilatievoorziening voor de afvoer van de overgebleven rook. Deze combinaties zijn dus zeer effectief. Andere onderzochte varianten van technische voorzieningen of combinaties zijn niet effectief.*

Met welke technische voorzieningen is een veilige ontvluchting en een veilige repressie binnen het trappenhuis van een portiekwoongebouw nog mogelijk?

*Een veilige ontvluchting en een veilige repressie binnen het trappenhuis is nog mogelijk met de volgende technische voorzieningen:*

- *Overdruk trappenhuis door mechanische toevoerventilatie;*
- *Mechanische toevoer- in combinatie met natuurlijk afvoerventilatie (rookluiken);*
- *Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met natuurlijke toe- en afvoerventilatie in het trappenhuis;*
- *Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische afvoer- en natuurlijke toevoerventilatie in het trappenhuis;*
- *Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische toevoerventilatie in het trappenhuis.*

## 6.2 Buitenlandse regelgeving

Zijn woongebouwen met één trappenhuis in het buitenland toegestaan? Zo ja, welke eisen worden er dan gesteld?

*Ja, deze woongebouwen zijn in het buitenland ook toegestaan. Er worden echter wel andere eisen gesteld om een ontvluchting via één trappenhuis te kunnen toestaan. Deze eisen zijn zeer uiteenlopend. Voor de specifieke eisen wordt verwezen naar hoofdstuk 3 en bijlage 4.*

Welke technische voorzieningen zijn gangbaar (worden voorgeschreven) in het buitenland?

*In de onderzochte regelgeving zijn technische voorzieningen voorgeschreven. Het gaat hierbij altijd om een combinatie van:*

- *Bronreductie:*
  - *toepassen van zelfsluitende woningtoegangsdeuren;*
  - *toepassen van een beschermde hal tussen woningen en trappenhuis.*
- *Effectreductie:*
  - *Natuurlijke of mechanische ventilatie in het trappenhuis en/of in de beschermde hal;*
  - *Ventilatie moet veelal voorzien zijn van een sturing via rookdetectie.*

Zijn deze ontvluchtingsprincipes te vergelijken met de portiekontsluitingen uit het Bouwbesluit 2003 [1] (artikel 2.157 lid 5a)?

*Ja, de ontvluchtingsprincipes zijn te vergelijken met de portiekontsluitingen uit het Bouwbesluit 2003. Er worden wel andere en aanvullende eisen gesteld. De belangrijkste verschillen zijn:*

*Groot-Brittannië:*

- *Er wordt geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximaal aantal bouwlagen en een hoogtecriterium voor de vloer;*
- *Het uitgangspunt is dat er altijd tussen het trappenhuis en de woning een (beschermde) hal aanwezig is. Wanneer een beschermde entreehal in de woning zelf aanwezig is mag deze komen te vervallen;*
- *De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;*
- *Er worden specifieke eisen gesteld aan ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis of voor de hal voor het trappenhuis.*

Zweden:

- *Er wordt geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximaal aantal bouwlagen. Er worden meer bouwlagen toegestaan in vergelijking met het hoogtecriterium uit het Bouwbesluit;*
- *De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;*
- *Er worden geen specifieke prestatie-eisen gesteld aan de ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis. Er worden wel grenswaarden gegeven voor de minimale ruimtecondities in het trappenhuis. Daaruit blijkt dat ventilatie in het trappenhuis wel noodzakelijk is, ook voor de inzet van de hulpdiensten.*

Nieuw-Zeeland

- *Er wordt geen oppervlaktecriterium gesteld. Er geldt een maximale (vlucht)hoogte van 10 m (25 m gesprinklerd). Deze eis is strenger dan het criterium voor de hoogste vloer (12,5 m) uit het Bouwbesluit;*
- *De woningtoegangsdeuren moeten zelfsluitend zijn uitgevoerd;*
- *Er worden specifieke prestatie-eisen gesteld aan de ventilatievoorzieningen voor de afvoer van rook uit het trappenhuis.*

### 6.3 Kosten technische voorzieningen

Wat zijn de kosten van de technische voorzieningen bij nieuw te bouwen portiekwoningen?

*De kosten van de technische voorzieningen bij nieuw te bouwen portiekwoningen zijn weergegeven in tabel 11 en bijlage 5. De kosten variëren van ongeveer € 1.900,- tot maximaal € 29.000 (combinatie).*

Welke stijging geeft dit voor de stichtingskosten van een portiekwoning?

*De stijging van de stichtingskosten worden voor een nieuw te bouw portiekwoning geschat op maximaal 2%. Deze stijging van de stichtingskosten is project specifiek (afhankelijk van het aantal woningen en de hoogte en inrichting van de portiek) en hangt daarnaast af van de toegepaste technische voorzieningen.*

Wat zijn de kosten van deze voorzieningen bij bestaande portiekwoningen?

*De kosten van de technische voorzieningen bij bestaande portiekwoningen zijn weergegeven in tabel 11 en bijlage 5. De meerkosten voor bestaande bouw ten opzichte van nieuwbouw worden geschat op 20%. Dit is overigens sterk afhankelijk van de situatie.*

### 6.4 Haalbaarheid en formulering prestatie-eisen

Wat is de haalbaarheid van de verschillende technische voorzieningen?

*Om de (functionele) haalbaarheid van de verschillende technische voorzieningen beter te kunnen beoordelen is een overzichtsmatrix (tabel 13) opgesteld.*

*In deze overzichtsmatrix worden de technische voorzieningen gewaardeerd op 3 veiligheidsaspecten:*

- *A1: Veiligheid van bewoners.*
- *A2: Veiligheid van hulpverleners.*
- *A3: Veiligheid van omgeving.*

*Elk veiligheidsaspect is getoetst aan vastgestelde criteria (zie paragraaf 5.1.1.). Uit de matrix blijkt dat bij elke technische oplossing een risicoreductie optreedt ten opzichte van de referentiesituatie. Echter de effectiviteit verschilt per voorziening.*

*De haalbaarheid wordt ook bepaald door de betrouwbaarheid van de voorziening. In het algemeen worden technische voorziening goed gewaardeerd als het gaat om betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid wordt bij technische voorzieningen vooral bepaald door invloed die gebruikers (bewoners) op de goede werking kunnen uitoefenen. Deze invloed moet dus zoveel mogelijk worden beperkt.*

*Er bestaan daarnaast verschillen tussen de haalbaarheid van de technische voorzieningen in bestaande en nieuw te bouwen portieken. In nieuw te bouwen portieken kunnen alle technische voorzieningen in het ontwerpproces worden ingepast. In bestaande portieken ontbreekt die ontwerp vrijheid. In de meeste gevallen kunnen de in dit rapport beoordeelde technische voorzieningen ook in bestaande portieken worden gerealiseerd. Echter, de kosten voor deze voorzieningen zullen wel toenemen.*

Welke risicoreductie leveren de verschillende technische voorzieningen op?

*In de overzichtsmatrix is per voorziening de risicoreductie weergegeven. Bronreductie door middel van zelfsluitende woningtoegangsdeuren is zeer effectief voor alle aspecten bij elk brandscenario. Met deze voorziening kan het risiconiveau ten opzichte van de referentiesituatie worden verlaagd tot 24% (risicoreductie tot 76%).*

*Met combinaties van bron- en effectreductie en met alleen effectreductie in de vorm van mechanische toevoer- (met of zonder natuurlijke toevoerventilatie in de gevel) wordt de grootste risicoreductie bereikt. Met deze voorzieningen kan het risiconiveau ten opzichte van de referentiesituatie worden verlaagd tot 20% (risicoreductie van 80%).*

Welke technische voorzieningen zijn het meest kostenefficiënt?

*In tabel 14 is de kostenefficiëntie beoordeeld voor de voorzieningen met de grootste risicoreductie. Hieruit blijkt dat toepassing van deurdrangers de meest kostenefficiënte voorziening is. De overige voorzieningen zijn minder kostenefficiënt, maar met deze voorzieningen wordt wel een hoger veiligheidsniveau bereikt.*

Welke prestatie-eisen kunnen in de bouwregelgeving worden opgenomen, zodat de vlucht- en inzett fase worden verbeterd?

*Zelfsluitende woningtoegangsdeuren zijn zeer effectief. Weliswaar wordt met het toepassen van deze voorziening niet aan alle in dit onderzoek aangehouden grenswaarden voldaan, het toepassen van deze voorziening leidt toch tot een forse risicoreductie (tot 76%). Bijkomend voordeel is dat de bewoners*

*gemakkelijker langs de brandende woning naar beneden kunnen vluchten (geen blootstelling aan straling van de brandhaard).*

*Het verdient aanbeveling deze zelfsluitendheid in de regelgeving voor te schrijven. Hier zijn 2 keuzes mogelijk:*

- 1. In afdeling 6.6 van het Bouwbesluit 2012 [4] wordt in artikel 6.26 aangegeven welke deuren zelfsluitend uitgevoerd moeten worden. In lid 2 wordt aangegeven dat dit niet geldt voor een deur in een niet-gemeenschappelijke doorgang. Wij adviseren om na lid 2 een nieuw lid 3 te introduceren met de volgende tekst:*

***Lid 1 is van overeenkomstige toepassing op een deur in een niet-gemeenschappelijke doorgang in een extra beschermde vluchtroute volgens artikel 2.105 lid 4.***

*Met het toevoegen van dit lid wordt gerealiseerd dat de woningtoegangsdeuren van portiekwoningen zelfsluitend uitgevoerd worden.*

- 2. Met de hierboven beschreven optie wordt echter niet de soort zelfsluitende toepassing voorgeschreven. Het toepassen van een conventionele deurdranger moet zoveel mogelijk worden vermeden (zie paragraaf 5.1.2). Voorgesteld wordt om dezelfde nieuwe omschrijving voor 6.26 lid 3 als hierboven op te nemen en daaraan toe te voegen:*

***Het sluitingsmechanisme van deze zelfsluitende deur kan alleen in werking treden op basis van optische detectie in de extra beschermde vluchtroute conform NEN 2535.***

## Hoofdstuk 7 Conclusies en aanbevelingen

### 7.1 Conclusie

#### Rookverspreiding trappenhuis:

- Op basis van de grenswaarden uit paragraaf 2.4 is een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet/evacuatie door de brandweer niet of nauwelijks mogelijk binnen de referentiesituatie (en vergelijkbare portieken). Hiermee wordt overigens niet geconcludeerd dat daarmee wetenschappelijk is aangetoond dat een portiek onveilig is. De woningen zijn voldoende brandwerend afgeschermd van het portiektrappenhuis, zodat ontvluchting in principe niet noodzakelijk is.

Echter, dit strookt niet met de visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009, waarin ervan uitgegaan wordt dat de bewoners zichzelf in veiligheid moeten kunnen brengen. Dit houdt in dat vanuit de woningen veilig moet kunnen worden gevlucht.

- Op basis van de grenswaarden uit paragraaf 2.4 is een veilige ontvluchting door de bewoners en een veilige inzet door de brandweer via het trappenhuis wel mogelijk door het toepassen van één van de volgende technische voorzieningen:
  - Overdruktrappenhuis: mechanische toevoerventilatie;
  - Mechanische toevoer- in combinatie met natuurlijk afvoerventilatie (rookluiken);
  - Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met natuurlijke toe- en afvoerventilatie in het trappenhuis;
  - Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische afvoer- en natuurlijke toevoerventilatie in het trappenhuis;
  - Deurdrangers op de woningtoegangsdeuren in combinatie met mechanische toevoerventilatie in het trappenhuis.

Bij deze voorzieningen is sprake van zowel bron- als effectreductie.

- Bij toepassing van alleen bronreductie (drangers op de woningtoegangsdeuren) is een veilige ontvluchting en veilige inzet door de brandweer op basis van de grenswaarden voor de temperatuur mogelijk. De optredende zichtlengten zijn echter te gering, er wordt niet voldaan aan de grenswaarden voor de zichtlengte.

Hierbij moet worden opgemerkt dat als (conservatief) uitgangspunt is aangehouden dat de woningtoegangsdeur van de direct bedreigde woning geopend wordt bij een volledig ontwikkelde brand in de woning. In de praktijk zal de direct bedreigde woning in een eerder stadium worden ontvlucht. De optredende zichtlengten zullen in werkelijkheid dus groter zijn.

- Voorzieningen voor effectreductie die pas worden toegepast in de inzetfase zijn alleen effectief als de bron wordt beperkt (blussing of sluiten van woningtoegangsdeur). Daarnaast wordt er bij deze toepassing van uitgegaan dat de bewoners in de woningen blijven tot ze door de brandweer gered worden. Dit strookt niet met de huidige visie op brandveiligheid [3] van de rijksoverheid uit 2009.

#### Buitenlandse regelgeving:

- Uit hoofdstuk 3 blijkt dat vergelijkbare portiekontsluitingen in het buitenland ook worden toegestaan. Er worden echter wel andere (prestatie-) eisen gesteld als voorwaarde om een ontvluchting vanuit woningen via één trappenhuis te kunnen toestaan.

Afgezien van deze verschillen in prestatie-eisen kan geconcludeerd worden dat in de onderzochte regelgeving altijd technische voorzieningen worden voorgeschreven die er voor zorgen dat er enige vorm van rookbeheersing aanwezig is. Hierbij gaat het altijd om een combinatie van:

- Bronreductie:
  - Toepassen van zelfsluitende woningtoegangsdeuren;
  - Toepassen van een beschermd hal tussen woningen en trappenhuis.
- Effectreductie:
  - Natuurlijke of mechanische ventilatie in het trappenhuis en/of in een beschermd toegangshal;
  - De ventilatie moet veelal voorzien zijn van een sturing via rookdetectie.

#### **Kosten technische voorzieningen:**

- Het toepassen van drangers op de woningtoegangsdeuren in de portiek vergt van de technische voorzieningen de laagste kosteninvestering. De specifieke kosten voor vrijloop deurdrangers op de woningtoegangsdeuren, aangestuurd door rookdetectie in het portiektrappenhuis bedragen voor een portiek van 10 woningen ongeveer € 6.200,-.
- De kosten van alle technische voorzieningen blijven in de beschouwde portieksituatie overigens beperkt tot een investering van circa 2% van de stichtingskosten voor een nieuw te bouwen portiekwoning.
- De meerkosten voor bestaande bouw ten opzichte van nieuwbouw worden geschat op 20%. Dit is overigens sterk afhankelijk van de situatie.

#### **Haalbaarheid:**

- Door de forse risicoreductie (tot 76%) en de laagste kosteninvestering blijkt bronreductie door middel van zelfsluitende woningtoegangsdeuren het meest kostenefficiënt te zijn. Dat wil zeggen dat het veiligheidsrendement van de investering groot is.
- De combinaties van bron- en effectreductie en alleen effectreductie in de vorm van mechanische toevoerventilatie (met of zonder natuurlijke afvoer-ventilatie) zijn minder kostenefficiënt. Met het toepassen van deze voorzieningen wordt wel een hoger veiligheidsniveau bereikt (risicoreductie van 80%).
- De haalbaarheid wordt ook bepaald door de betrouwbaarheid van de voorziening. De betrouwbaarheid wordt bij technische voorzieningen vooral bepaald door invloed van de gebruikers (bewoners) op de goede werking ervan. Deze invloed moet dus worden beperkt.
- Er bestaan daarnaast verschillen in haalbaarheid van technische voorzieningen tussen bestaande en nieuw te bouwen portieken. In de meeste gevallen zullen de in dit rapport beoordeelde technische voorzieningen ook in bestaande portieken kunnen worden gerealiseerd. Echter de kosten voor deze voorzieningen zullen wel toenemen.

## **7.2 Aanbevelingen**

In aansluiting op de conclusies worden de volgende aanbevelingen gedaan, ter verbetering van de condities in een portiektrappenhuis, gedurende de vluchtfase (bewoners) en inzetfase (brandweer):

- Vrijloop deurdrangers op de woningtoegangsdeuren, aangestuurd door rookdetectie in het portiektrappenhuis publiekrechtelijk voorschrijven voor



nieuwbouw. Hiervoor is in paragraaf 5.3 een voorstel voor de formulering van prestatie-eisen opgenomen.

- Vrijloop deurdrangers op de woningtoegangsdeuren, aangestuurd door rookdetectie in het portiektrappenhuis stimuleren voor bestaande bouw, mogelijk is ook hier het publiekrechtelijk voorschrijven een optie.
- De grenswaarden aan de gebruiksoppervlakten van woonfuncties die op het portiektrappenhuis zijn aangewezen kunnen worden vereenvoudigd tot één gemeenschappelijke eis.
- Door deurdrangers op de woningtoegangsdeuren toe te passen kan de WBDBO-eis van 60 minuten voor woningen in portieken met een verblijfsgebied hoger dan 7 m boven het meetniveau mogelijk worden gereduceerd tot 30 minuten, net als voor niet-portiekwoningen. Of het bereikte vluchtveiligheidsniveau hiervoor te allen tijde hoog genoeg is, of dat aanvullende voorzieningen nodig zijn (zoals ventilatie van het portiektrappenhuis) verdient nader onderzoek. In dat nader onderzoek kan tevens worden beschouwd of er meer grenswaarden voor de portiekontsluiting kunnen worden opgerekt bij toepassing van deze aanvullende voorzieningen (deurdrangers en ventilatie van het portiektrappenhuis).

## Referenties

- [1] Bouwbesluit 2003, Stb 2001, laatstelijk gewijzigd bij Stb. 2010, 728, in werking getreden 1 januari 2011
- [2] Van der Graaf, P.J., Huijzer, J.C., Eggink – Eilander, S., *Brandveiligheid Portiekwoningen*, Onderzoeksrapport Wz090495aaA0, juni 2010.
- [3] *'Visie op brandveiligheid'; gedeelde verantwoordelijkheid en heldere kaders vanuit een risicobenadering*, Ministerie BZK en VROM, 2009.
- [4] Concept Bouwbesluit 2010, ambtelijk concept d.d. 27 april 2011, [www.overheid.nl](http://www.overheid.nl).
- [5] NEN 6055:2009 ontwerp nl., Fysisch brandmodel op basis van een natuurlijk brandconcept, publicatiedatum 1 oktober 2009.
- [6] NEN-EN 1991-1-2/NB:2007, Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1 Eurocode 1, publicatiedatum 1 november 2007.
- [7] Van Oerle, N.J., Janse, E.W., Van de Leur, P.H.E., *'Richtlijnen vultijdenmodel grote brandcompartimenten'*, TNO-rapport 96-CVB-R0330, oktober 1996.
- [8] Quintiere, J.G., *'Principles of Fire Behavior'*, 1998.
- [9] Richtwaarden AIVC, Van Herpen, R.A.P, *'gebruikershandleiding VVMOD'*, mei 2003.
- [10] NEN-EN 12101-6:2005, Installaties voor rook- en warmtebeheersing - Deel 6, publicatiedatum 1 juni 2005.
- [11] Building Regulations 2000: Approved Document B, Volume 2 - Buildings other than dwelling houses, April 2007.
- [12] Building Regulations, BBR, Safety in case of fire, BFS 2002; 19, 2002.
- [13] Compliance Document for New Zealand Building Code, Clauses C1, C2, C3, C4, Fire Safety, 2007.



[info@nieman.nl](mailto:info@nieman.nl)

[www.nieman.nl](http://www.nieman.nl)

#### **Vestiging Utrecht**

Postbus 40217 - 3504 AA Utrecht

Atoomweg 400 - 3542 AB Utrecht

Tel.: 030 - 241 34 27

Fax: 030 - 241 02 66

#### **Vestiging Zwolle**

Postbus 40147 - 8004 DC Zwolle

Dr. Van Lookeren Campagneweg 16

8025 BX Zwolle

Tel.: 038 - 467 00 30

Fax: 038 - 467 00 40

#### **Vestiging Rijswijk**

Postbus 1757 - 2280 DT Rijswijk

Nassaukade 1 - 2281 XA Rijswijk

Tel.: 070 - 340 17 20

Fax: 070 - 340 17 37

#### **Vestiging Eindhoven**

Postbus 1385 - 5602 BJ Eindhoven

Verdunplein 17 - 5627 SZ Eindhoven

Tel.: 040 - 264 58 20

Fax: 040 - 264 58 21



**NL** LID  
INGENIEURS