

## 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 volkshuisvestingsstandpunt 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 kosten-deskundige.

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

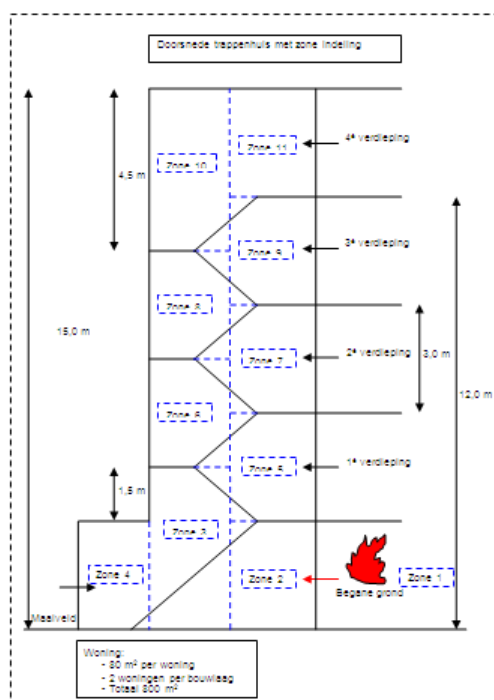
De rookverspreiding naar en in het trappenhuis wordt inzichtelijk gemaakt met een meerzone stromingsmodel. Als stromingsmodel wordt gebruik gemaakt van CFAST (NIST: National Institute of Standards and Technology; US), dat specifiek voor brandsituaties is ontwikkeld. Voor het bepalen van het brandscenario 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.

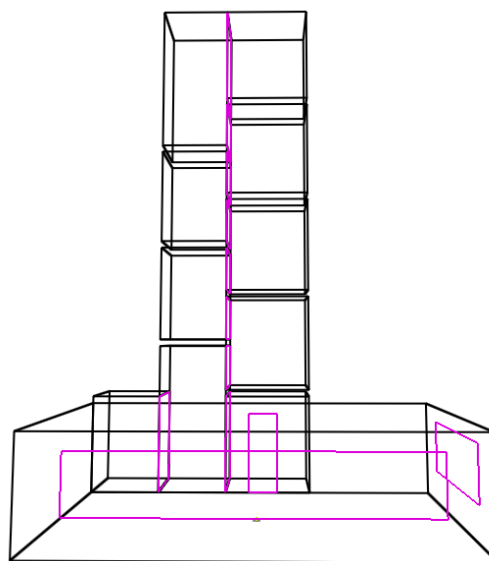
Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 wordt uitgegaan van een standaard portiekopbouw. De standaard portiekopbouw is in het stromingsmodel vereenvoudigd tot 11 zones (zie figuur 1).

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:

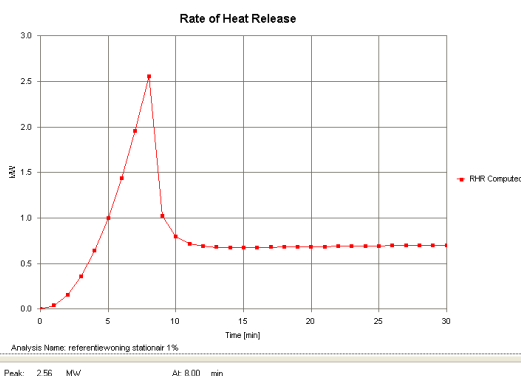


- De gevelopeningen zijn niet bezweken. Er is sprake van een ventilatiebeheerste brand. Uitgangspunt volgens NEN 6055:2009 ontwerp [4]: 1% van de uitwendige scheidingsconstructie (2 gevels) is open;
- De gevelopeningen zijn bezweken. Er is nog juist sprake van een brandstofbeheerste brand. Na flash-over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

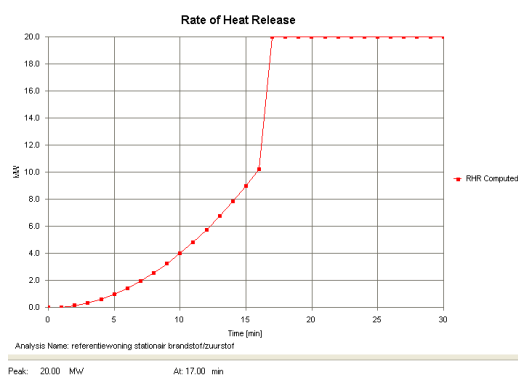
Bij de variant 'ventilatiebeheerst' wordt er vanuit gegaan dat de gevelopeningen van de brandende woning niet zijn bezweken. Dit is niet alleen van invloed op het brandscenario. Bij een sterk gesmoorde brand is er ook sprake van lagere rookproductie. Daarentegen bevat de rook veel onverbrande gasen door 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 begrenzingen. 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.

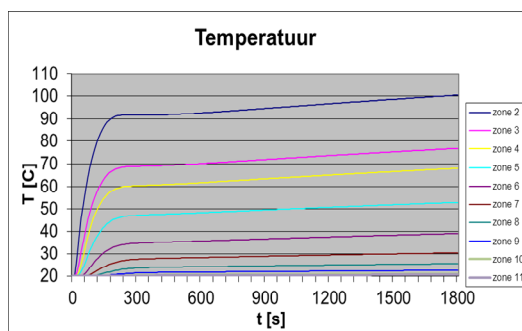
Hierbij wordt uitgegaan van een opgemengde situatie. Voor de zichtlengte wordt er vanuit gegaan dat een vluchtende persoon zijn eigen voeten nog moet kunnen zien om veilig over een trap te kunnen vluchten.

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.

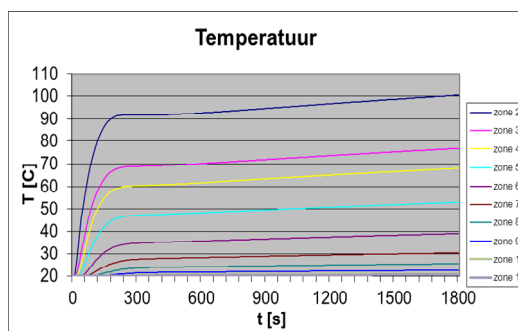
## 2.5 Resultaten rookverspreidingsonderzoek

### 2.5.1 Referentiesituatie

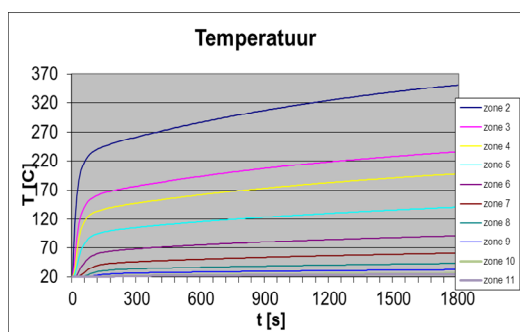
Zoals aangegeven in paragraaf 2.2.3 wordt er uitgegaan van twee basismodellen (referentiesituatie). Een ventilatiebeheerst basismodel en een brandstofbeheerst basismodel. In deze modellen wordt uitgegaan van het bijbehorende brandvermogensscenario. In figuur 5 t/m 8 zijn de resultaten van de basismodellen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



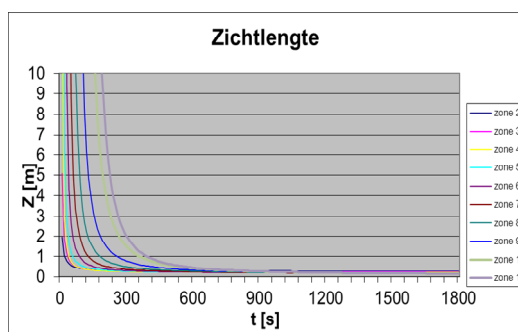
Figuur 5: Temperatuur verschillende zones basismodel ventilatiebeheerste brand



Figuur 6: Zichtlengte verschillende zones basismodel ventilatiebeheerste brand



Figuur 7: Temperatuur verschillende zones basismodel brandstofbeheerste brand



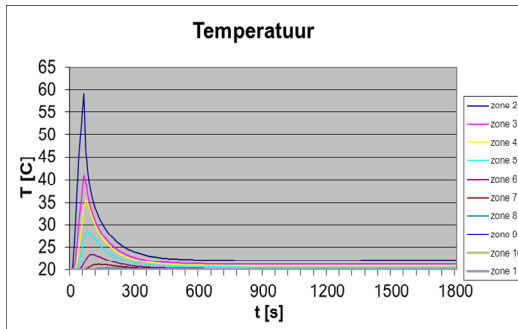
Figuur 6: Zichtlengte verschillende zones basismodel brandstofbeheerste brand

### 2.5.2 Bronreductie: deurdranger

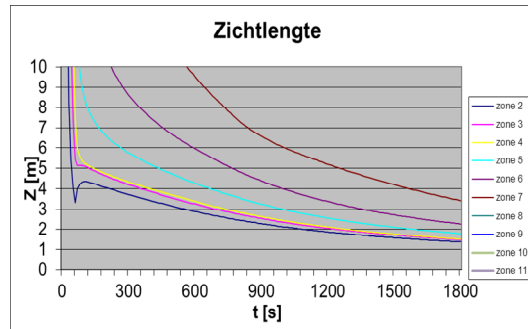
#### Deurdranger 60 s

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

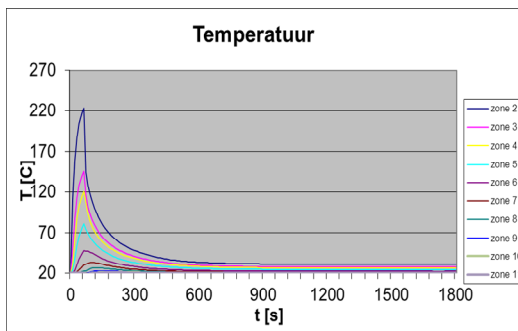
de modellen weergegeven, waarbij de deur gedurende 60 seconden volledig open staat. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.2.



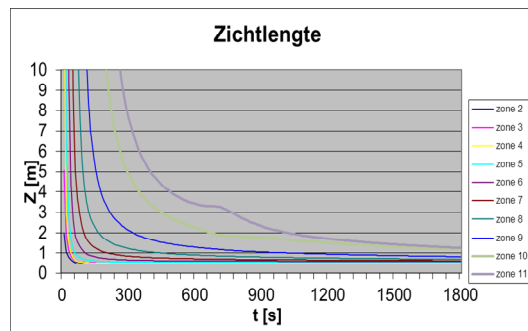
*Figuur 9: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 60 s*



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



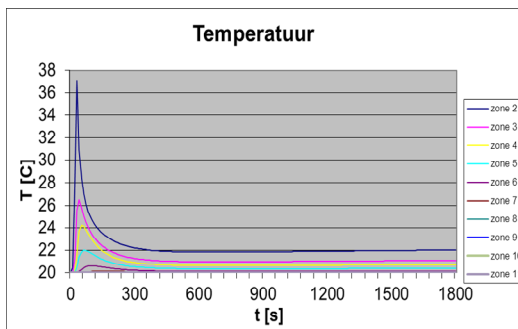
*Figuur 11: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 60 s*



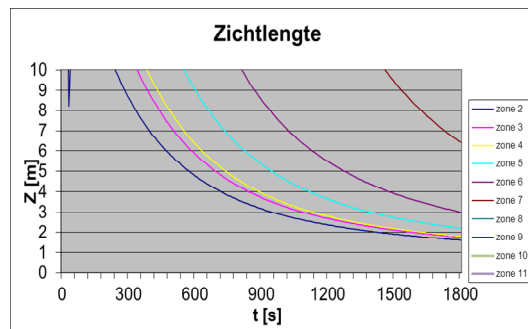
*Figuur 12: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand dranger 60 s*

**Deurdranger 30 s**

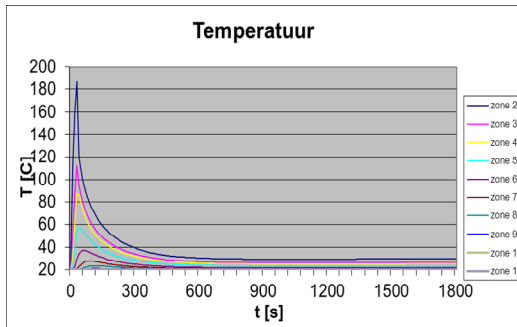
In figuur 13 t/m 16 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij de deur gedurende 30 seconden volledig open staat. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.3.



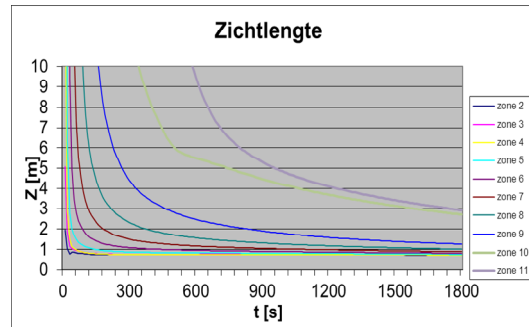
*Figuur 13: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand dranger 30 s*



*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

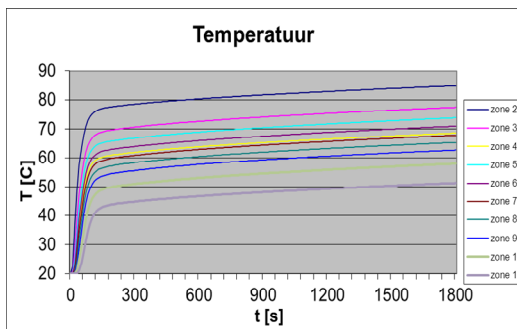
### 2.5.3 Effectreductie: natuurlijke ventilatie

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.

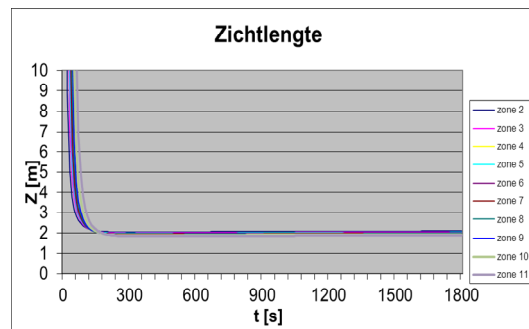
De effectiviteit van de handmatig bediende rookluiken door de brandweer zijn sterk tijdsafhankelijk en dus slecht voorspelbaar. Vooralsnog wordt deze tijdsafhankelijkheid niet nader ingevuld. De haalbaarheid van deze technische oplossing zal moeten worden beoordeeld op basis van de resultaten uit de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

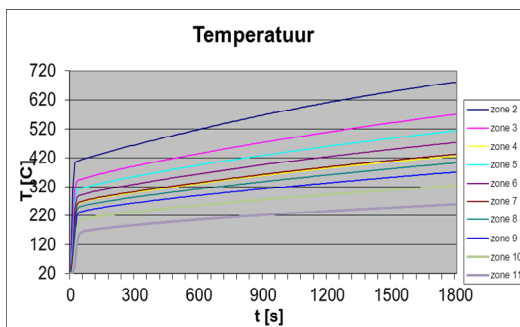


Figuur 17: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken

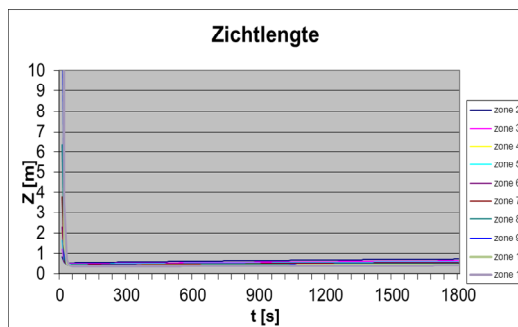


Figuur 18: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken





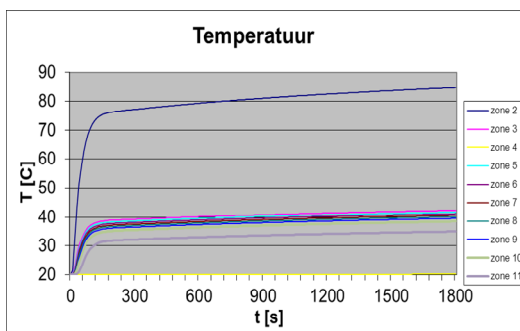
Figuur 19: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken



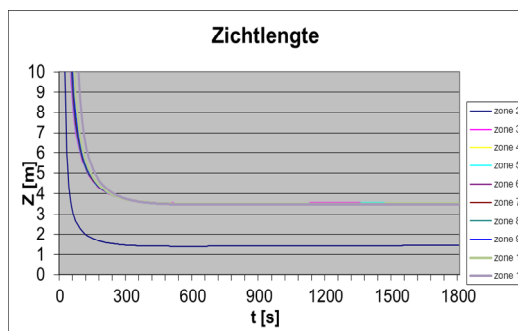
Figuur 20: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken

**Natuurlijke afvoer met toevoer**

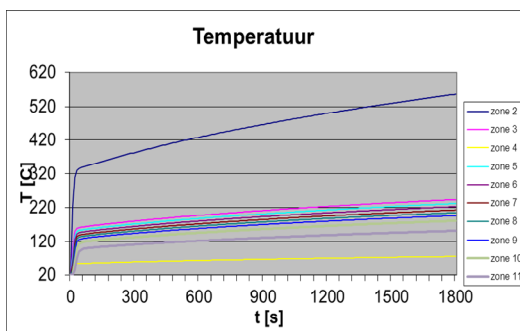
In figuur 21 t/m 24 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij rookluiken en natuurlijke toevoer zijn opgenomen in het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.5.



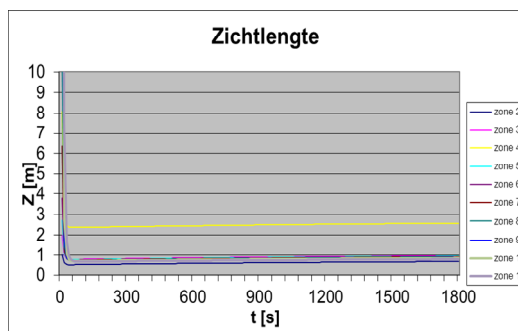
Figuur 21: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer



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



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



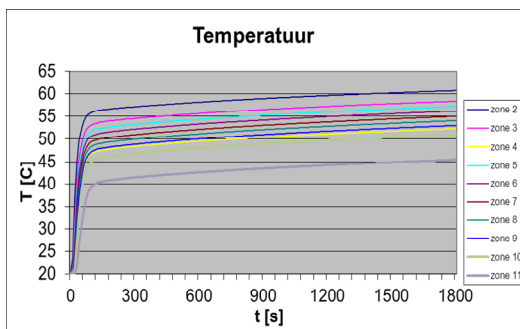
Figuur 24: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand rookluiken en natuurlijke toevoer

**2.5.4 Effectreductie: mechanische ventilatie**

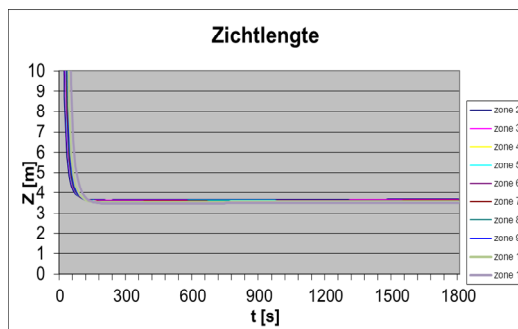
In deze varianten zijn de basismodellen aangevuld met mechanische ventilatie. In paragraaf 2.3 wordt onderscheid gemaakt in vier varianten: mechanische afvoer met en zonder natuurlijke toevoer en mechanische toevoer met en zonder natuurlijke afvoer.

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

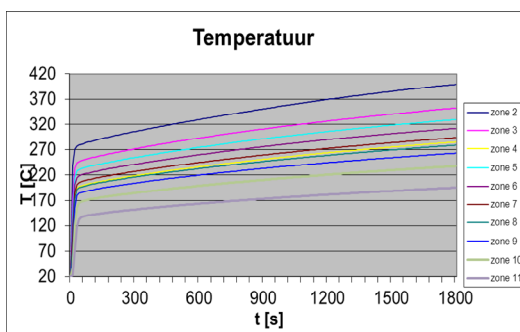
In figuur 25 t/m 28 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische afvoer (onderdruk) is opgenomen in het dak van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.6.



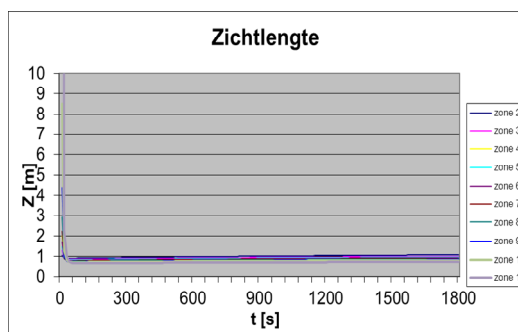
*Figuur 25: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*



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



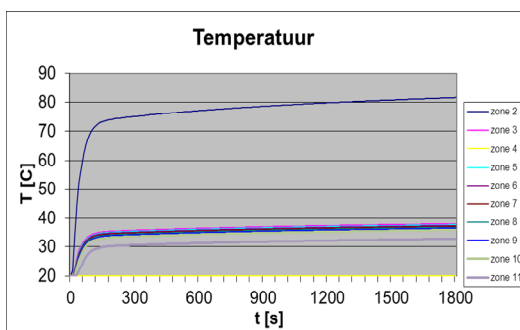
*Figuur 27: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*



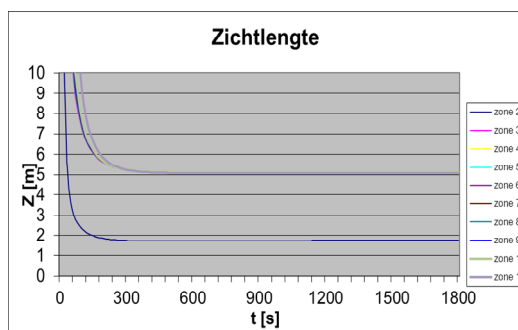
*Figuur 28: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer (onderdruk)*

**Mechanische afvoer met natuurlijke toevoer**

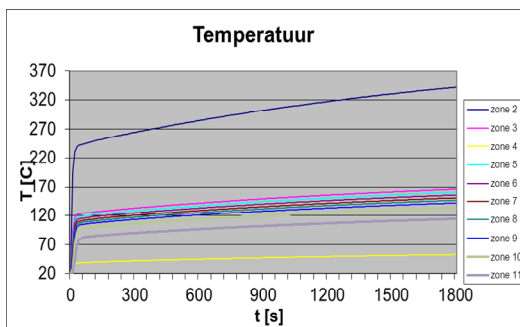
In figuur 29 t/m 32 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische afvoer is opgenomen in het dak en natuurlijke toevoer in de gevel van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.7.



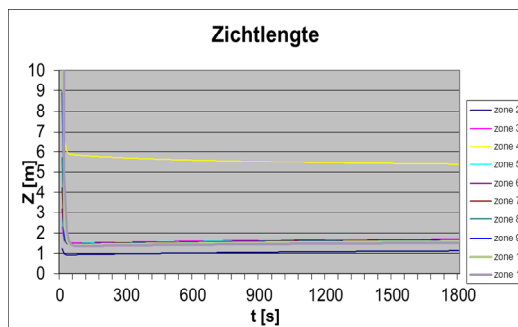
*Figuur 29: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer*



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



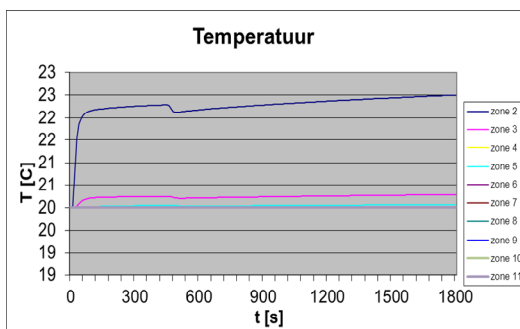
Figuur 31: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer



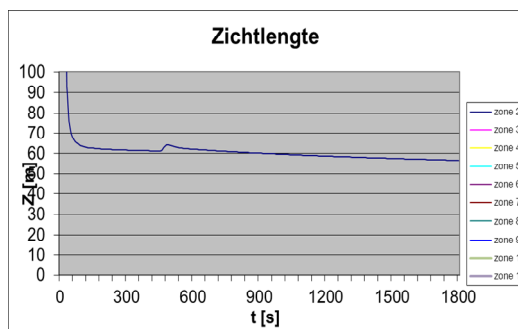
Figuur 32: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische afvoer en natuurlijke toevoer

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

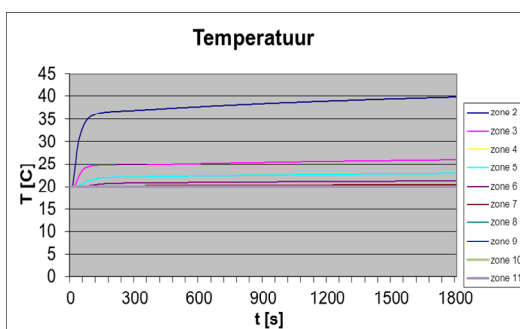
In figuur 33 t/m 36 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische toevoer is opgenomen in de gevel van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.8.



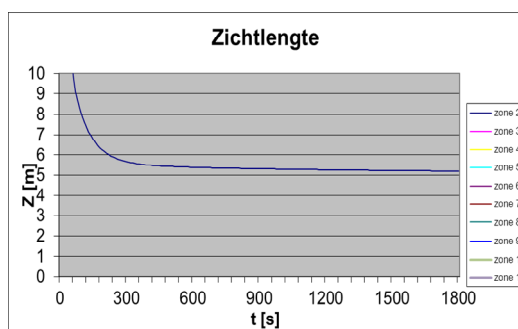
Figuur 33a: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.557 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



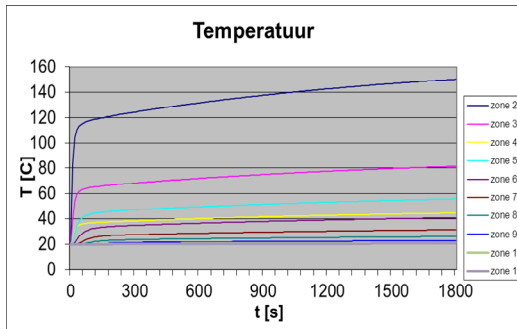
Figuur 34a: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.557 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



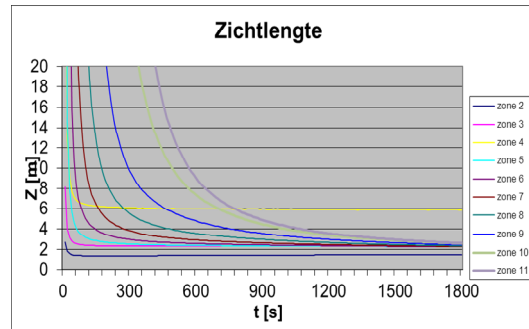
Figuur 33b: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



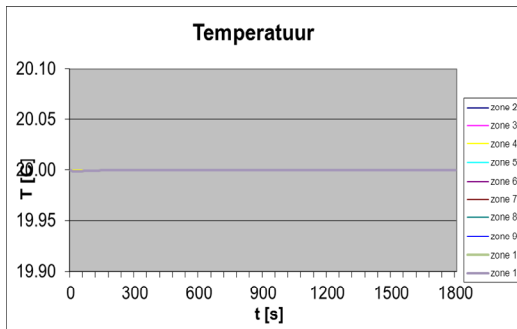
Figuur 34b: Zichtlengte verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



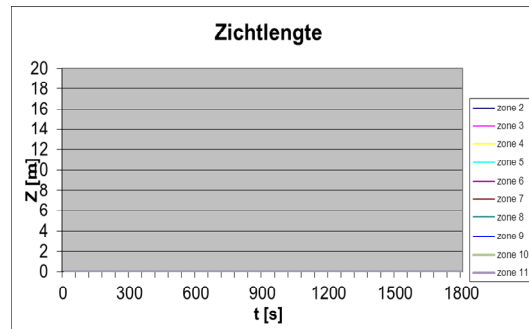
Figuur 35a: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



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



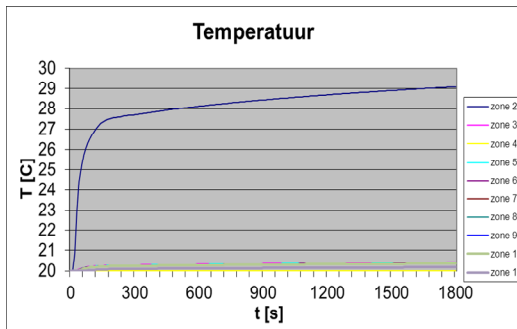
Figuur 35b: Temperatuur verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)



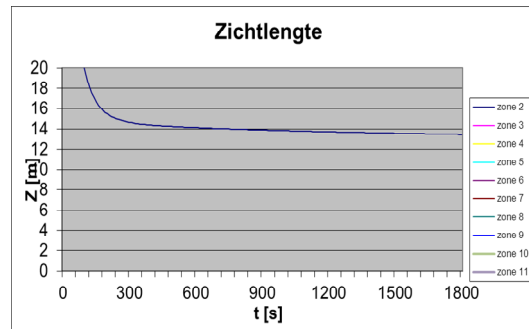
Figuur 36b: Zichtlengte verschillende zones model brandstofbeheerste brand mechanische toevoer 42.120 m<sup>3</sup>/h (overdruk)

**Mechanische toevoer met natuurlijke afvoer**

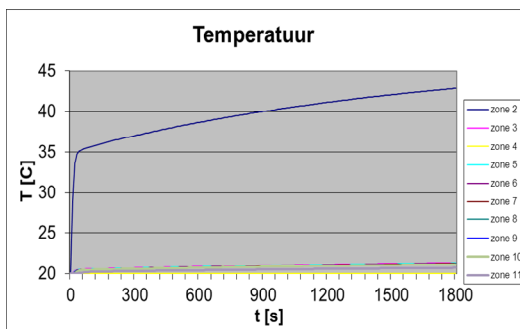
In figuur 37 t/m 40 zijn de resultaten van de modellen weergegeven, waarbij mechanische toevoer is opgenomen in de gevel en natuurlijke afvoer in het dak van het trappenhuis. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.9.



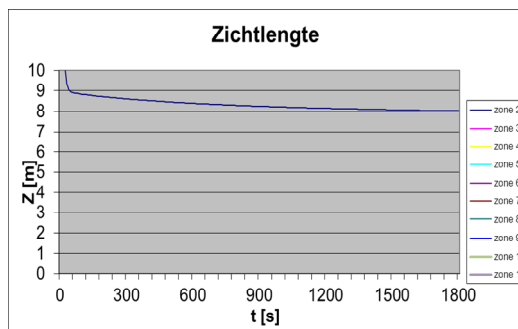
Figuur 37: Temperatuur verschillende zones model ventilatiebeheerste brand mechanische toevoer en natuurlijke afvoer



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

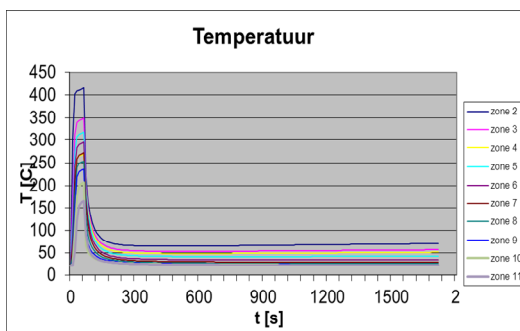
In deze varianten zijn combinaties van technische oplossingen beoordeeld. Er wordt onderscheidt gemaakt in vier varianten:

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

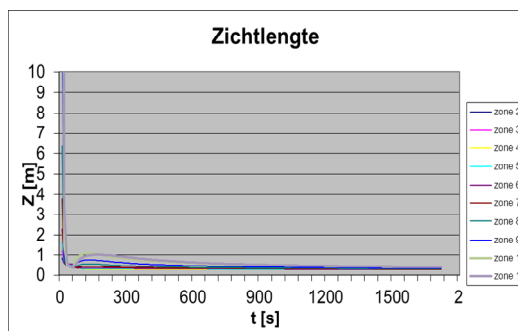
Bij de varianten is alleen het brandscenario met de brandstofbeheerste brand weergegeven aangezien dit het worst-case scenario is.

#### Deurdrangers met natuurlijke ventilatie

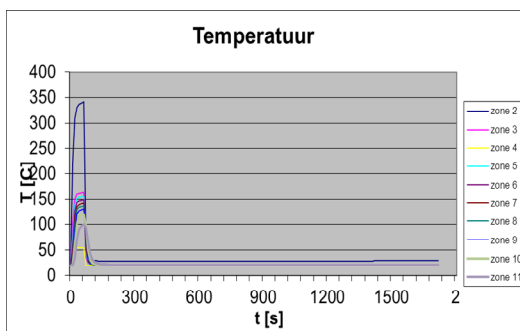
In figuur 41 t/m 44 zijn de resultaten van de modellen weergegeven. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.10.



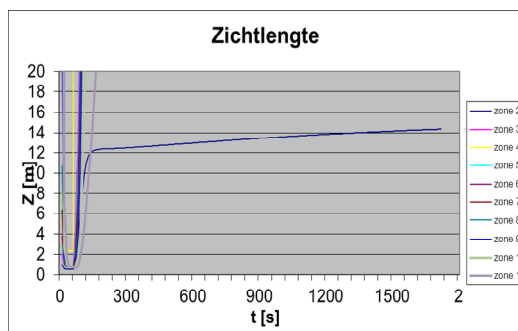
Figuur 41: Temperatuur verschillende zones model deurdranger natuurlijke afvoer



Figuur 42: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger natuurlijke afvoer



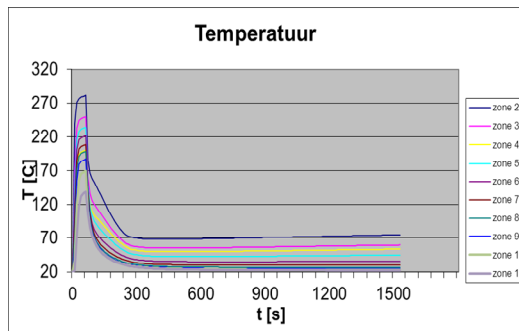
Figuur 43: Temperatuur verschillende zones model deurdranger natuurlijke toe- en afvoer



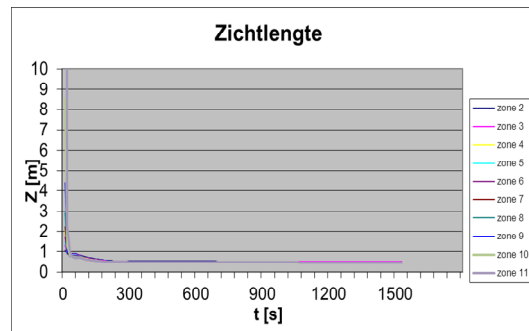
Figuur 44: Zichtlengte verschillende zones model deurdranger natuurlijke toe- en afvoer

### Deurdrangers met mechanische ventilatie

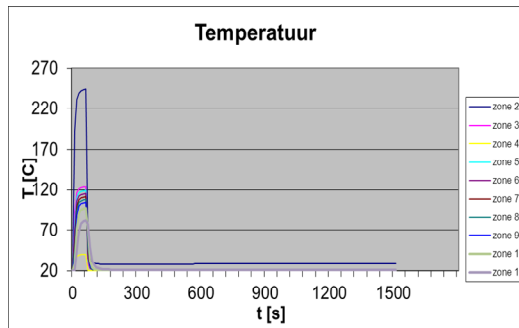
In figuur 45 t/m 48 zijn de resultaten van de modellen weergegeven. De uitgebreide rekenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.11.



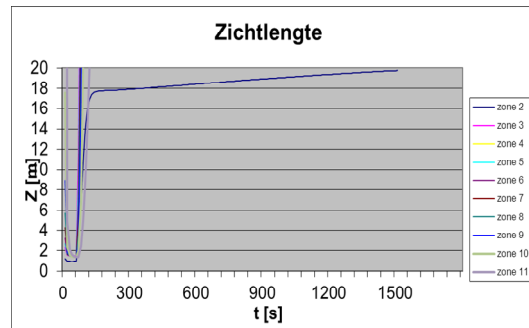
Figuur 41: Temperatuur verschillende zones model deurdranger mechanische afvoer



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 begrenzings 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 begrenzings 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   |                   |
|                           | $\leq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\leq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\geq 2,0\text{ m}$         | $< 2,0\text{ m}$  |
| 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 trappenhuisen en een loopafstand die < 7,5 m.

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

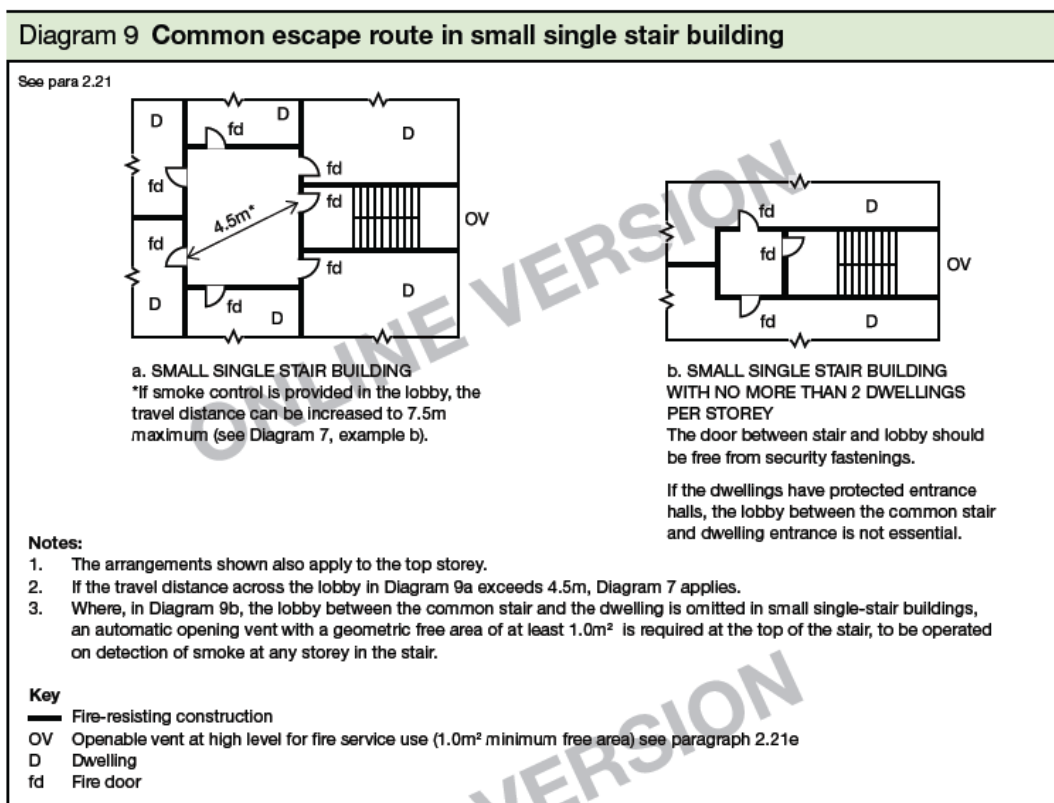
In paragraaf 2.21 wordt aangegeven dat mag worden afgeweken van paragraaf 2.20 op voorwaarde dat:



- 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.

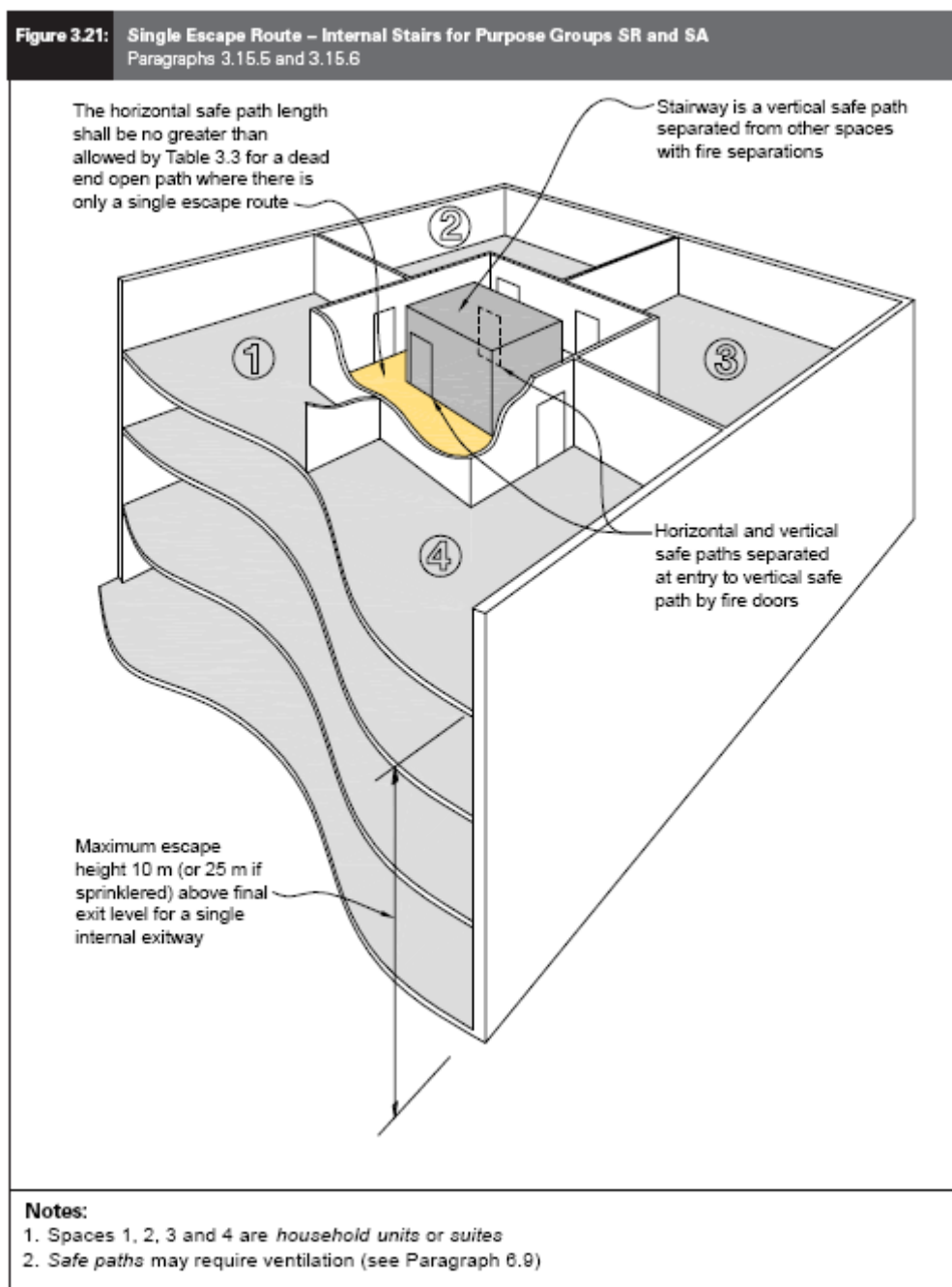
Ventilatie is niet noodzakelijk als:

- 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 toevoervoorzieningen 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<br>≥ 2 m | Temperatuur<br>≤ 70 °C | Zichtlengte<br>≥ 2 m | Temperatuur<br>≤ 130 °C | Branduitbreiding<br>≤ 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

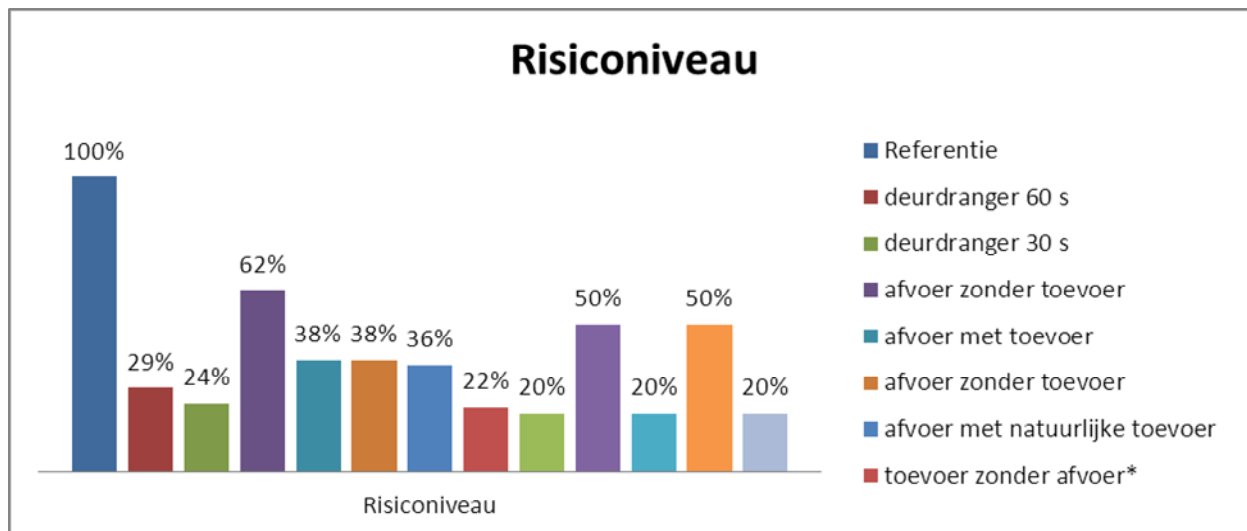
| Situatie |                                    | Veiligheidsniveau bij scenario |    |    |                    |    |    |    | Totaal | Risiconiveau <sup>2</sup> |
|----------|------------------------------------|--------------------------------|----|----|--------------------|----|----|----|--------|---------------------------|
|          |                                    | 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<br>[k€] | Risiconiveau | Kosten /<br>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).

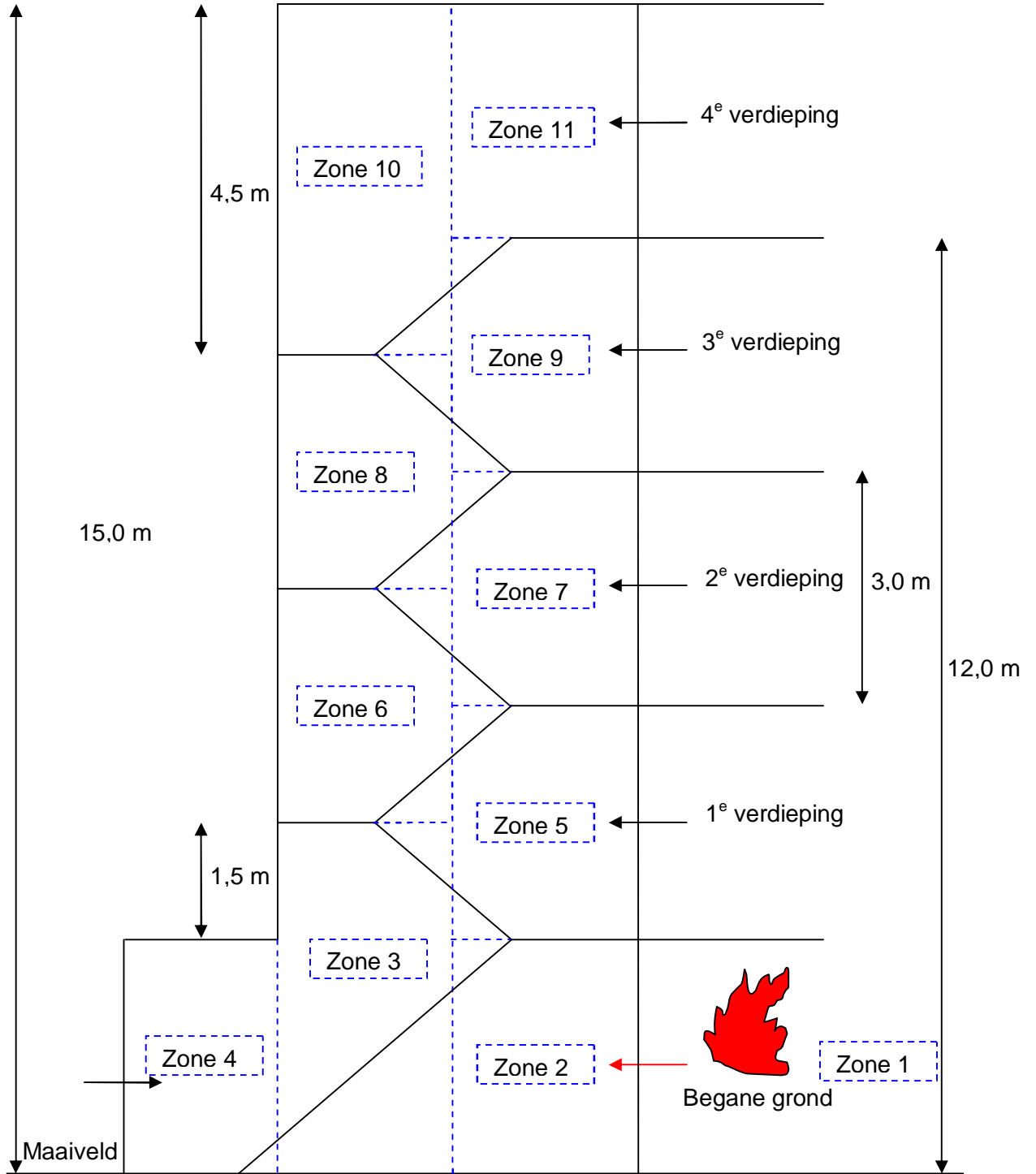
## Referenties

- [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.

# Bijlage 1 Principe tekening portiekopbouw



Doorsnede trappenhuis met zone indeling



- Woning:
- 80 m<sup>2</sup> per woning
  - 2 woningen per bouwlaag
  - Totaal 800 m<sup>2</sup>

## Bijlage 2 Rekenresultaten Ozone



# OZone V 2.2.6 Report

Analysis Name: referentiewoning stationair 1%  
File Name: C:\Lieuwe Offline\offline projecten\z1 10020aa\ozone\referentie  
woning 80m2 stationair.ozn  
Created: 7/3/2011 at 10:14:45 AM

## ANALYSIS STRATEGY

Selected strategy: Combination 2Zones - 1 Zone Model  
Transition criteria from 2 Zones to 1 Zone  
Upper Layer Temperature  $\geq 500^{\circ}\text{C}$   
Combustible in Upper Layer + U.L. Temperature  $\geq$  Combustible Ignition Temperature =  $300^{\circ}\text{C}$   
Interface Height  $\leq 0.2$  Compartment Height  
Fire Area  $\geq 0.25$  Floor Area

## PARAMETERS

### Openings

Radiation Through Closed Openings: 0.8  
Bernoulli Coefficient: 0.7

### Physical Characteristics of Compartment

Initial Temperature: 293 K  
Initial Pressure: 100000 Pa

### Parameters of Wall Material

Convection Coefficient at the Hot Surface:  $25 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Convection Coefficient at the Cold Surface:  $9 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Calculation Parameters

End of Calculation: 1800 sec  
Time Step for Printing Results: 60 sec  
Maximum Time Step for Calculation: 1 sec

Air Entrained Model: Heskestad

### Temperature Dependent Openings

All openings activated at:  $400^{\circ}\text{C}$

#### Stepwise Variation

| Temperature<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 20                                    | 10                         |
| 400                                   | 50                         |
| 500                                   | 100                        |

#### Linear Variation

| Temperature<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 20                                    | 10                         |
| 400                                   | 50                         |
| 500                                   | 100                        |

### Time Dependent Openings

| Time<br>[sec] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------|----------------------------|
| 0             | 5                          |
| 1200          | 100                        |

## COMPARTMENT

Form of Compartment: Rectangular Floor  
Height: 2.6 m

|            |           |   |
|------------|-----------|---|
| Depth:     | 10        | m |
| Length:    | 8         | m |
| Roof Type: | Flat Roof |   |

## DEFINITION OF ENCLOSURE BOUNDARIES

### Floor

| Material (from inside to outside)   | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal weight Concrete [EN1994-1-2] | 20             | 2300                           | 1.6                 | 1000                  |

### Ceiling

| Material (from inside to outside)   | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal weight Concrete [EN1994-1-2] | 20             | 2300                           | 1.6                 | 1000                  |

### Wall 1

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Wall 2

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Wall 3

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Openings

| Sill Height [m] | Soffit Height [m] | Width [m] | Variation | Adiabatic |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0               | 2.6               | 0.16      | Constant  | no        |

### Wall 4

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

## FIRE

|                    |                  |                |
|--------------------|------------------|----------------|
| Fire Curve:        | NFSC Design Fire |                |
| Maximum Fire Area: | 80               | m <sup>2</sup> |
| Fire Elevation:    | 0                | m              |
| Fuel Height:       | 0                | m              |

| Occupancy    | Fire Growth Rate | RHRf [kw/m <sup>2</sup> ] | Fire Load qf,k [MJ/m <sup>2</sup> ] | Danger of Fire Activation |
|--------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| User Defined | 300              | 250                       | 870                                 | 1                         |

### Active Measures

| Description                          | Active | Value              |
|--------------------------------------|--------|--------------------|
| Automatic Water Extinguishing System | No     | $\delta_{n,1} = 1$ |

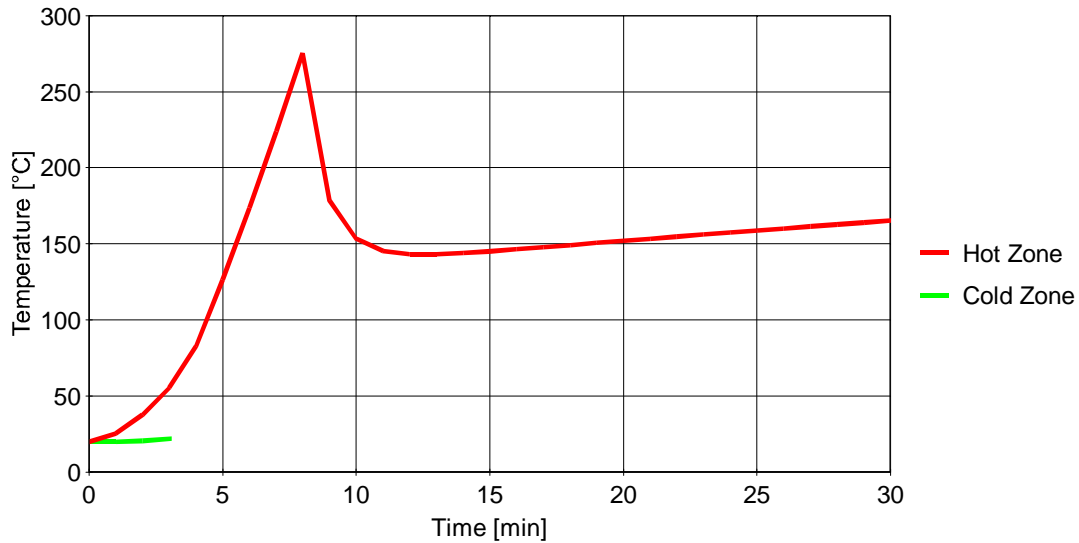
|  |                        |                     |
|--|------------------------|---------------------|
| Independent Water Supplies                   | No                     | $\delta_{n,2} = 1$  |
| Automatic Fire Detection by Heat             | No                     | $\delta_{n,3} = 1$  |
| Automatic Fire Detection by Smoke            | No                     |                     |
| Automatic Alarm Transmission to Fire Brigade | No                     | $\delta_{n,5} = 1$  |
| Work Fire Brigade                            | No                     | $\delta_{n,6} = 1$  |
| Off Site Fire Brigade                        | No                     |                     |
| Safe Access Routes                           | Yes                    | $\delta_{n,8} = 1$  |
| Staircases Under Overpressure in Fire Alarm  | No                     |                     |
| Fire Fighting Devices                        | Yes                    | $\delta_{n,9} = 1$  |
| Smoke Exhaust System                         | Yes                    | $\delta_{n,10} = 1$ |
| Fire Risk Area:                              | 12.5                   | m <sup>2</sup>      |
| Danger of Fire Activation:                   |                        | $\delta_{q,1} = 1$  |
| $q_{f,d}$                                    | 696.0                  | MJ/m <sup>2</sup>   |
| Combustion Heat of Fuel:                     | 17.5                   | MJ/kg               |
| Combustion Efficiency Factor:                | 0.8                    |                     |
| Combustion Model:                            | Extended fire duration |                     |

## RESULTS

Fire Area: The maximum fire area ( 80.00m<sup>2</sup>) is greater than 25% of the floor area ( 80.00m<sup>2</sup>). The fire load is uniformly distributed.

Switch to one zone: Lower layer Height < 20.0% ocompartment height at time [s] 208.00

### Gas Temperature



Analysis Name: referentiewoning stationair 1%

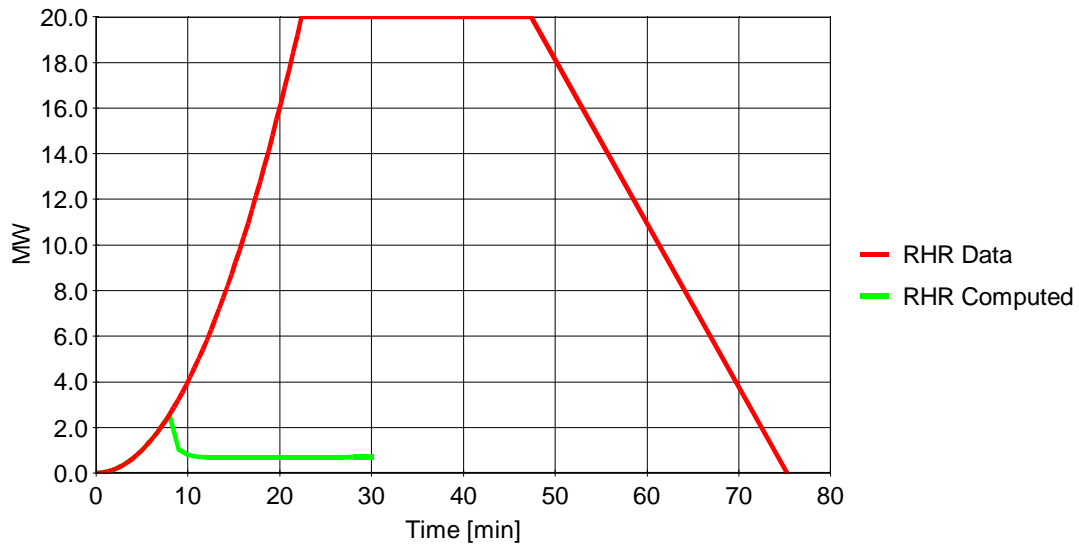
Peak: 275 °C

At: 8 min

**Figure 1. Hot and Cold Zone Temperature**



## Rate of Heat Release



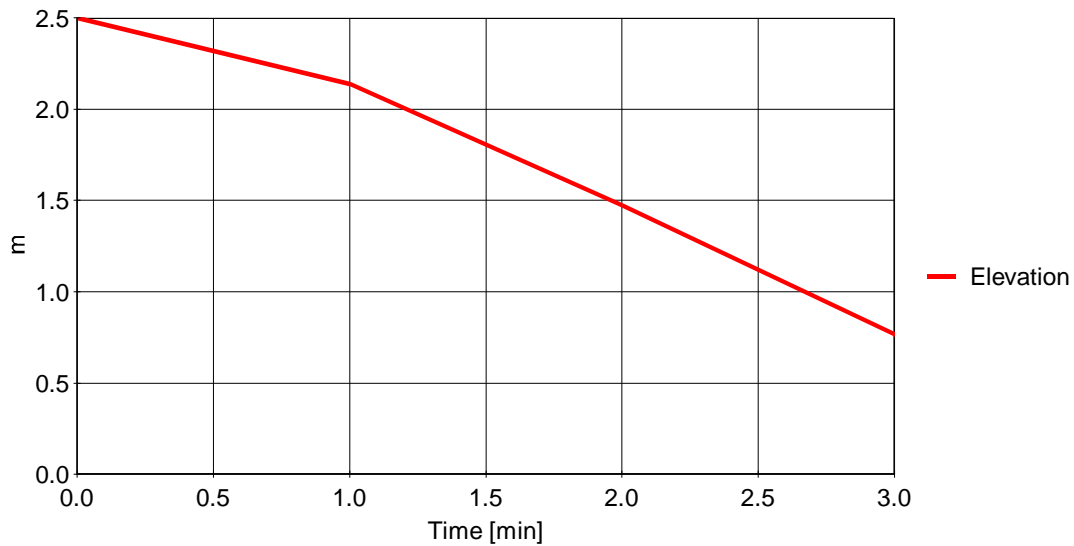
Analysis Name: referentiewoning stationair 1%

Peak: 20.00 MW

At: 22.4 min

Figure 2. RHR Data and Computed

## Zones Interface Elevation



Analysis Name: referentiewoning stationair 1%

h = 0.78 m

At: 3.00 min

Figure 4. Zones Interface Elevation

## STEEL PROFILE

Unprotected Section

Catalog Profile:

IPE 80 A

Exposed to Fire on:

4 sides

## HEATING

Profile heated by: Maximum Between Hot Zone and Localised Fire Temperature  
Convection coefficient: 35 W/m<sup>2</sup>K  
Relative emissivity: 0.7  
Horizontal Distance Between Fire Axis and Profile: 0 m

# OZone V 2.2.6 Report

Analysis Name:  
File Name:  
woning 80m2 stationair 2.ozn  
Created:

**referentiewoning stationair brandstof/zuurstof**  
C:\Lieuwe Offline\offline projecten\z110020aa\ozone\referentie  
7/3/2011 at 10:17:56 AM

## ANALYSIS STRATEGY

Selected strategy: Combination 2Zones - 1 Zone Model  
Transition criteria from 2 Zones to 1 Zone  
Upper Layer Temperature  $\geq 500^{\circ}\text{C}$   
Combustible in Upper Layer + U.L. Temperature  $\geq$  Combustible Ignition Temperature =  $300^{\circ}\text{C}$   
Interface Height  $\leq 0.2$  Compartment Height  
Fire Area  $\geq 0.25$  Floor Area

## PARAMETERS

### Openings

Radiation Through Closed Openings: 0.8  
Bernoulli Coefficient: 0.7

### Physical Characteristics of Compartment

Initial Temperature: 293 K  
Initial Pressure: 100000 Pa

### Parameters of Wall Material

Convection Coefficient at the Hot Surface:  $25 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Convection Coefficient at the Cold Surface:  $9 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Calculation Parameters

End of Calculation: 1800 sec  
Time Step for Printing Results: 60 sec  
Maximum Time Step for Calculation: 1 sec

Air Entrained Model: Heskestad

### Temperature Dependent Openings

All openings activated at:  $400^{\circ}\text{C}$

#### Stepwise Variation

| Temperature<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 20                                    | 10                         |
| 400                                   | 50                         |
| 500                                   | 100                        |

#### Linear Variation

| Temperature<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 20                                    | 10                         |
| 400                                   | 50                         |
| 500                                   | 100                        |

### Time Dependent Openings

| Time<br>[sec] | % of Total Openings<br>[%] |
|---------------|----------------------------|
| 0             | 5                          |
| 1200          | 100                        |

## COMPARTMENT

Form of Compartment: Rectangular Floor  
Height: 2.6 m

|            |           |   |
|------------|-----------|---|
| Depth:     | 10        | m |
| Length:    | 8         | m |
| Roof Type: | Flat Roof |   |

## DEFINITION OF ENCLOSURE BOUNDARIES

### Floor

| Material (from inside to outside)   | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal weight Concrete [EN1994-1-2] | 20             | 2300                           | 1.6                 | 1000                  |

### Ceiling

| Material (from inside to outside)   | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal weight Concrete [EN1994-1-2] | 20             | 2300                           | 1.6                 | 1000                  |

### Wall 1

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Wall 2

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Wall 3

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Openings

| Sill Height [m] | Soffit Height [m] | Width [m] | Variation | Adiabatic |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0.85            | 2.2               | 7         | Constant  | no        |

### Wall 4

| Material (from inside to outside) | Thickness [cm] | Unit Mass [kg/m <sup>3</sup> ] | Conductivity [W/mK] | Specific Heat [J/kgK] |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |
| Glass wool & Rock wool            | 10             | 60                             | 0.037               | 1030                  |
| Normal Bricks                     | 10             | 1600                           | 0.7                 | 840                   |

### Openings

| Sill Height [m] | Soffit Height [m] | Width [m] | Variation | Adiabatic |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0.85            | 2.2               | 5         | Constant  | no        |

## FIRE

|                    |                  |                           |                                     |                           |
|--------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Fire Curve:        | NFSC Design Fire |                           |                                     |                           |
| Maximum Fire Area: | 80               | m <sup>2</sup>            |                                     |                           |
| Fire Elevation:    | 0                | m                         |                                     |                           |
| Fuel Height:       | 0                | m                         |                                     |                           |
| Occupancy          | Fire Growth Rate | RHRf [kw/m <sup>2</sup> ] | Fire Load qf,k [MJ/m <sup>2</sup> ] | Danger of Fire Activation |

|  |                        |                   |                     |   |
|--|------------------------|-------------------|---------------------|---|
| User Defined                                 | 300                    | 250               | 870                 | 1 |
| <b>Active Measures</b>                       |                        |                   |                     |   |
| Description                                  |                        | Active            | Value               |   |
| Automatic Water Extinguishing System         |                        | No                | $\delta_{n,1} = 1$  |   |
| Independent Water Supplies                   |                        | No                | $\delta_{n,2} = 1$  |   |
| Automatic Fire Detection by Heat             |                        | No                | $\delta_{n,3} = 1$  |   |
| Automatic Fire Detection by Smoke            |                        | No                |                     |   |
| Automatic Alarm Transmission to Fire Brigade |                        | No                | $\delta_{n,5} = 1$  |   |
| Work Fire Brigade                            |                        | No                | $\delta_{n,6} = 1$  |   |
| Off Site Fire Brigade                        |                        | No                |                     |   |
| Safe Access Routes                           |                        | Yes               | $\delta_{n,8} = 1$  |   |
| Staircases Under Overpressure in Fire Alarm  |                        | No                |                     |   |
| Fire Fighting Devices                        |                        | Yes               | $\delta_{n,9} = 1$  |   |
| Smoke Exhaust System                         |                        | Yes               | $\delta_{n,10} = 1$ |   |
| Fire Risk Area:                              | 12.5                   | m <sup>2</sup>    | $\delta_{q,1} = 1$  |   |
| Danger of Fire Activation:                   |                        |                   | $\delta_{q,2} = 1$  |   |
| $q_{f,d}$                                    | 696.0                  | MJ/m <sup>2</sup> |                     |   |
| Combustion Heat of Fuel:                     | 17.5                   | MJ/kg             |                     |   |
| Combustion Efficiency Factor:                | 0.8                    |                   |                     |   |
| Combustion Model:                            | Extended fire duration |                   |                     |   |

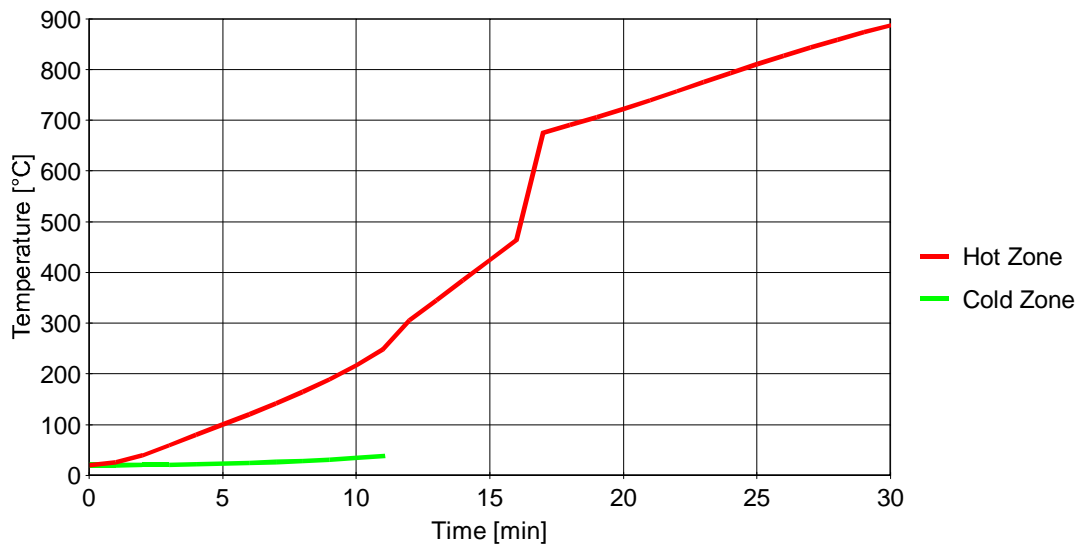
## RESULTS

Fire Area: The maximum fire area ( 80.00m<sup>2</sup>) is greater than 25% of the floor area ( 80.00m<sup>2</sup>). The fire load is uniformly distributed.

Switch to one zone: Area of fire > 25.0% of floor area at time [s] 671.00

Fully engulfed fire: Temperature of zone >500.0°C at time [s] 1013.00

### Gas Temperature



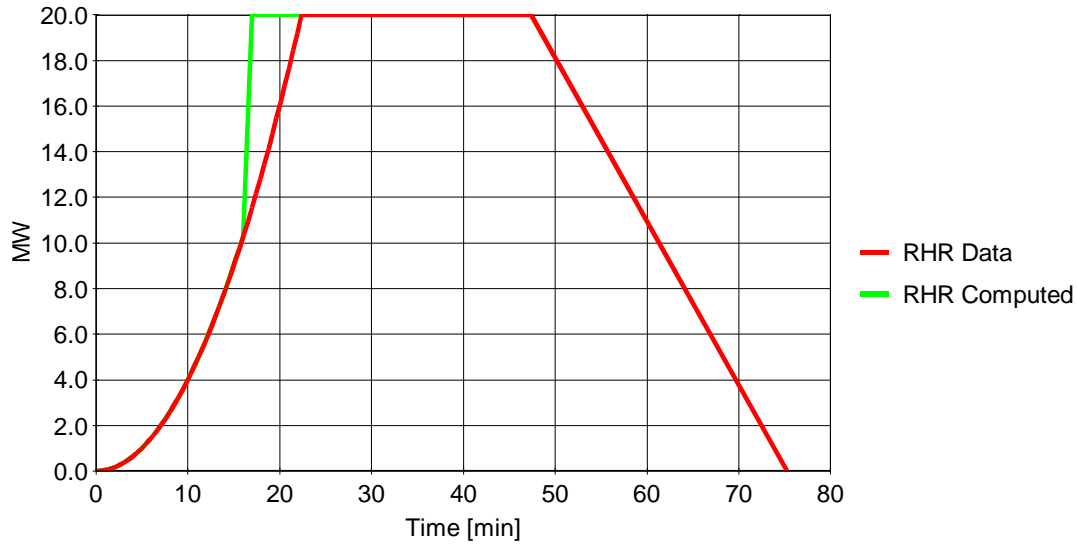
Analysis Name: referentiewoning stationair brandstof/zuurstof

Peak: 887 °C

At: 30 min

**Figure 1. Hot and Cold Zone Temperature**

## Rate of Heat Release



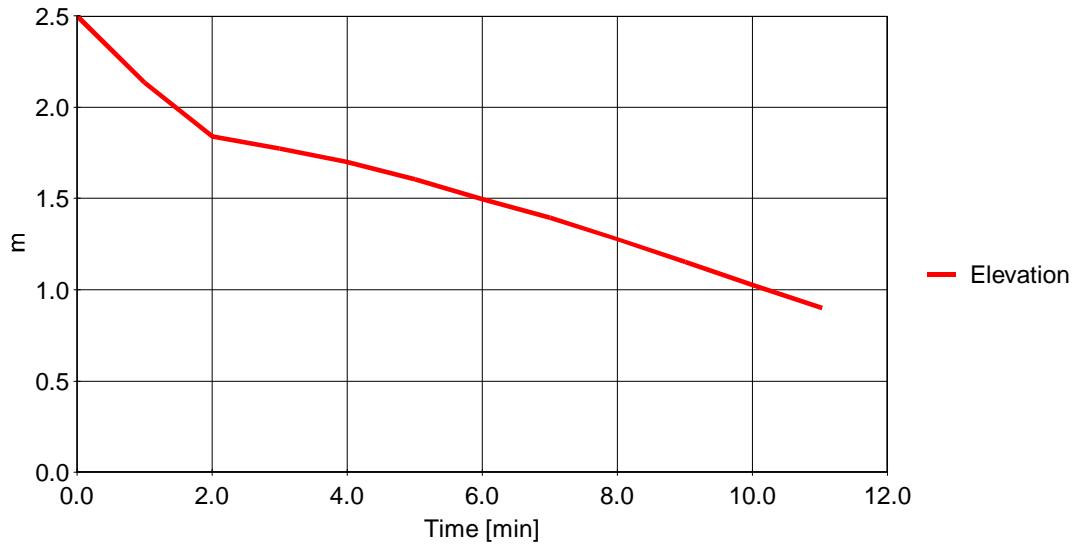
Analysis Name: referentiewoning stationair brandstof/zuurstof

Peak: 20.00 MW

At: 22.4 min

Figure 2. RHR Data and Computed

## Zones Interface Elevation



Analysis Name: referentiewoning stationair brandstof/zuurstof

h = 0.92 m

At: 11.00 min

Figure 4. Zones Interface Elevation

## STEEL PROFILE

Unprotected Section

Catalog Profile:

IPE 80 A

Exposed to Fire on:

4 sides

## HEATING

Profile heated by: Maximum Between Hot Zone and Localised Fire Temperature  
Convection coefficient: 35 W/m<sup>2</sup>K  
Relative emissivity: 0.7  
Horizontal Distance Between Fire Axis and Profile: 0 m

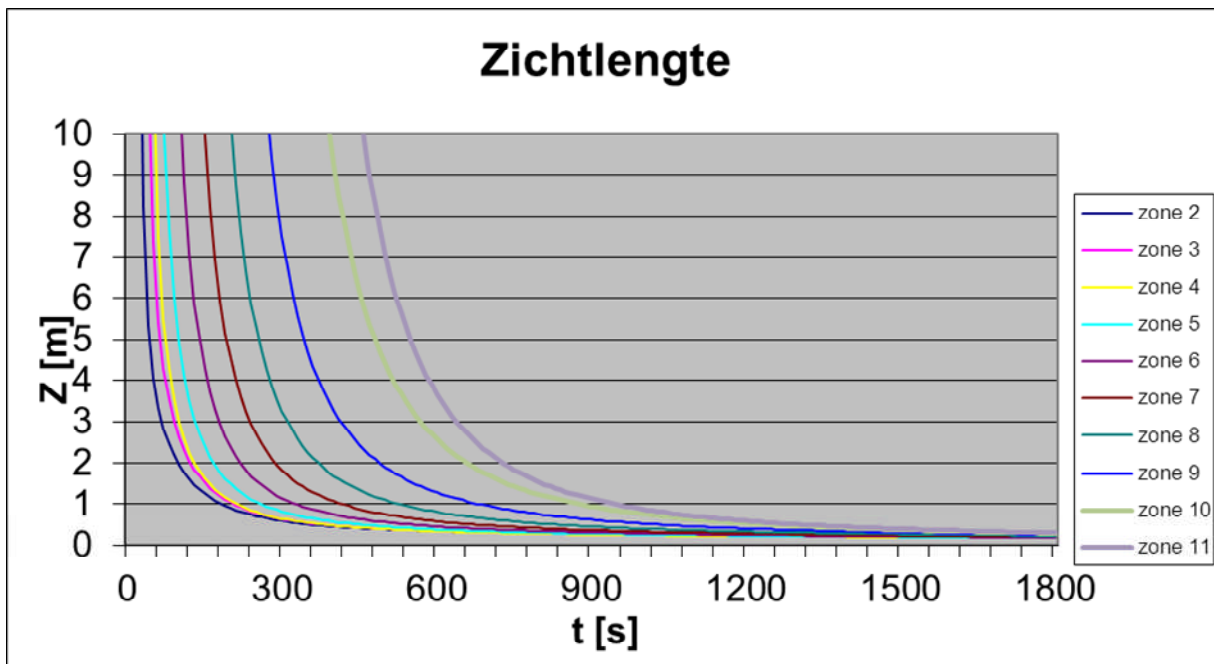
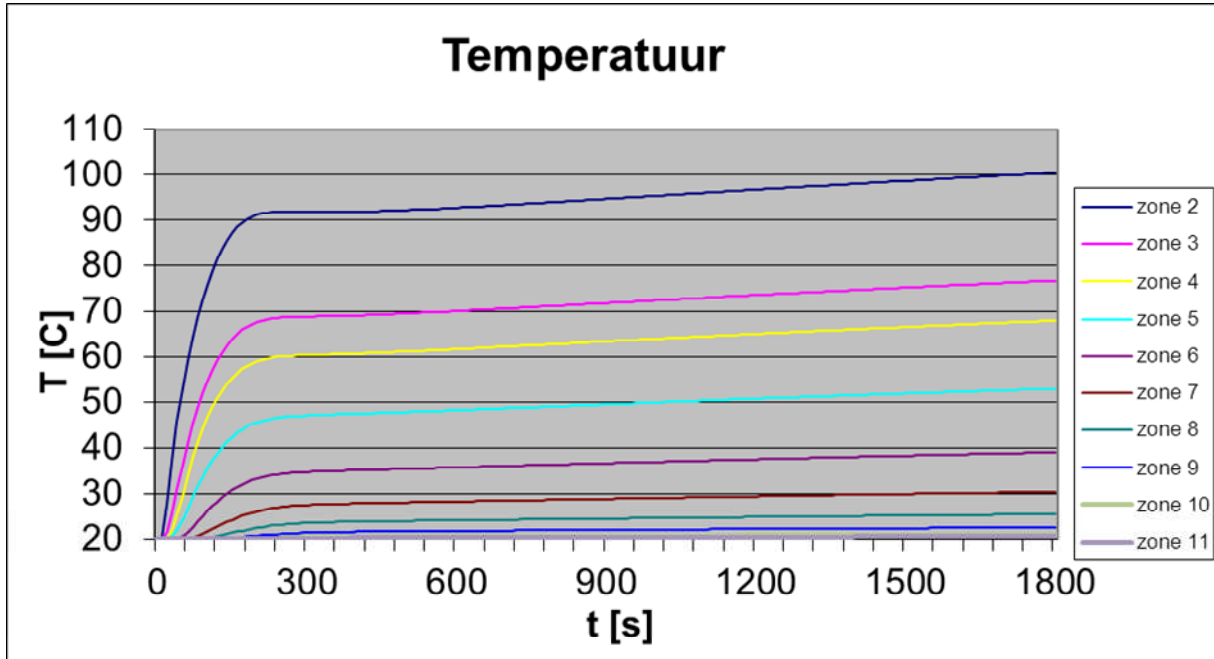
## Bijlage 3 Rekenresultaten CFAST

- 3.1 Referentiesituatie
- 3.2 Deurdranger 60 s
- 3.3 Deurdranger 30 s
- 3.4 Natuurlijke afvoer- zonder toevoerventilatie
- 3.5 Natuurlijke toe- en afvoerventilatie
- 3.6 Mechanische afvoer- zonder toevoerventilatie (onderdruk)
- 3.7 Mechanische afvoer- met natuurlijke toevoerventilatie
- 3.8 Mechanische toevoer- zonder afvoerventilatie (overdruk)
- 3.9 Mechanische toevoer- met natuurlijke afvoerventilatie
- 3.10 Deurdrangers met natuurlijke ventilatie
- 3.11 Deurdrangers met mechanische ventilatie

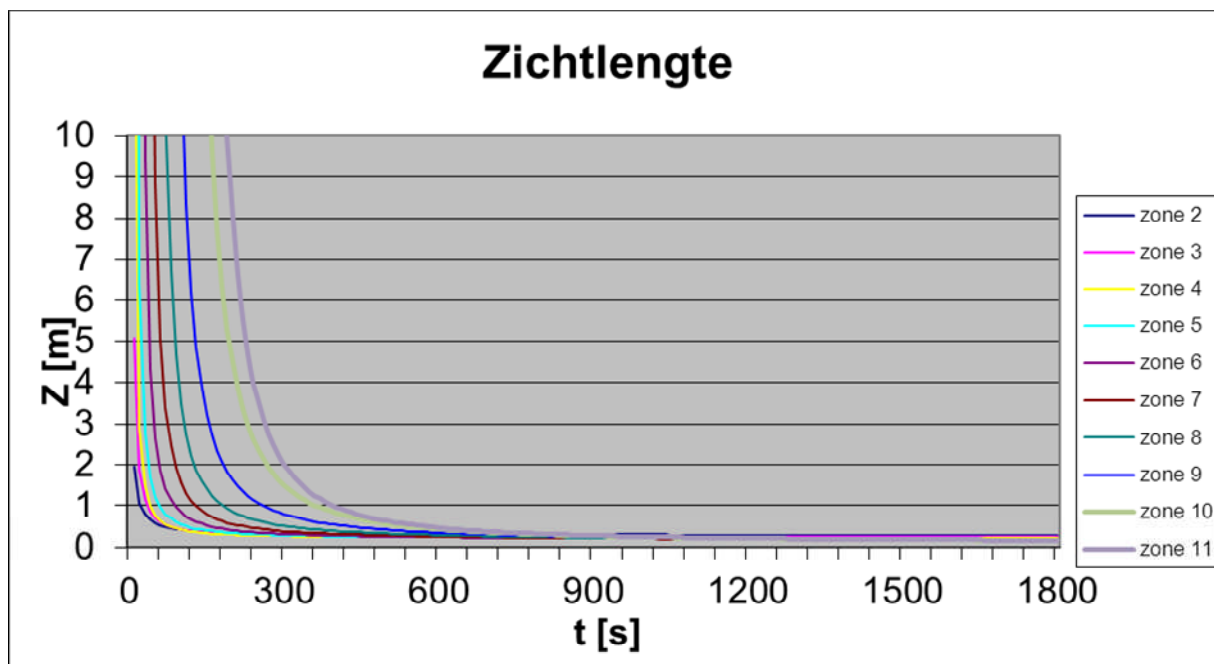
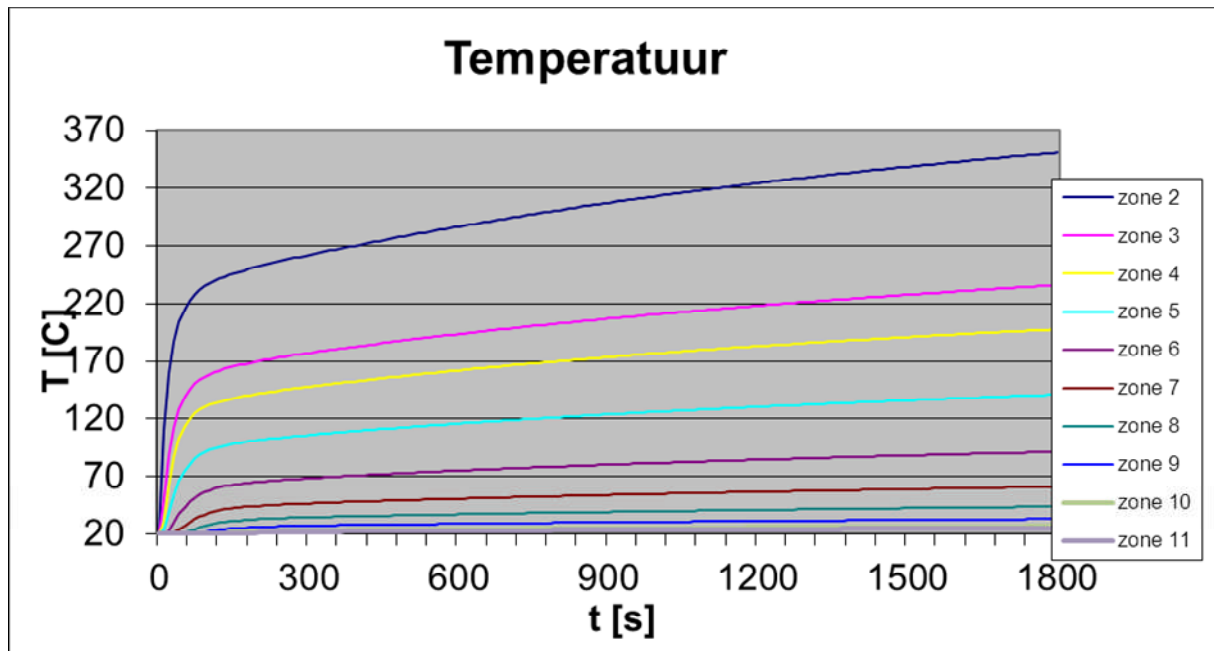


# Bijlage 3.1 Referentiesituatie

Ventilatiebeheerst

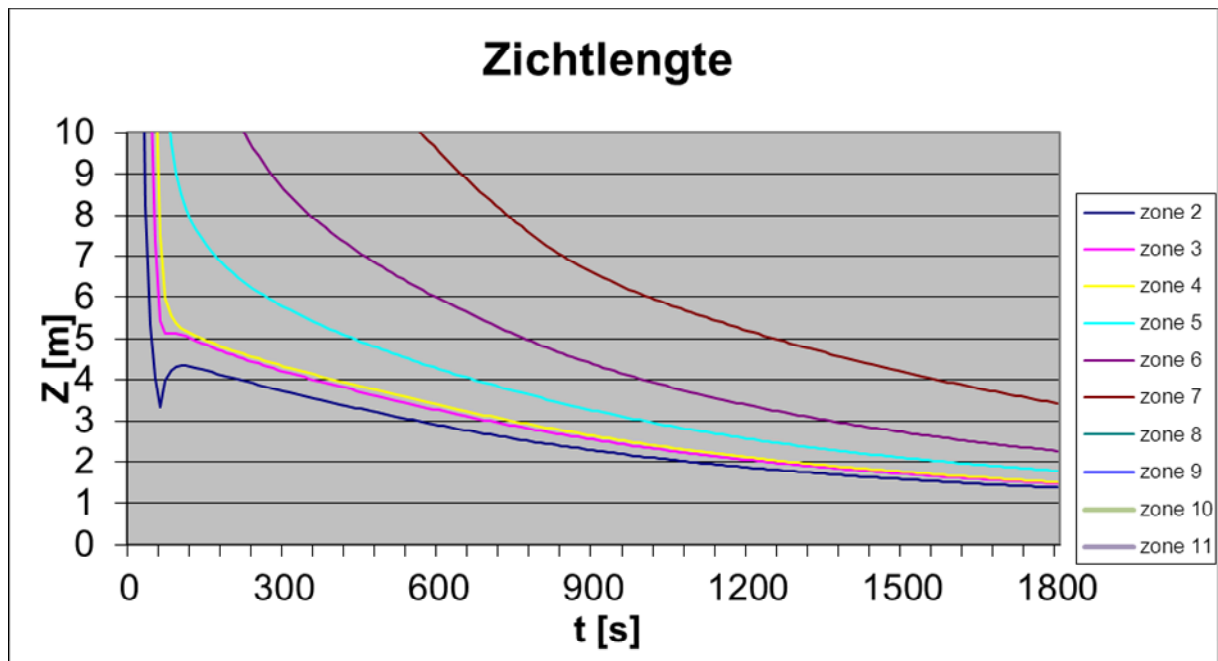
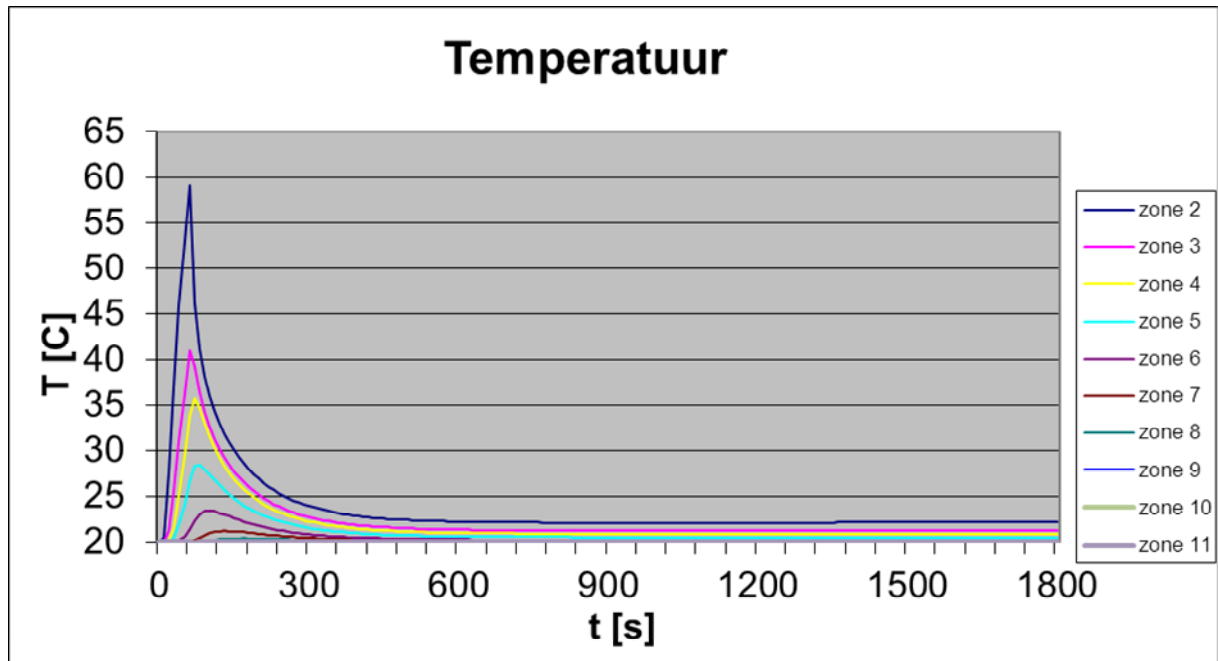


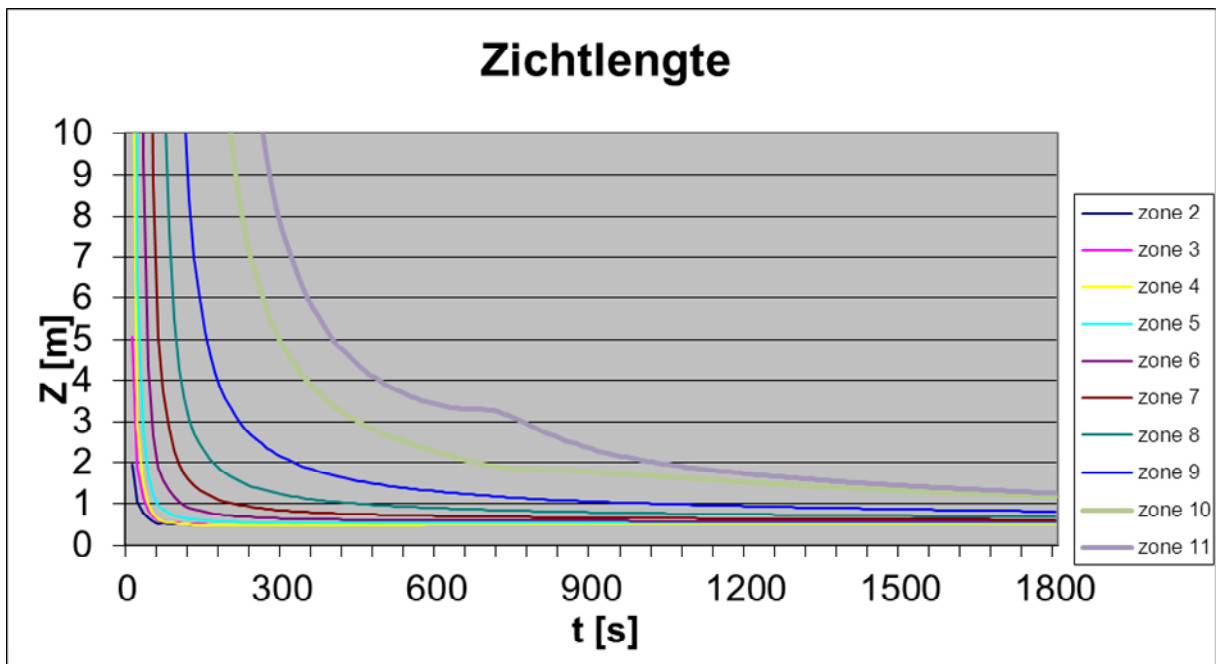
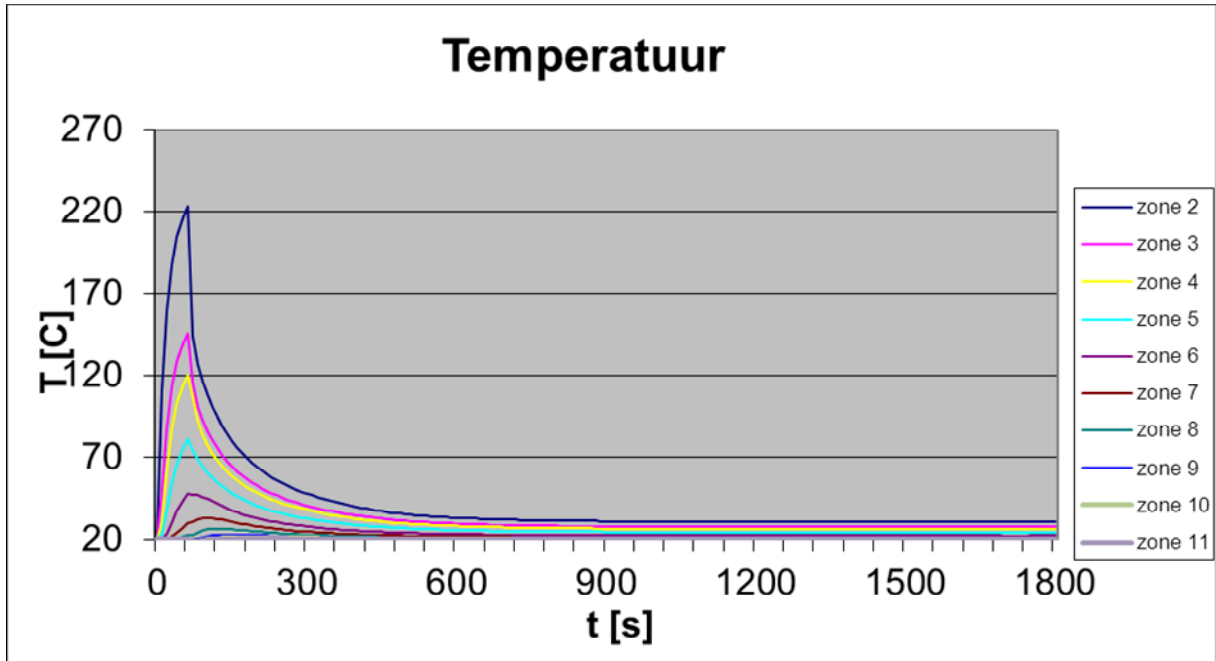
Brandstof beheerst



## Bijlage 3.2 Dranger 60 s

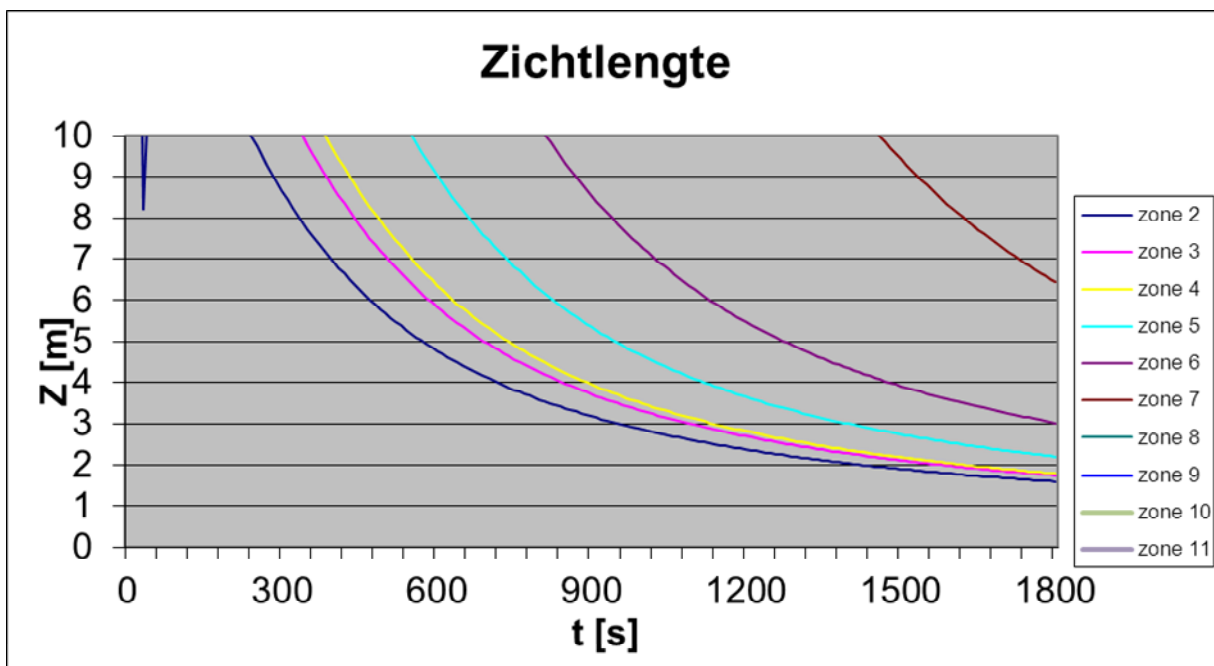
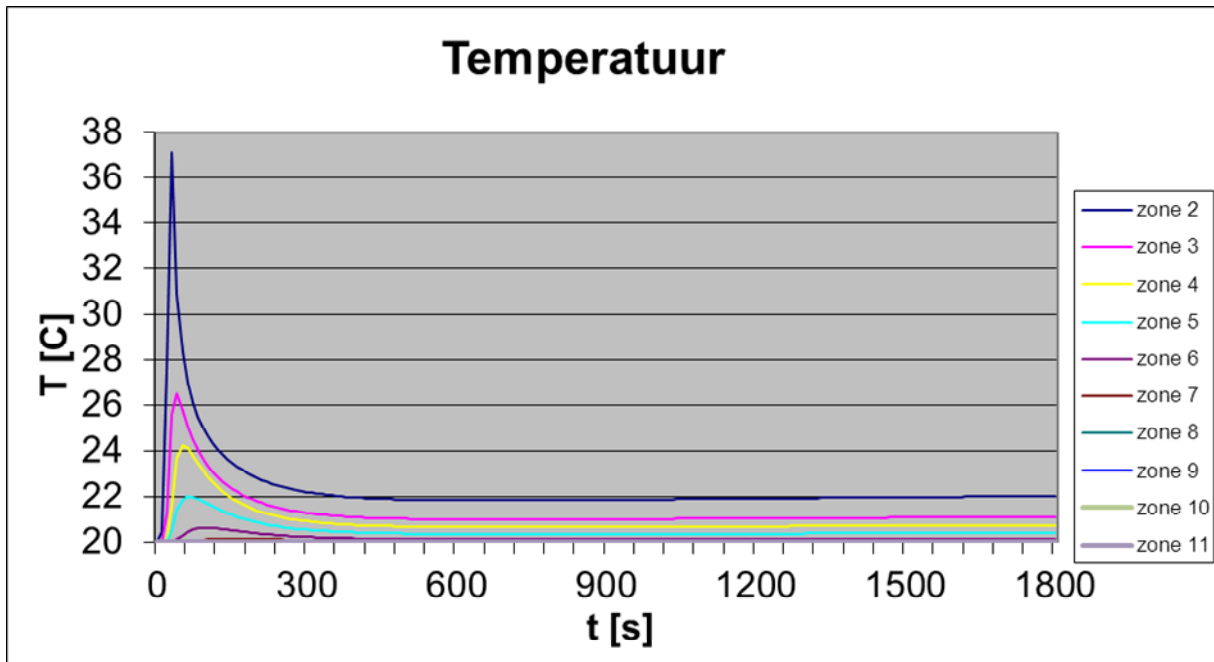
Ventilatiebeheerst

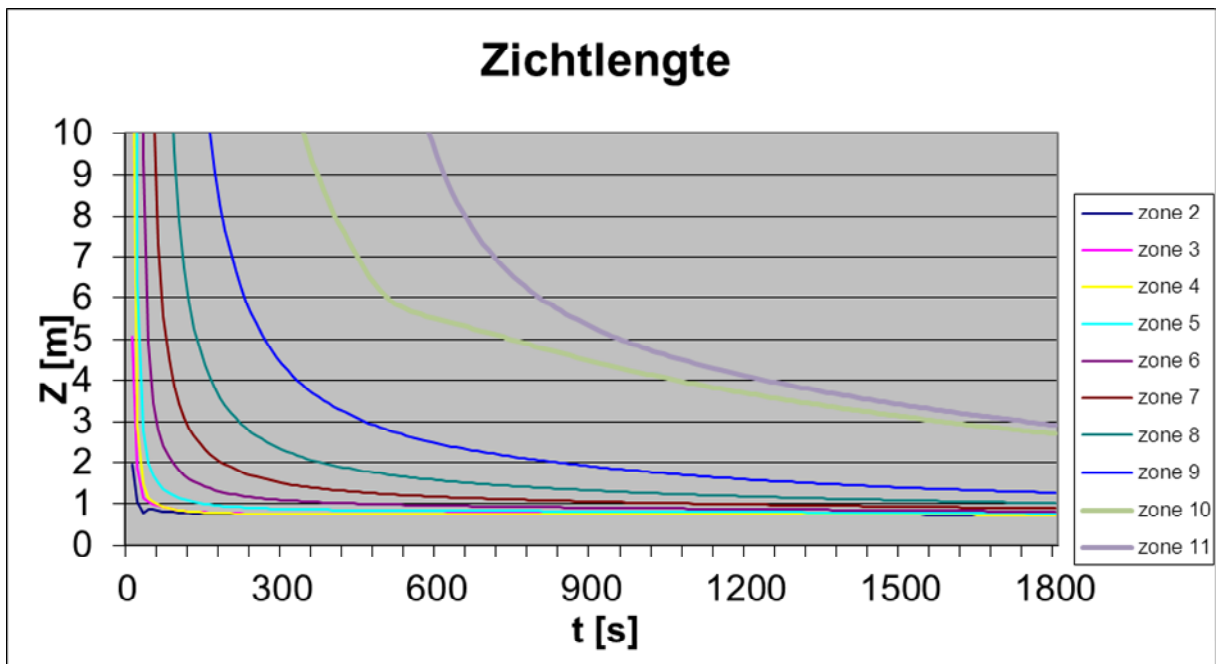
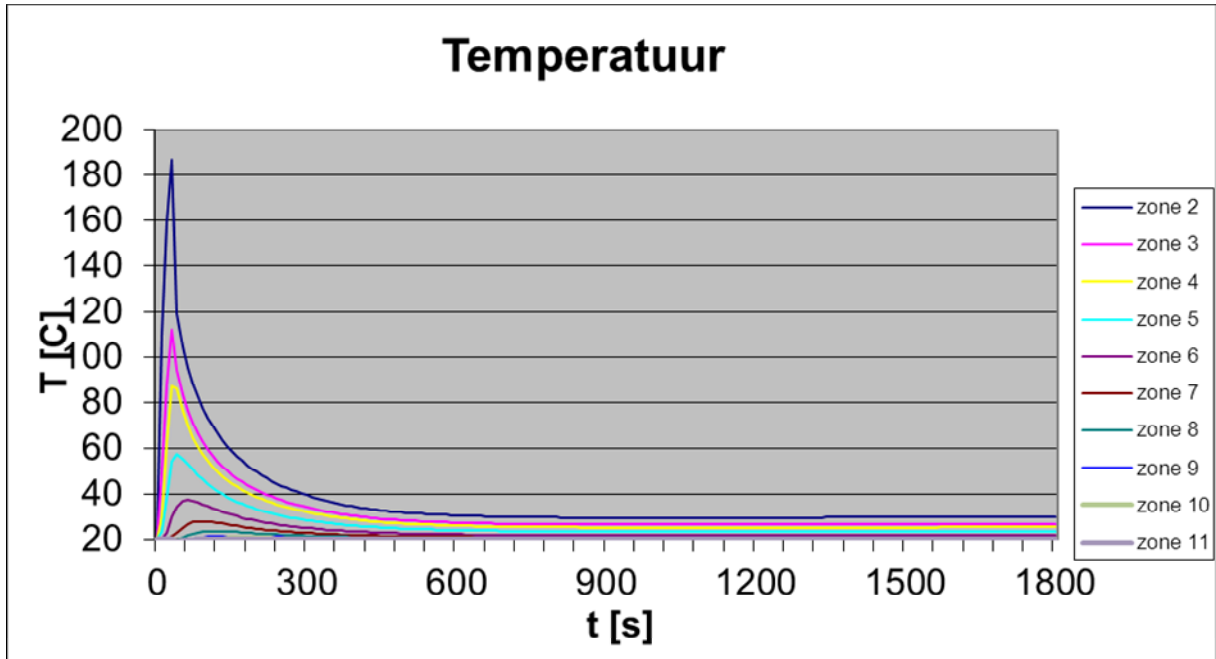




# Bijlage 3.3 Dranger 30 s

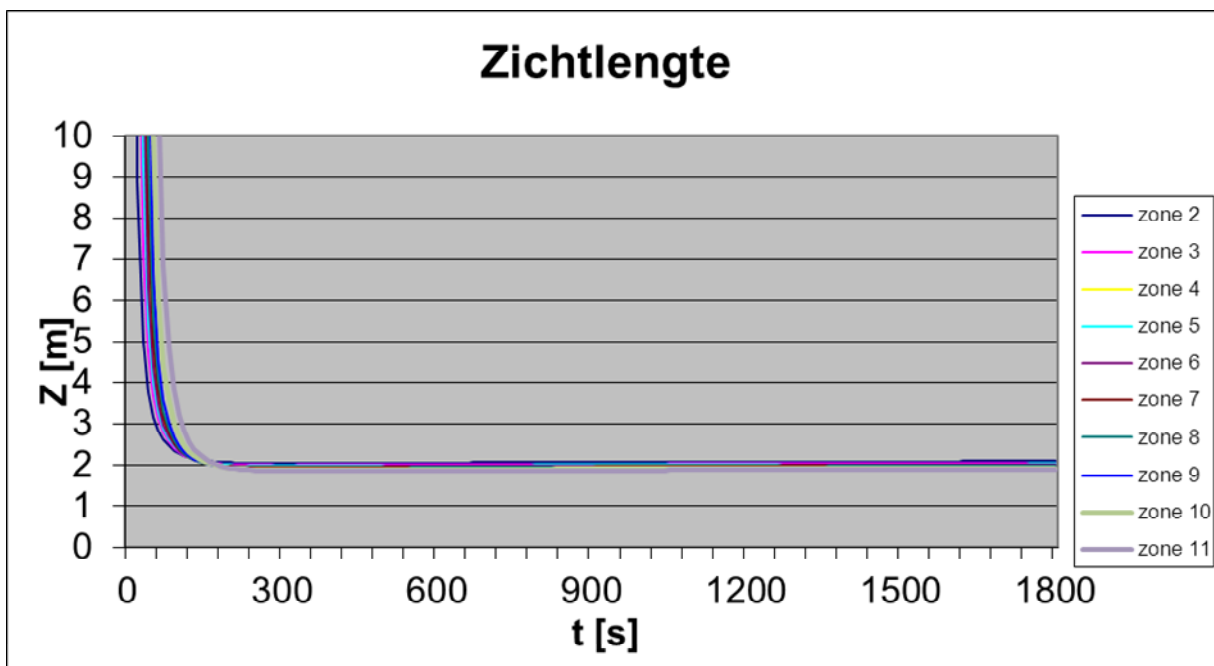
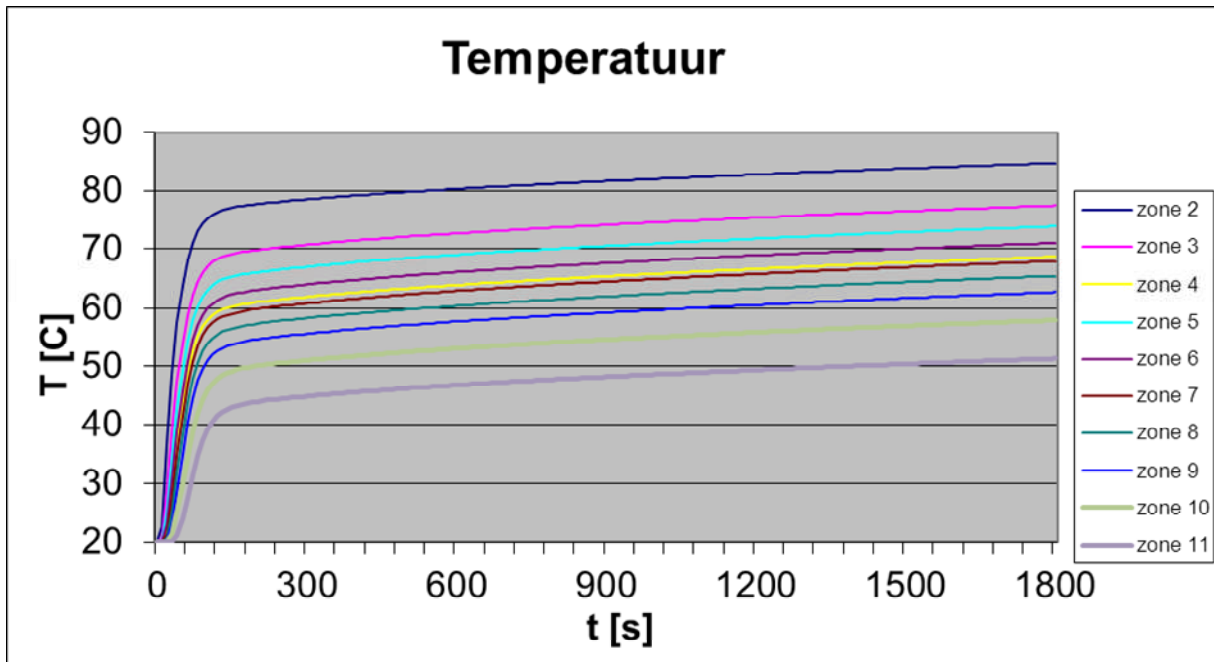
Ventilatiebeheerst

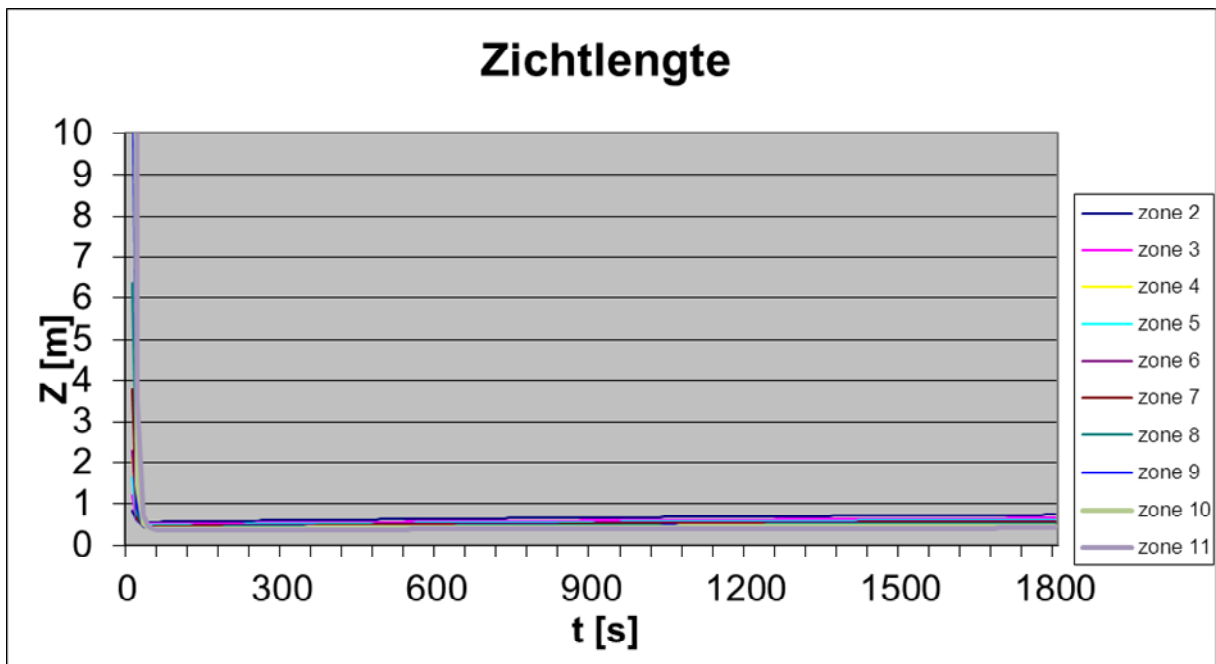
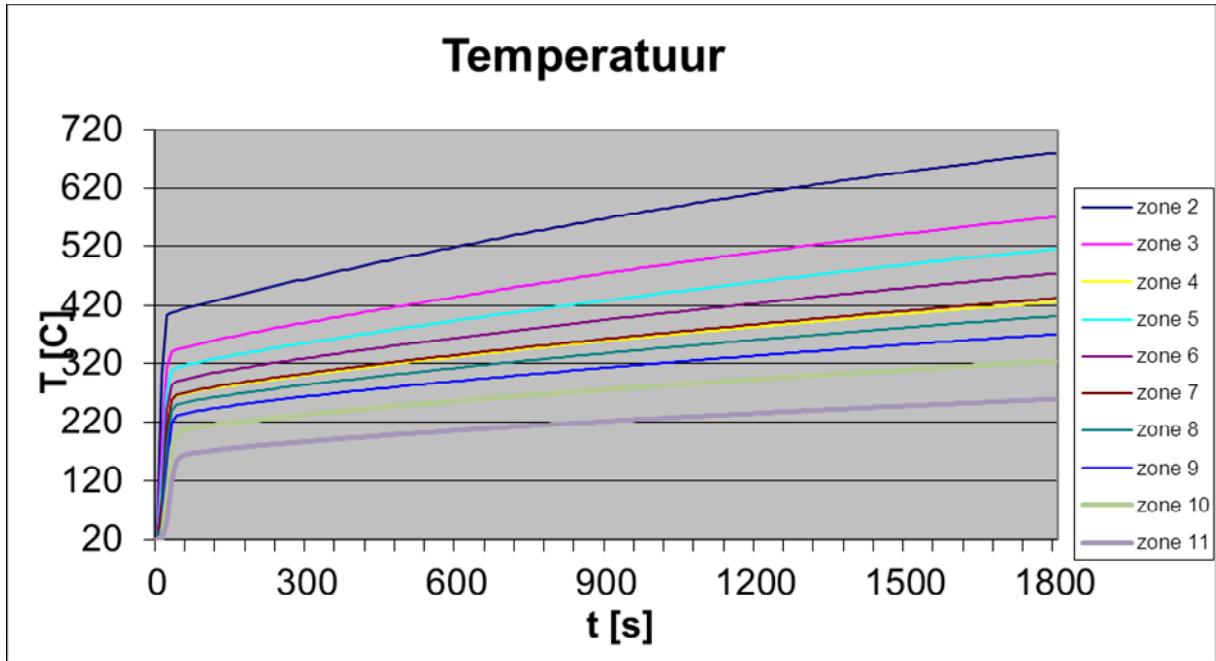




# Bijlage 3.4 Natuurlijke afvoer zonder toevoer

Ventilatiebeheerst

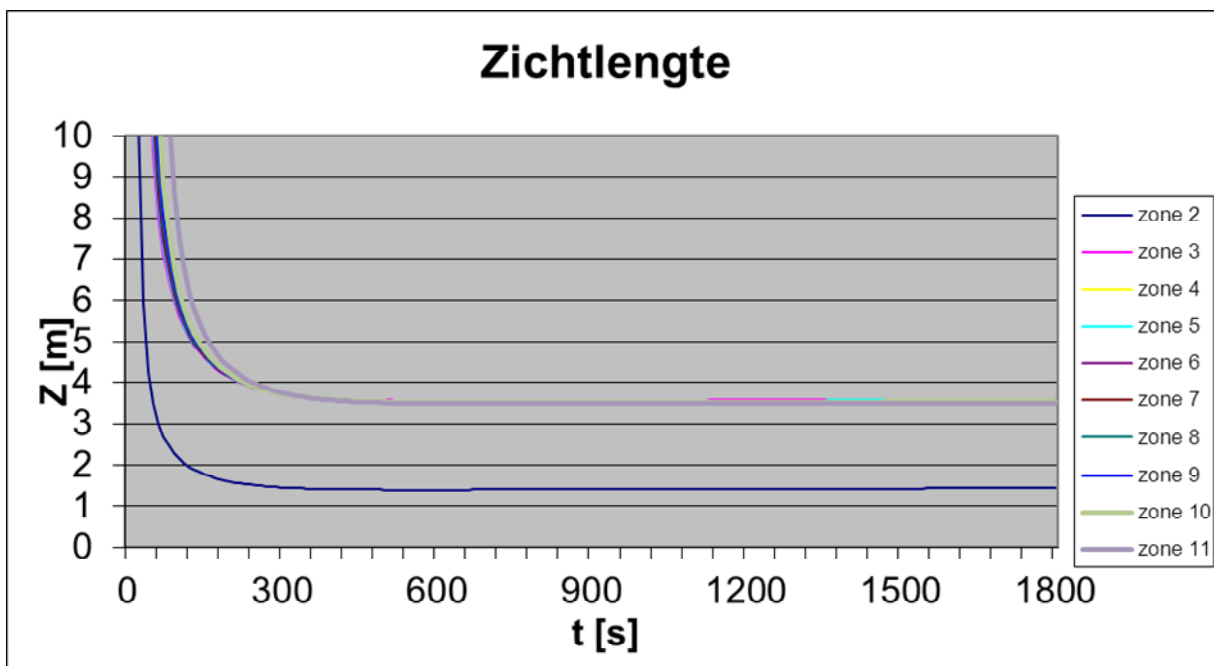
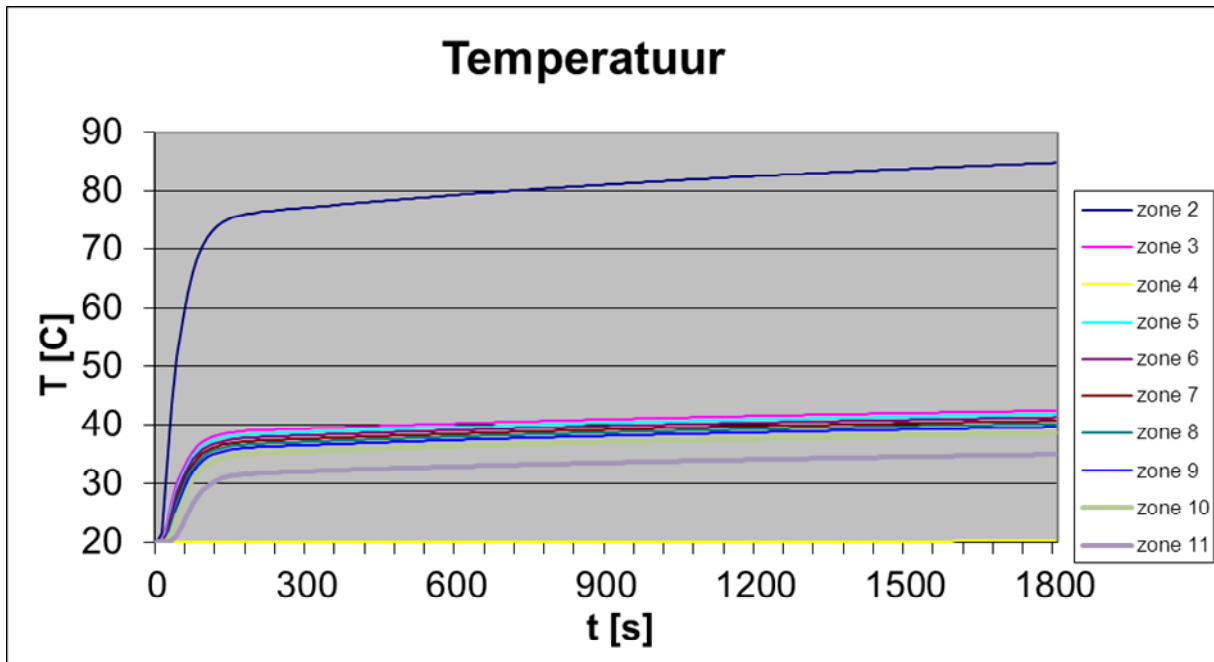




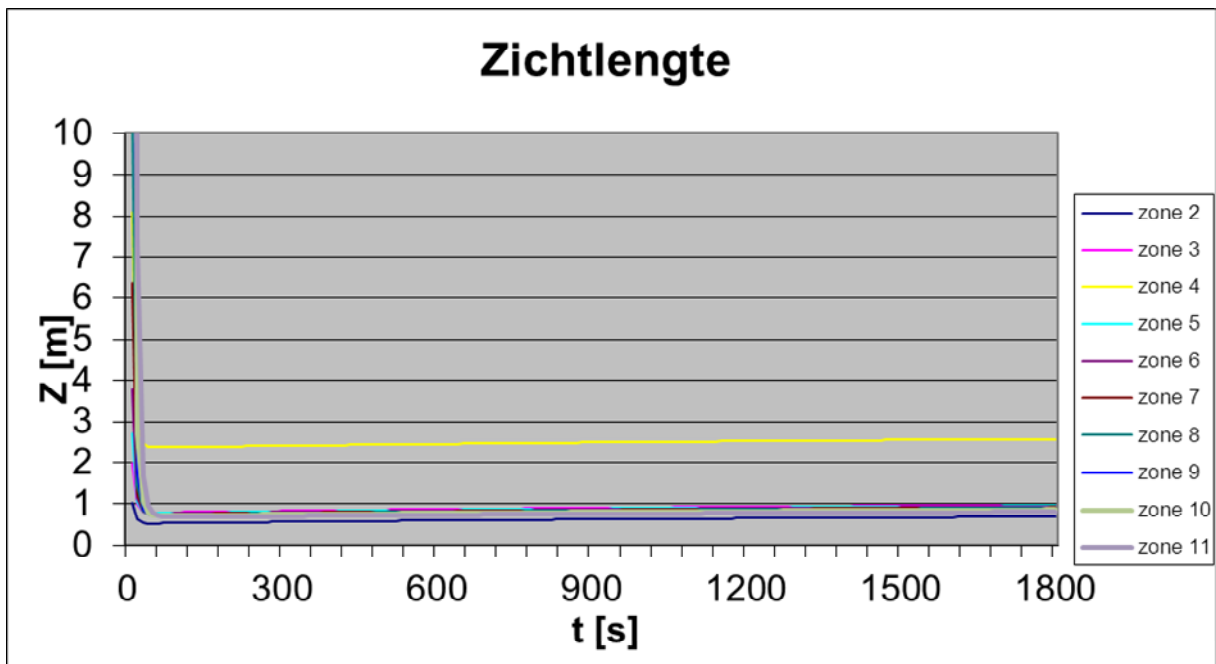
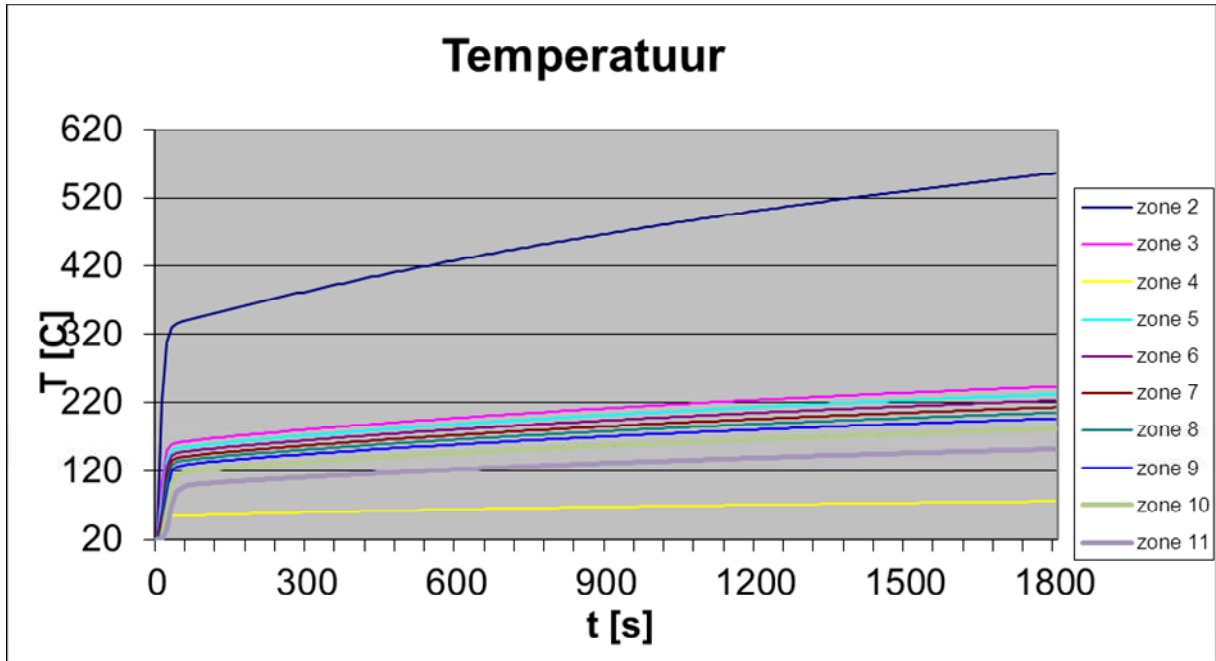


# Bijlage 3.5 Natuurlijke toe- en afvoer

Ventilatiebeheerst

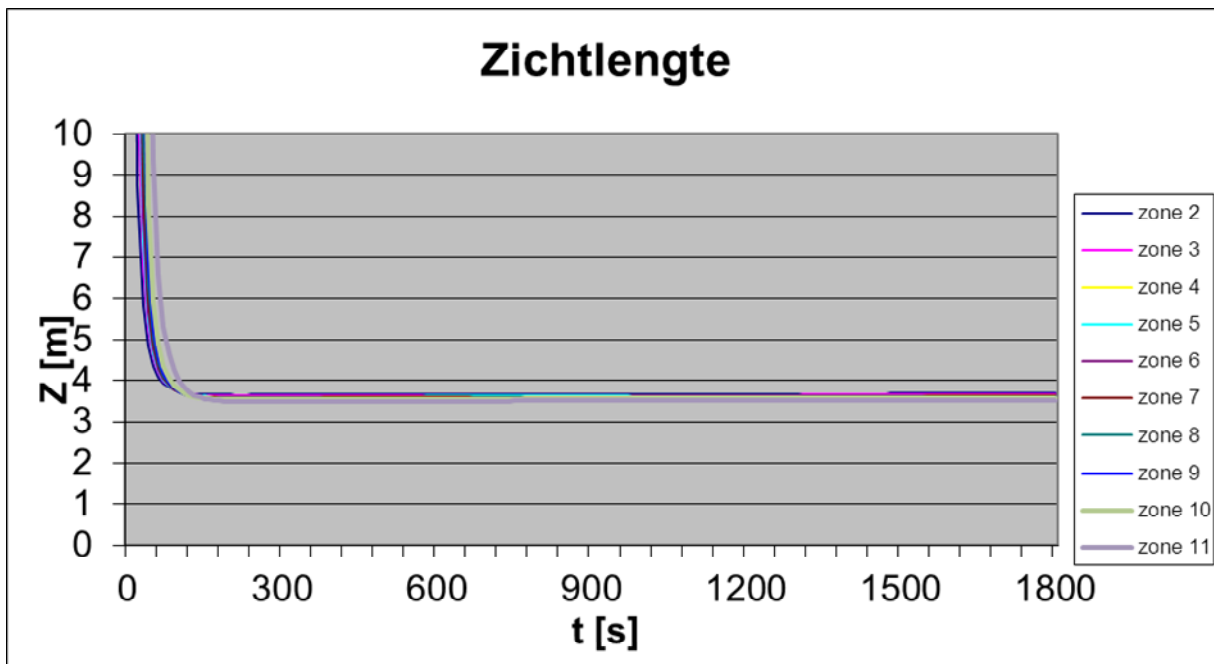
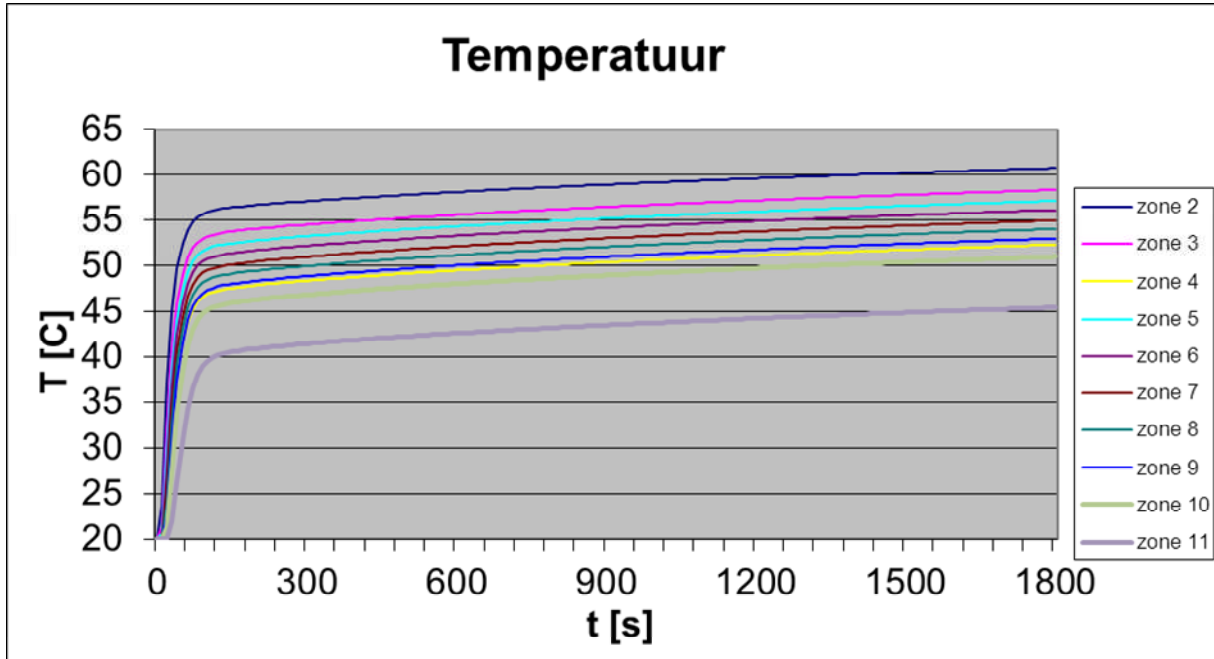


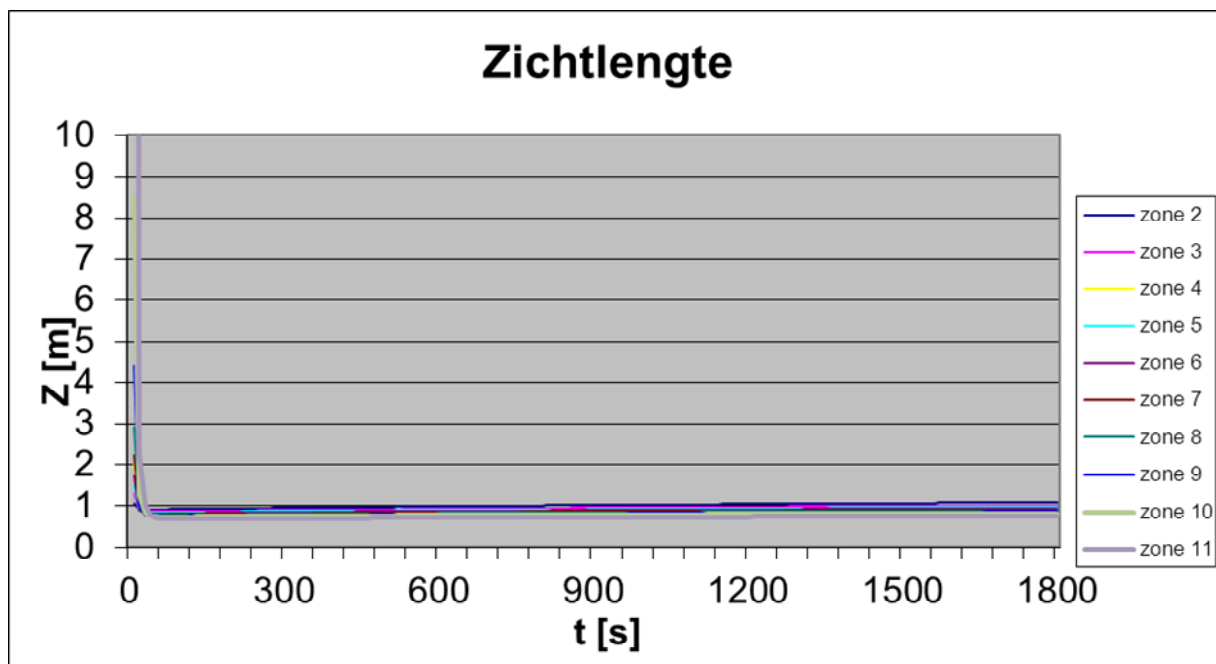
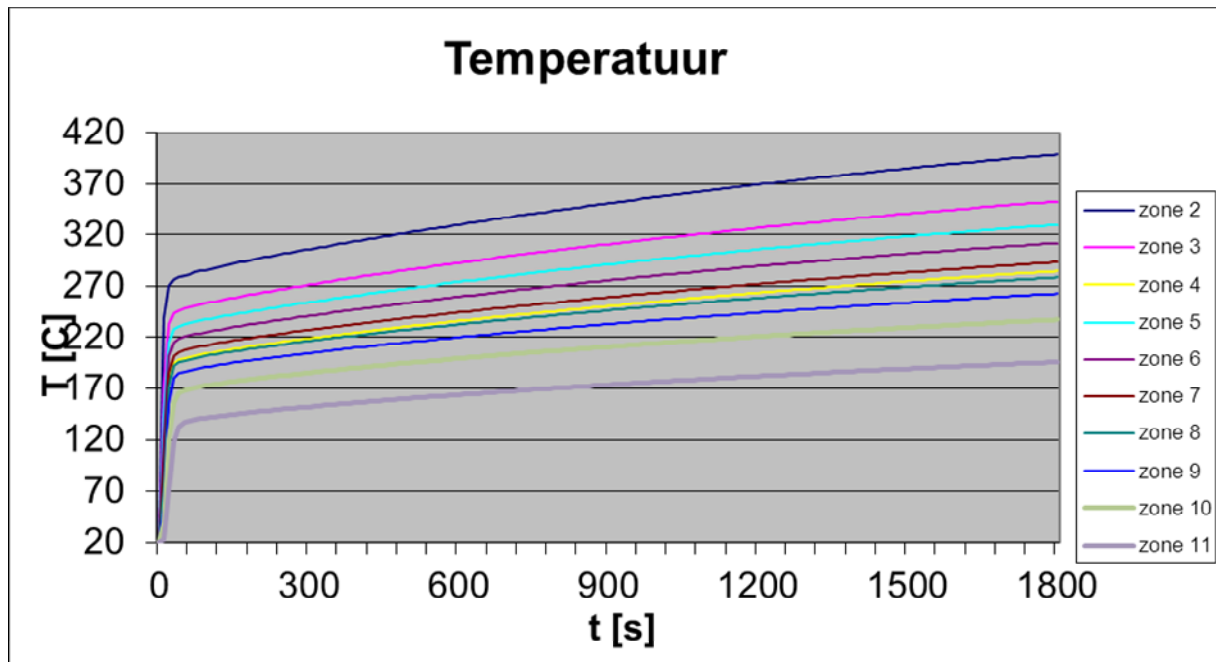
Brandstofbeheerst



# Bijlage 3.6 Mechanische afvoer zonder toevoer (onderdruk)

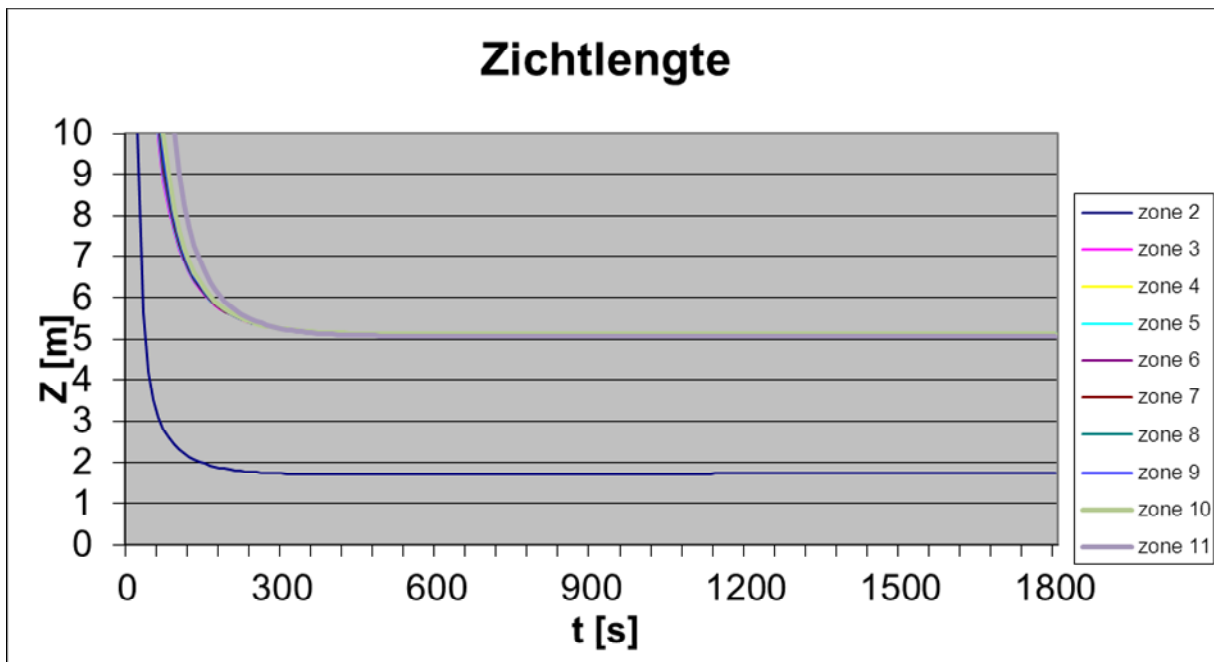
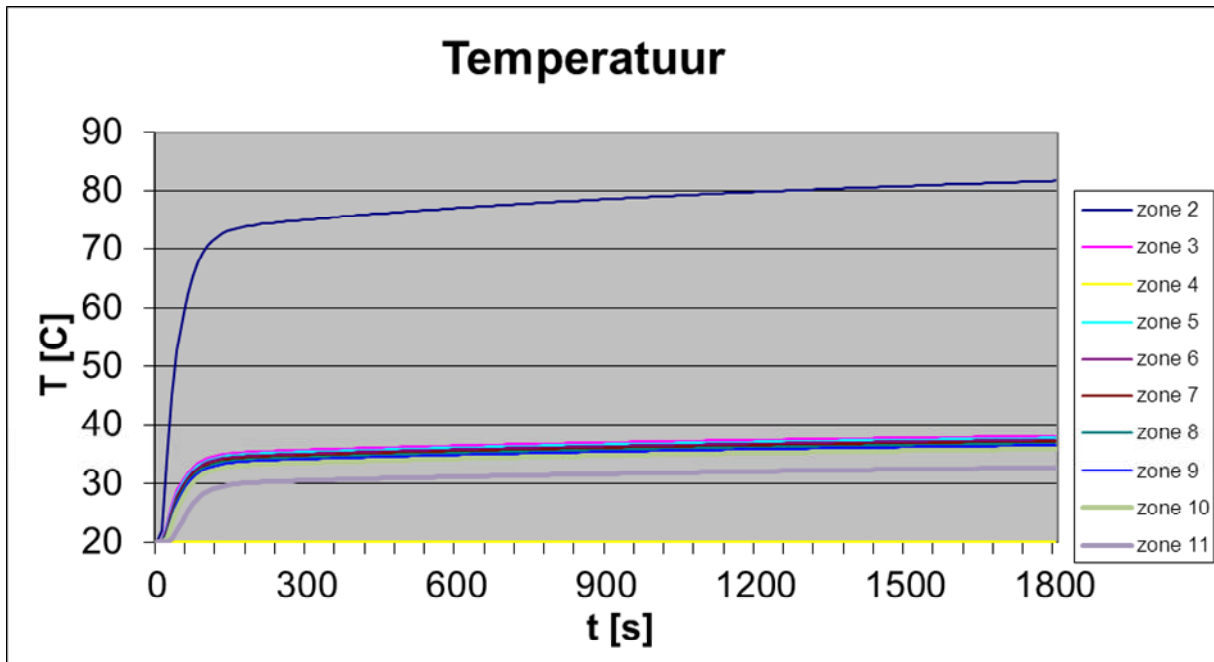
Ventilatiebeheerst

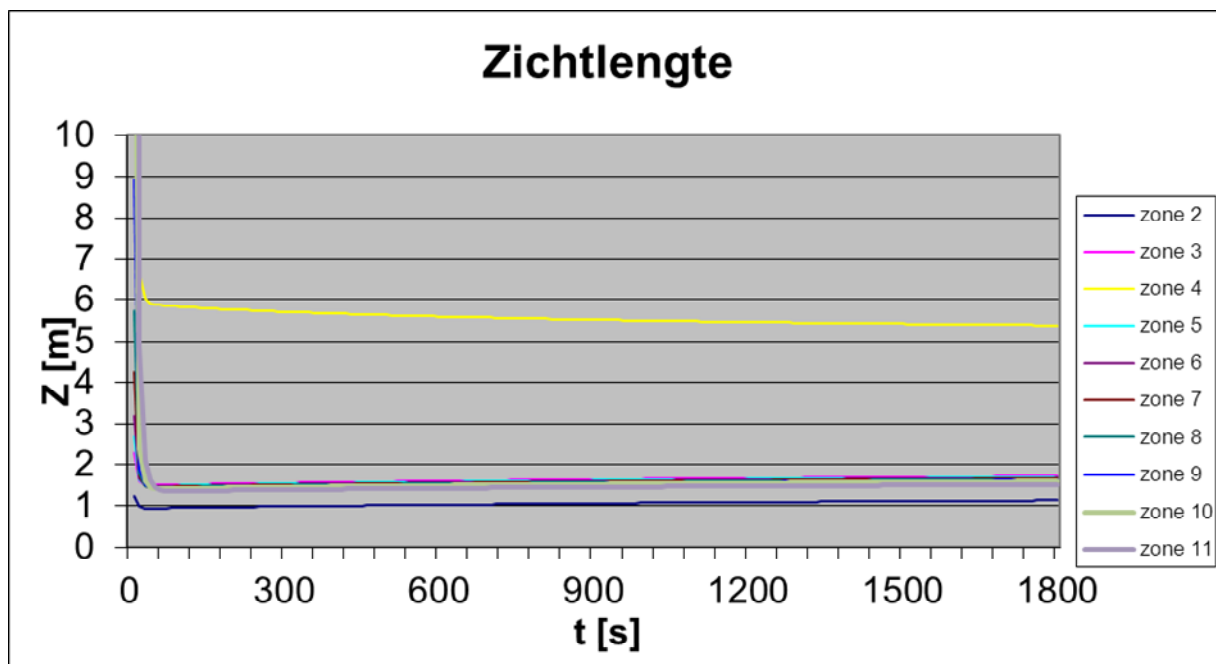
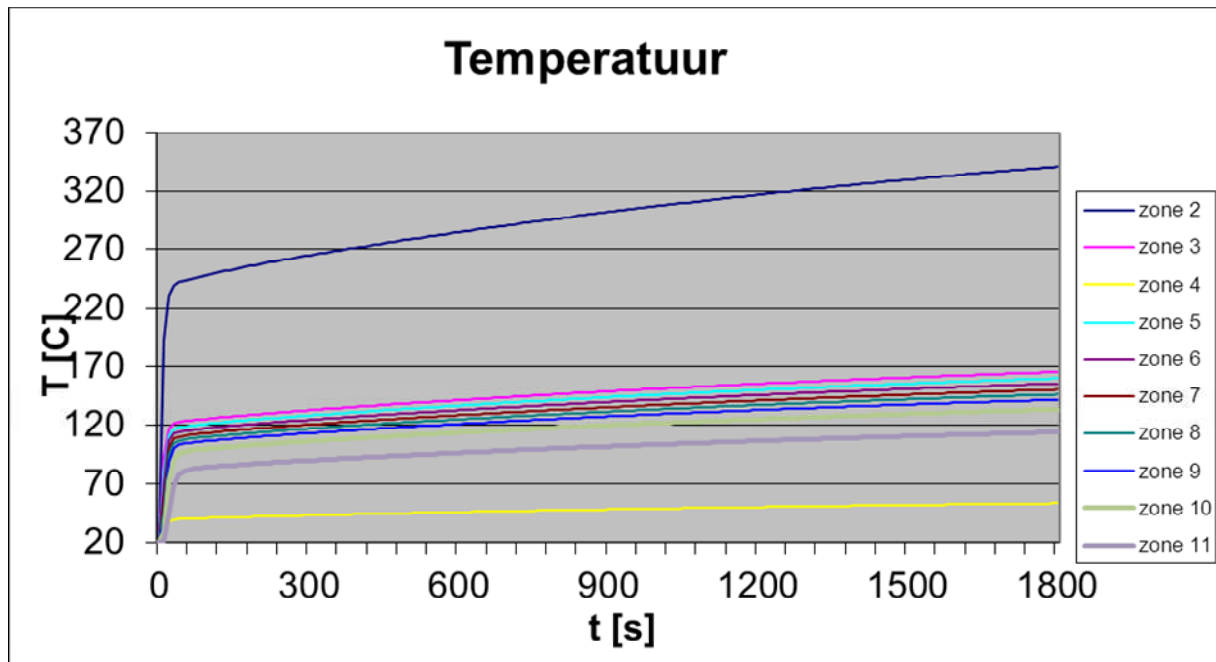




# Bijlage 3.7 Mechanische afvoer met natuurlijke toevoer

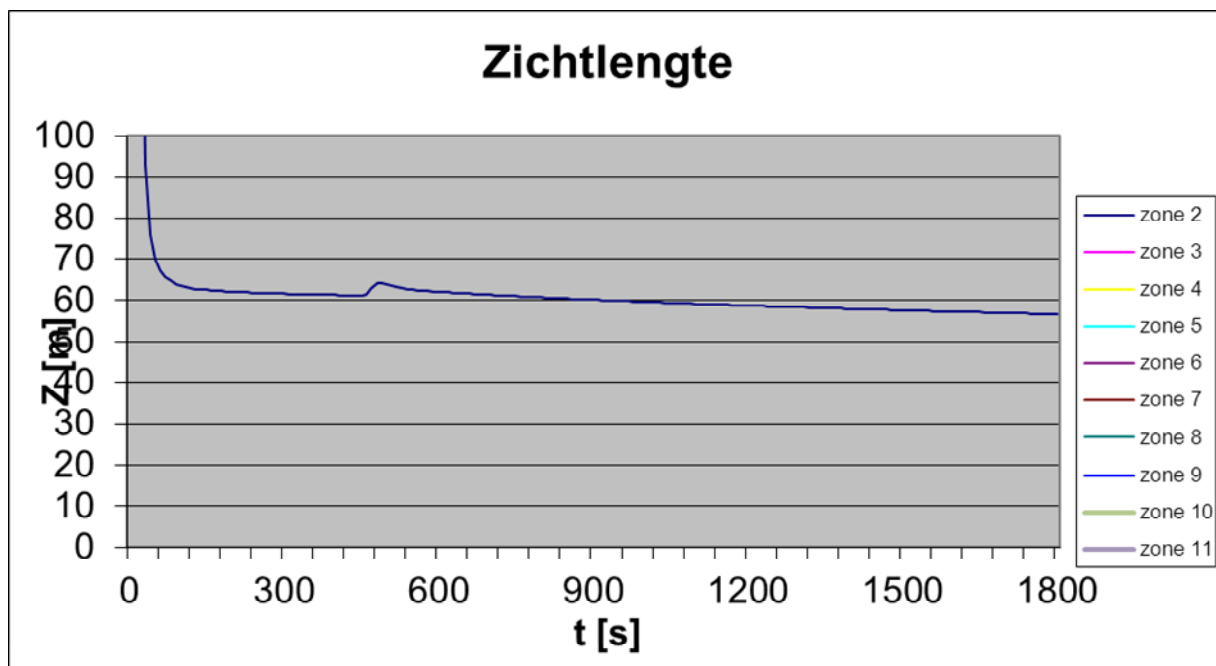
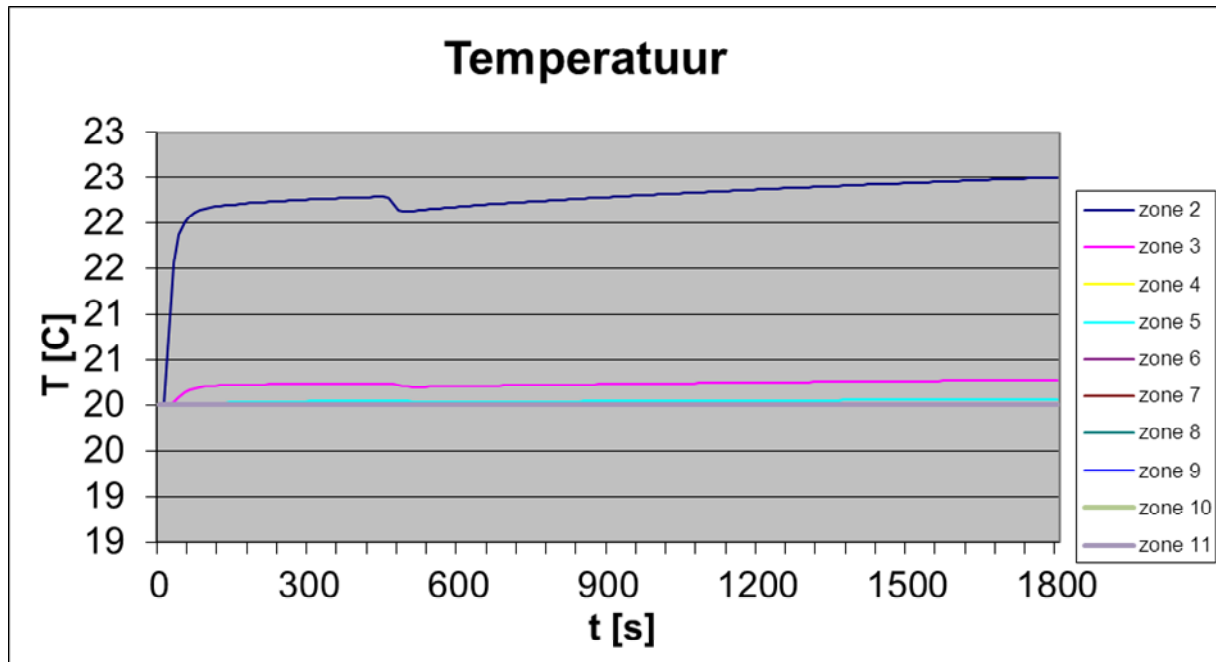
Ventilatiebeheerst



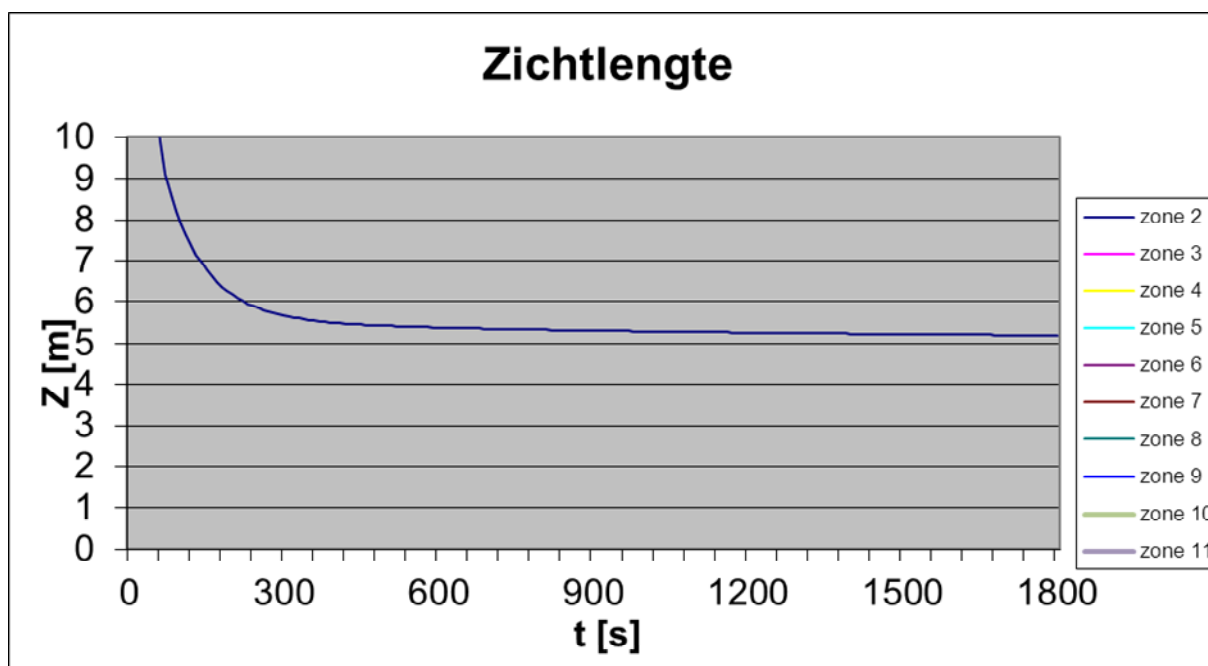
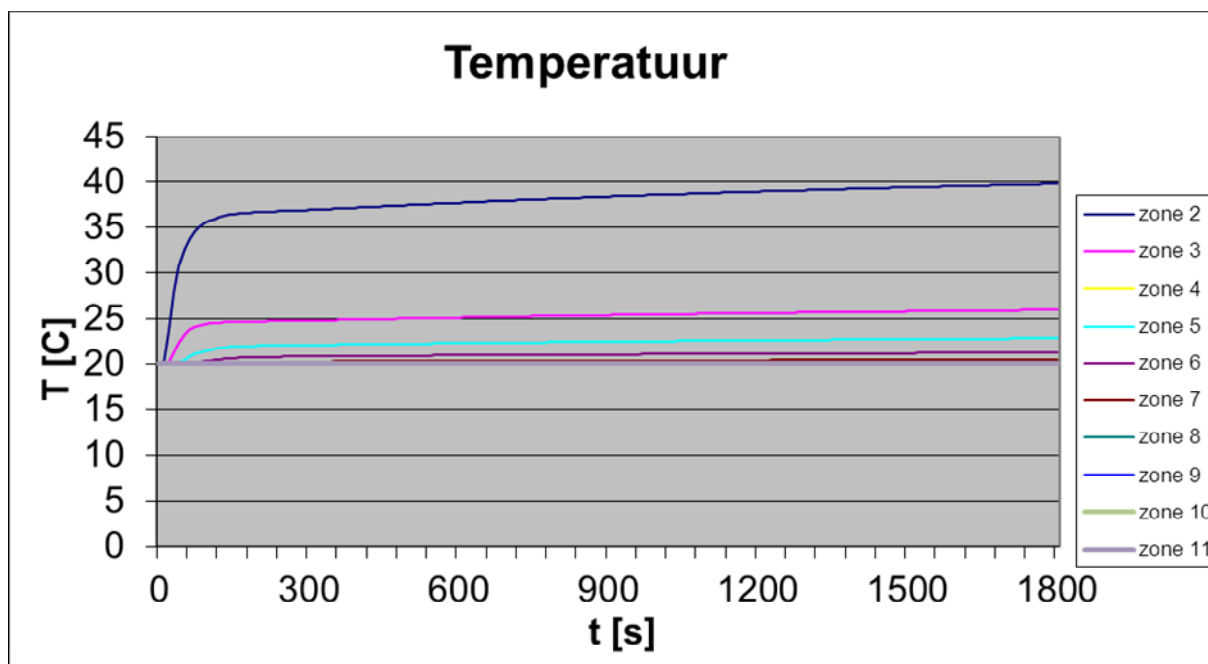


# Bijlage 3.8 Mechanische toevoer zonder afvoer (overdruk)

Ventilatiebeheerst 10.577 m<sup>3</sup>/h

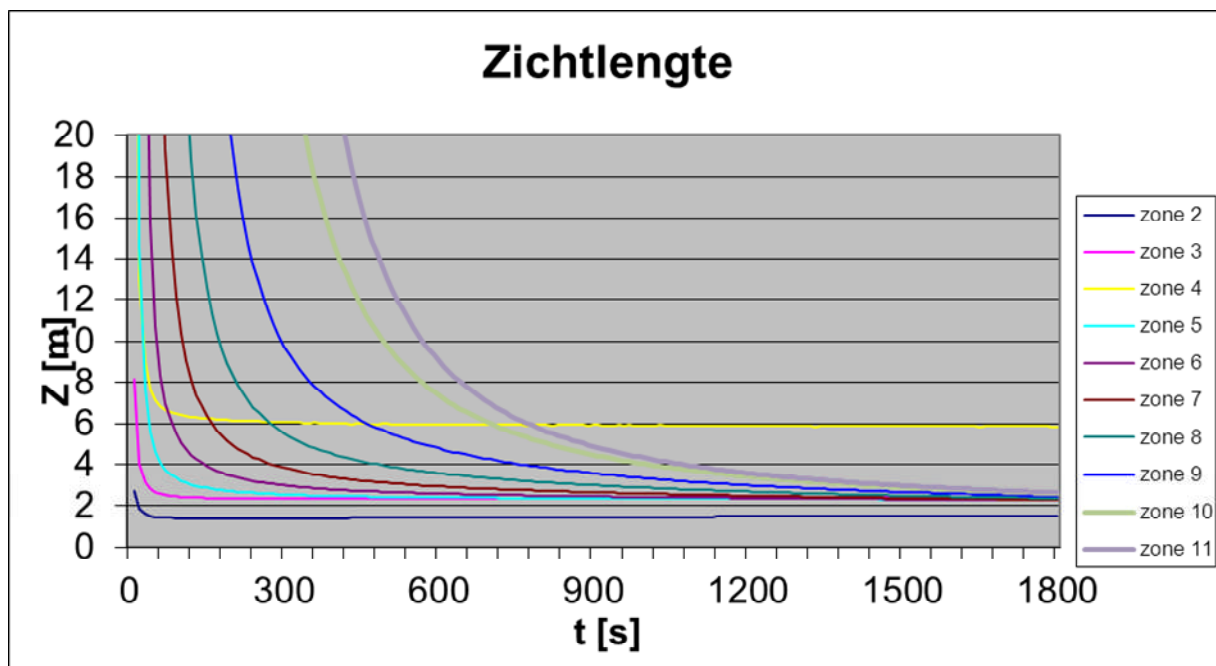
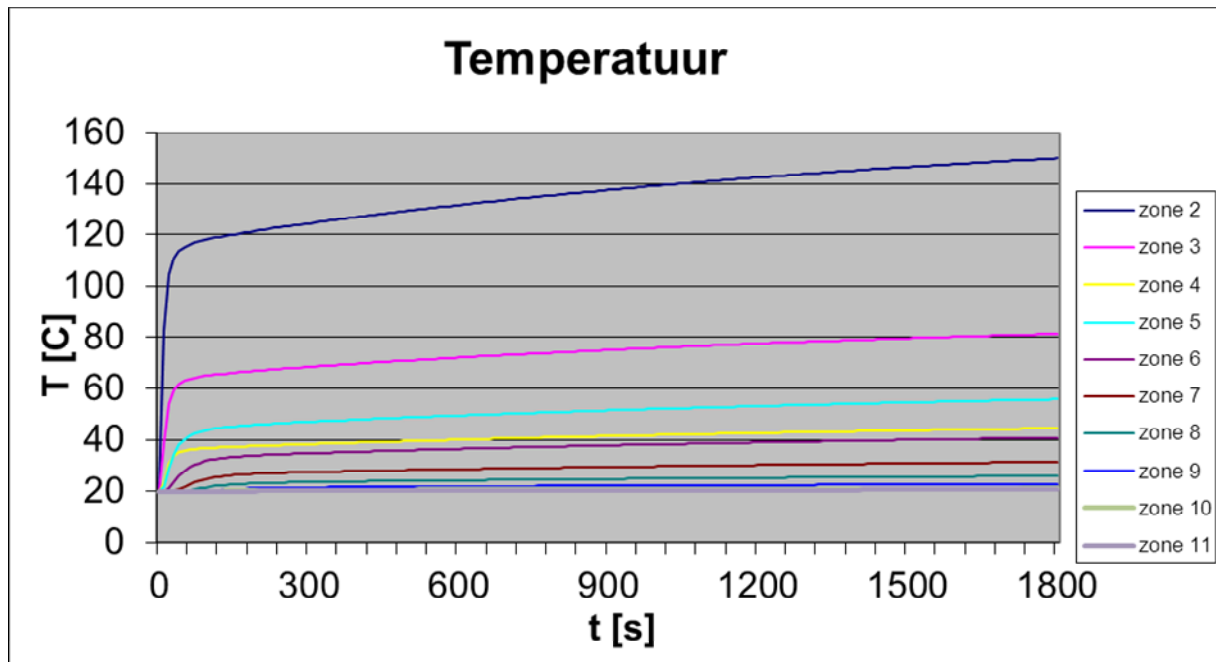


Ventilatiebeheerst 42.120 m<sup>3</sup>/h

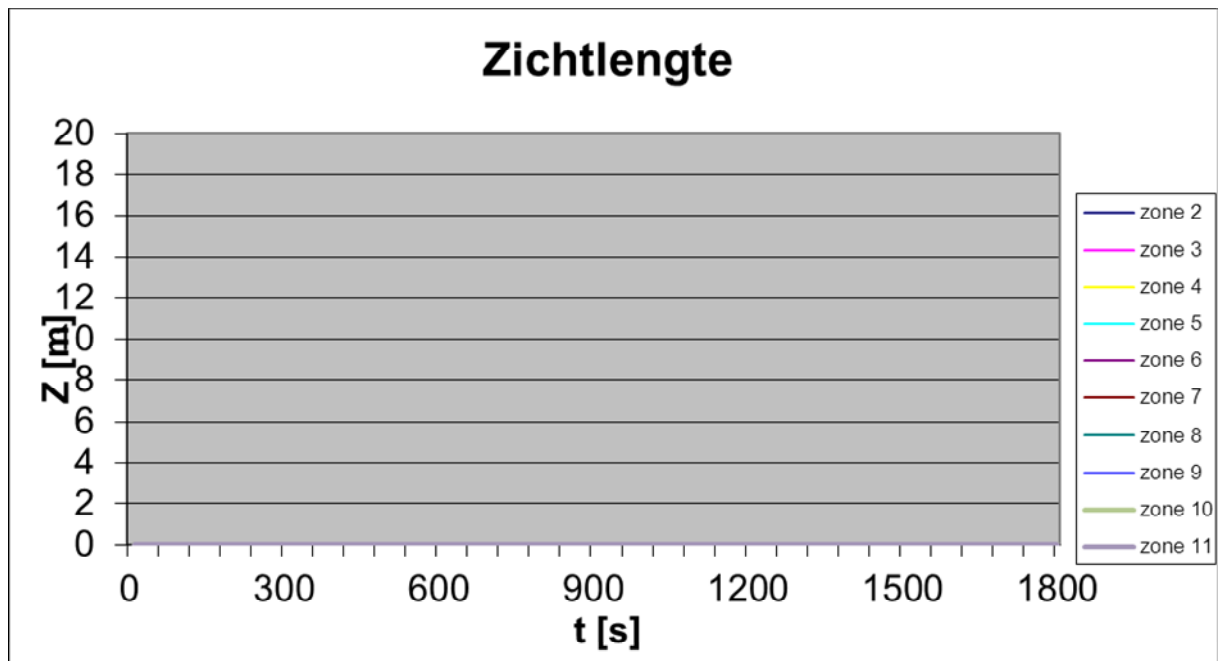
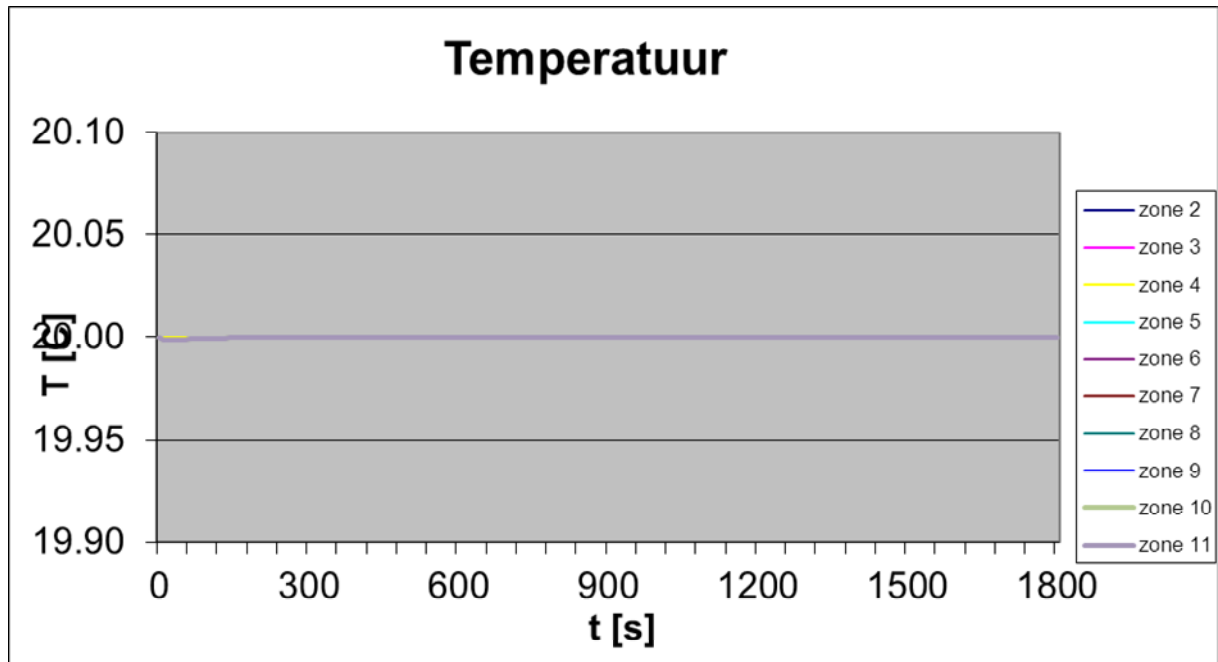




Brandstofbeheerst 10.577 m<sup>3</sup>/h

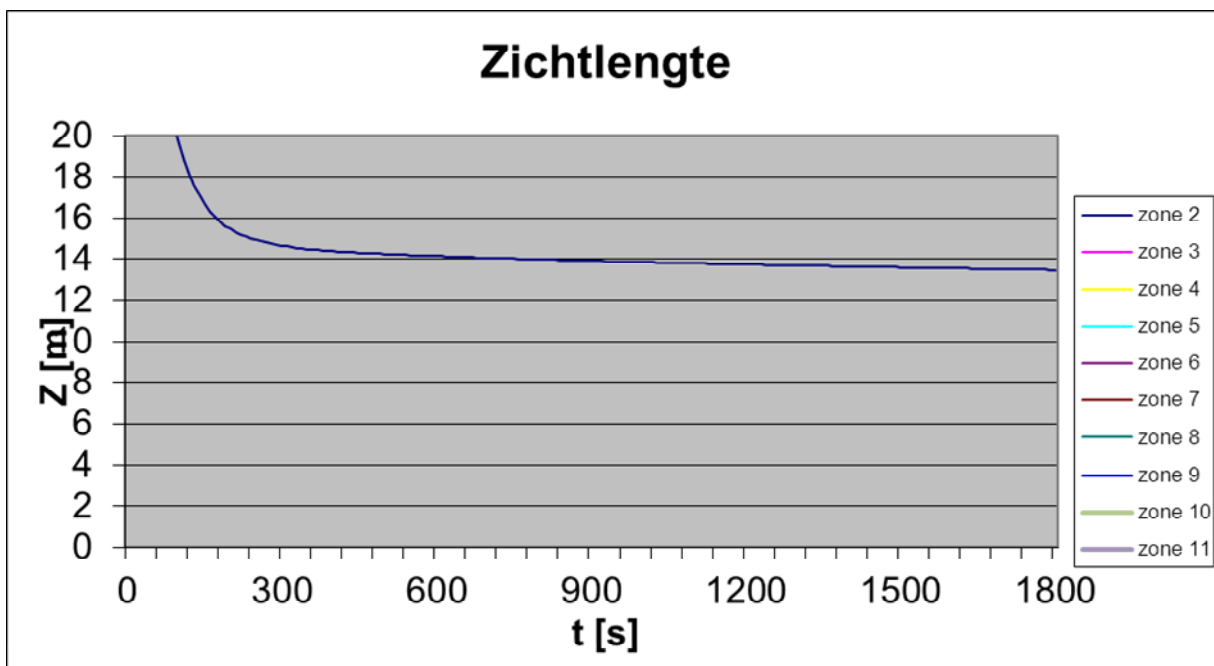
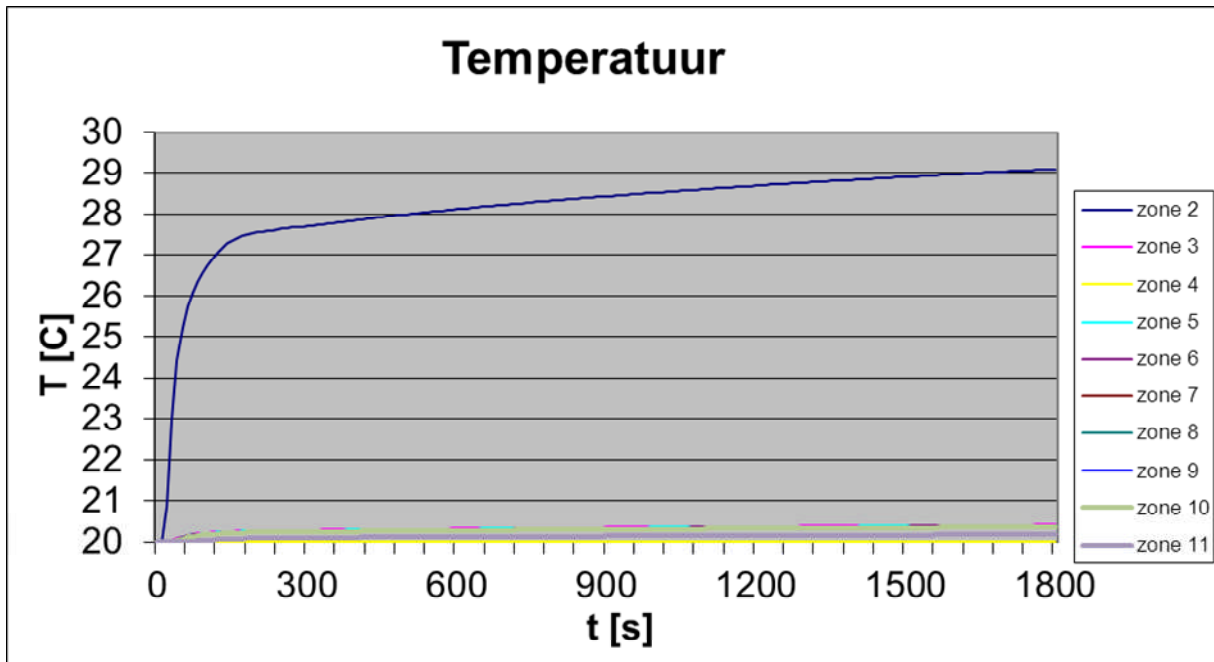


Brandstofbeheerst 42.120 m<sup>3</sup>/h



# Bijlage 3.9 Mechanische toevoer met natuurlijke afvoer

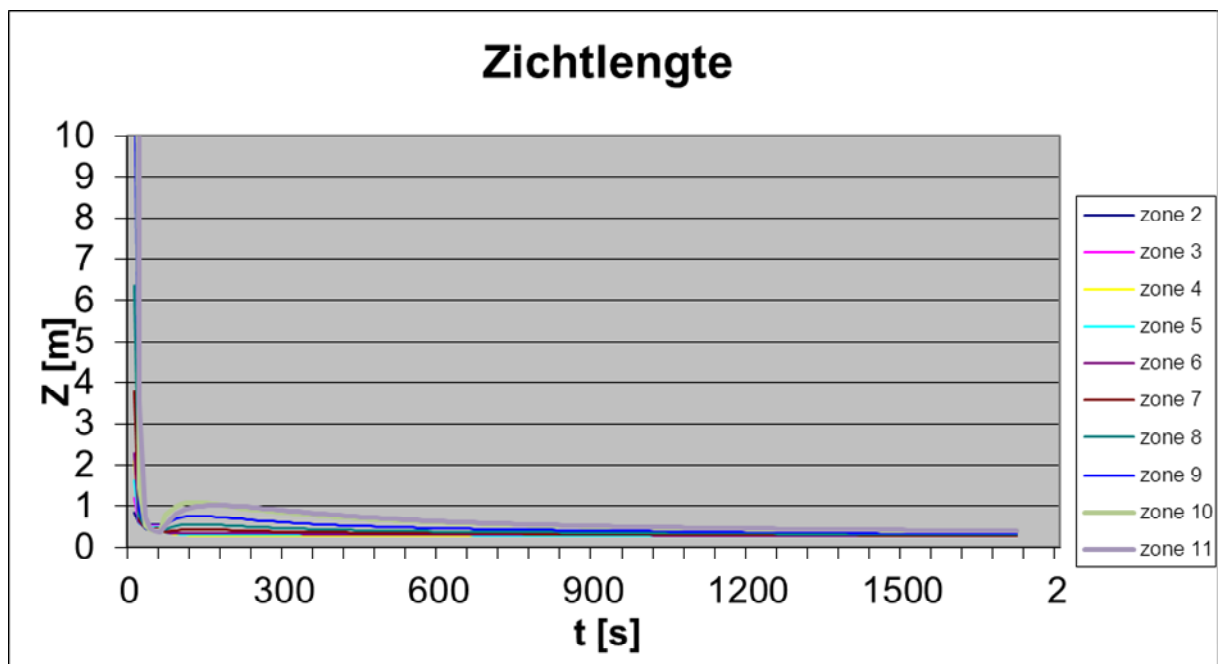
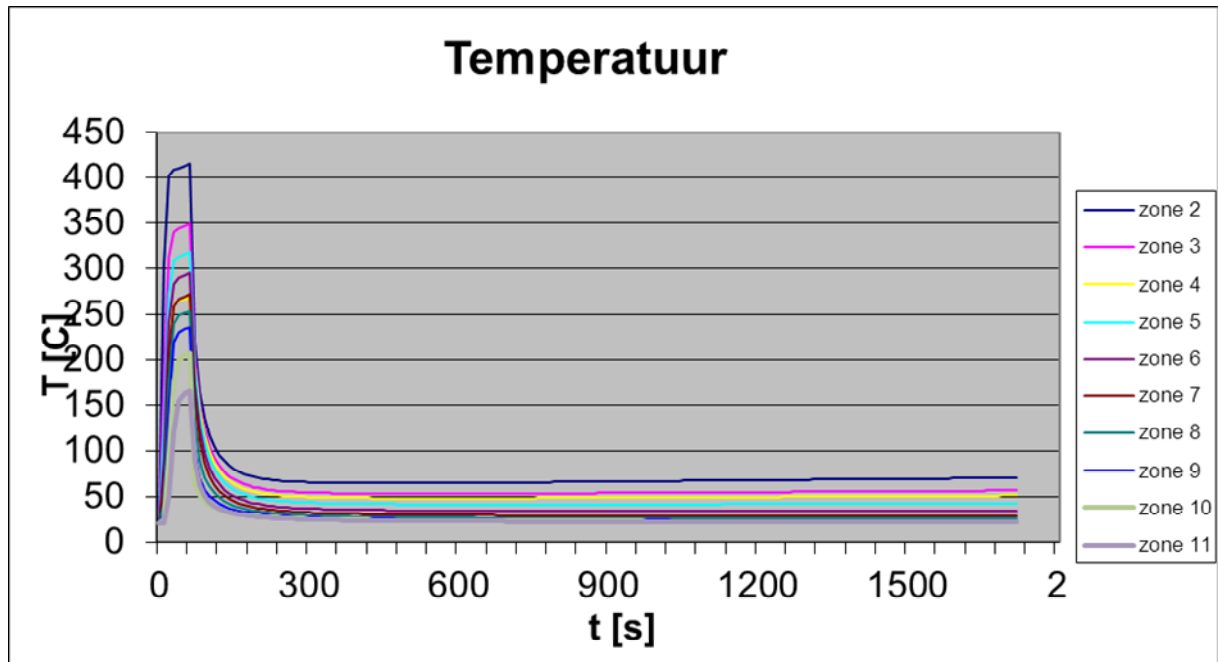
Ventilatiebeheerst



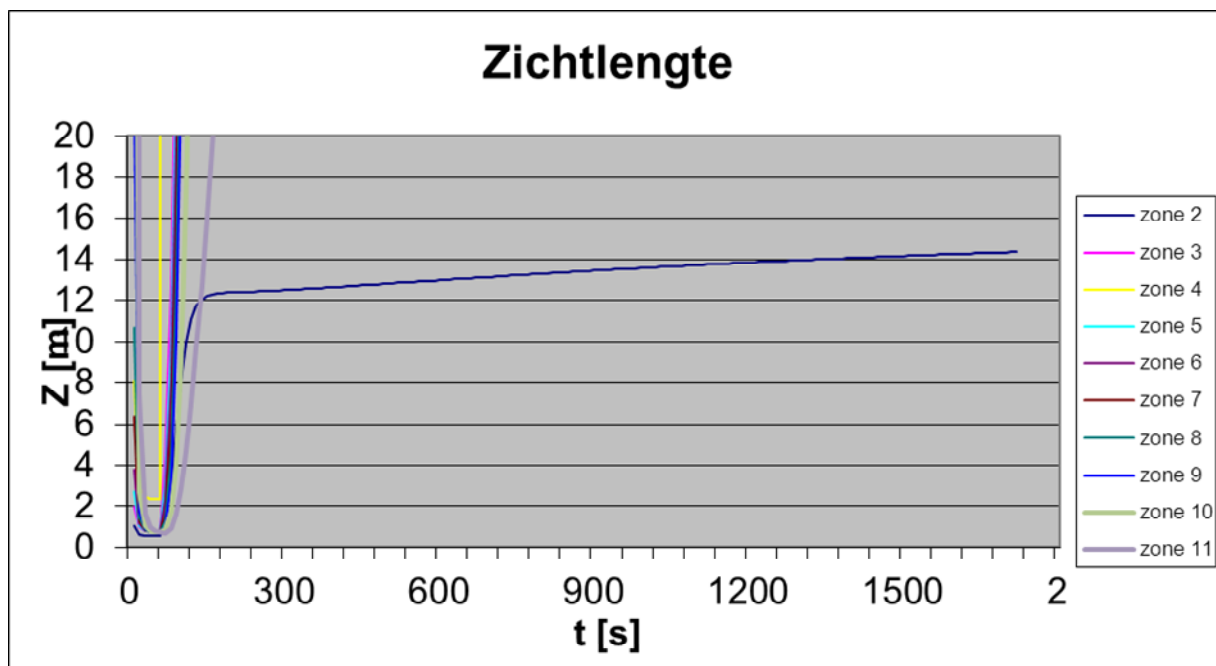
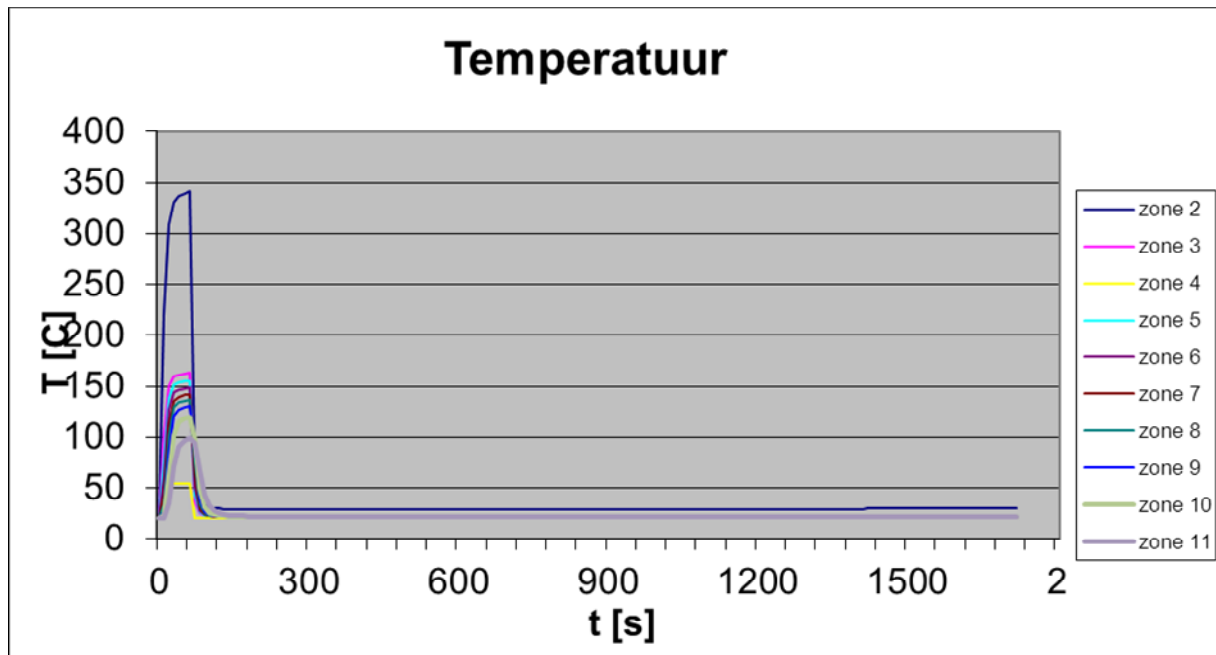


## Bijlage 3.10 Deurdrangers met natuurlijke ventilatie

Natuurlijke afvoer zonder toevoer brandstofbeheerst

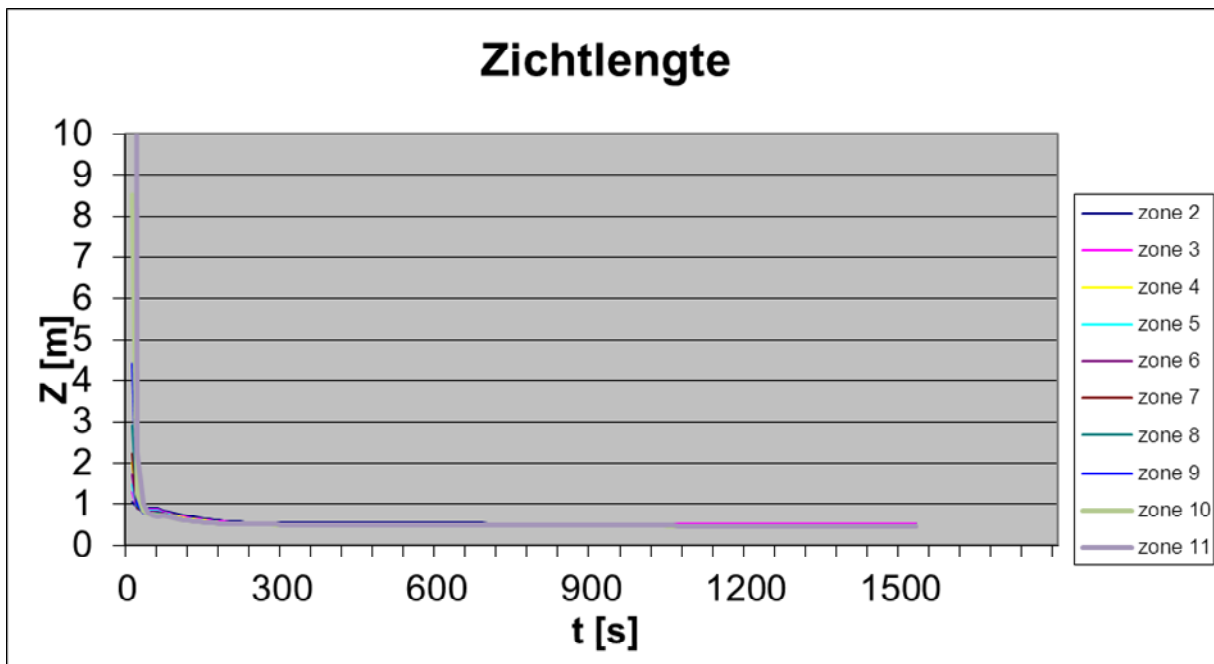
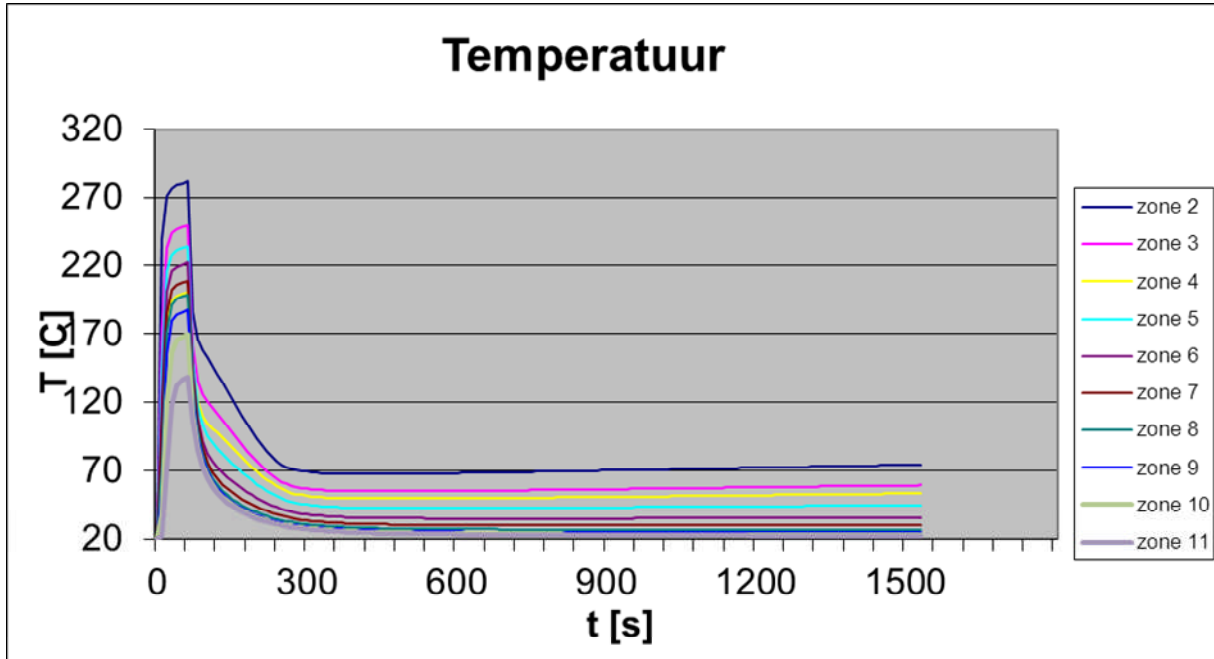


# Natuurlijke toe- en afvoer brandstofbeheerst

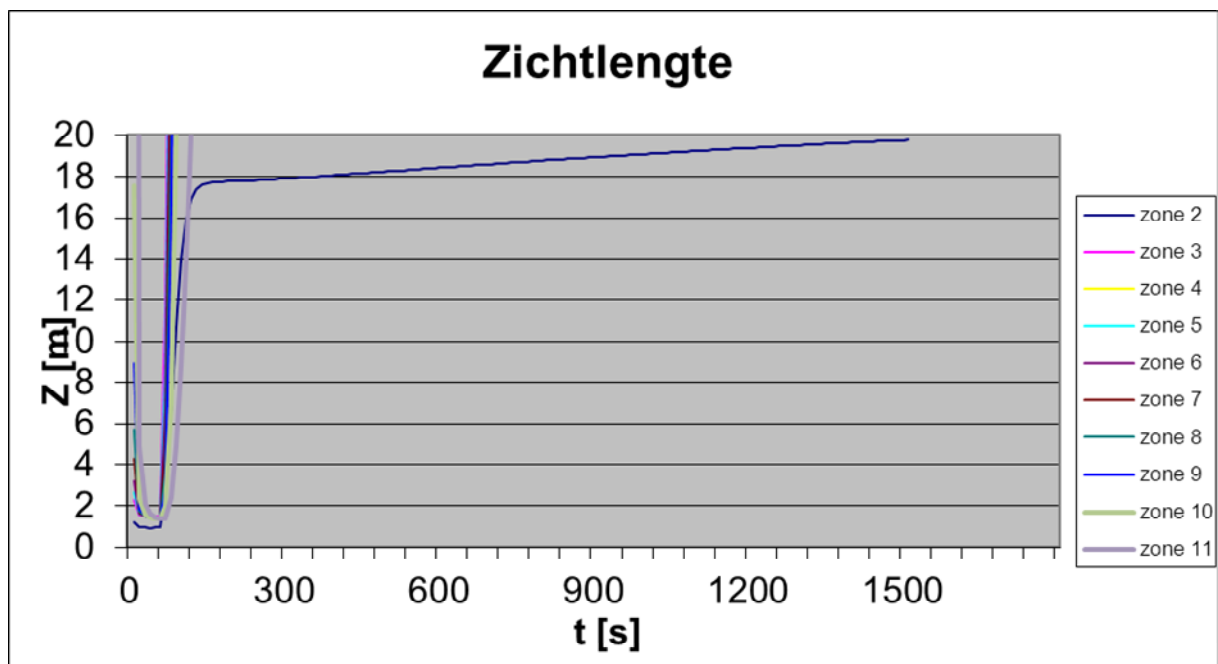
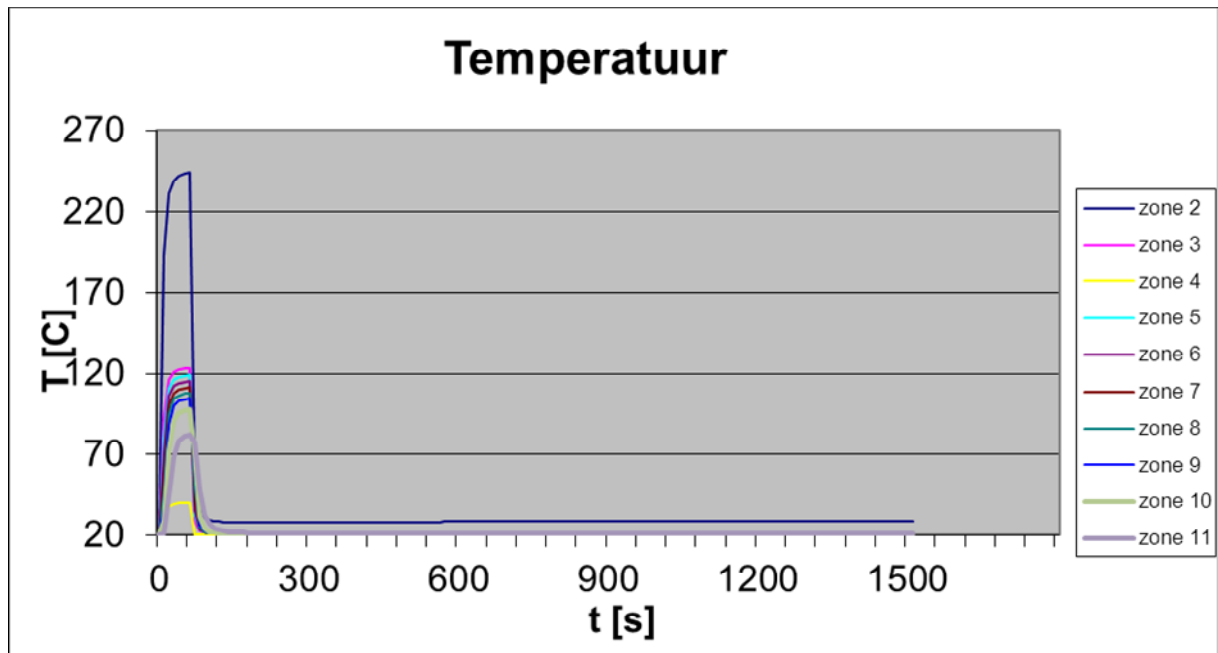


# Bijlage 3.11 Deurdrangers met mechanische ventilatie

Mechanische afvoer zonder toevoer brandstofbeheerst



Mechanische afvoer met natuurlijke toevoer brandstofbeheerst





## Bijlage 4 Buitenlandse regelgeving

- 4.1 Groot-Brittannië
- 4.2 Zweden
- 4.3 Nieuw-Zeeland



## **Bijlage 4.1 Groot-Brittannië**

# Means of escape from flats

## Introduction

**2.1** The means of escape from a flat with a floor not more than 4.5m above ground level is relatively simple to provide. Few provisions are specified in this document beyond ensuring that means are provided for giving early warning in the event of fire (see Section 1) and that suitable means are provided for emergency egress from these storeys.

With increasing height more complex provisions are needed because emergency egress through upper windows becomes increasingly hazardous.

**2.2** The guidance in this section deals with some common arrangements of flat design. Other, less common, arrangements (for example flats entered above or below accommodation level, or flats containing galleries) are acceptable. Guidance on these is given in clauses 9 and 10 of BS 5588-1:1990.

**2.3** The provisions for means of escape for flats are based on the assumption that:

- a. the fire is generally in a flat;
- b. there is no reliance on external rescue (e.g. by a portable ladder);
- c. measures in Section 8 (B3) provide a high degree of compartmentation and therefore a low probability of fire spread beyond the flat of origin, so that simultaneous evacuation of the building is unlikely to be necessary; and
- d. although fires may occur in the common parts of the building, the materials and construction used there should prevent the fabric from being involved beyond the immediate vicinity (although in some cases communal facilities exist which require additional measures to be taken).

**2.4** There are two distinct components to planning means of escape from buildings containing flats; escape from within each flat and escape from each flat to the final exit from the building.

Paragraphs 2.5 to 2.18 deal with the means of escape within each unit, i.e. within the private domestic area. Paragraphs 2.19 to 2.48 deal with the means of escape in the common areas of the building. Guidance on mixed use buildings is given in paragraphs 2.50 to 2.51 and for live/work units in 2.52.

## General provisions

### Inner rooms

**2.5** A room whose only escape route is through another room is at risk if a fire starts in that other room.

This situation may arise with open-plan layouts and galleries. Such an arrangement is only acceptable where the inner room is:

- a. a kitchen;
- b. a laundry or utility room;
- c. a dressing room;
- d. a bathroom, WC, or shower room;
- e. any other room on a floor not more than 4.5m above ground level which complies with paragraph 2.6, 2.10, or 2.11b as appropriate; or
- f. a gallery which complies with paragraph 2.8.

**Note:** A room accessed only via an inner room (an inner-inner room) may be acceptable if it complies with the above, not more than one door separates the room from an interlinked smoke alarm and none of the access rooms are a kitchen.

### Basements

**2.6** Because of the risk that a single stairway may be blocked by smoke from a fire in the basement or ground storey, if the basement storey contains any habitable room, either provide:

- a. an external door or window suitable for egress from the basement (see paragraph 2.9); or
- b. a protected stairway leading from the basement to a final exit.

### Balconies and flat roofs

**2.7** Any balcony outside an alternative exit to a flat more than 4.5m above ground level should be a common balcony and meet the conditions in paragraph 2.17.

A flat roof forming part of a means of escape should comply with the following provisions:

- a. the roof should be part of the same building from which escape is being made;
- b. the route across the roof should lead to a storey exit or external escape route; and
- c. the part of the roof forming the escape route and its supporting structure, together with any opening within 3m of the escape route, should provide 30 minutes fire resistance (see Appendix A Table A1).

**Note:** Where a balcony or flat roof is provided for escape purposes, guarding may be needed, in which case it should meet the provisions in Approved Document K *Protection from falling, collision and impact*.

### Galleries

**2.8** A gallery should be provided with an alternative exit; or, where the gallery floor is not more than 4.5m above ground level, an emergency egress window which complies with paragraph 2.9. Where the gallery floor is not provided with an alternative exit or escape window, it should comply with the following:

- a. the gallery should overlook at least 50% of the room below (see Diagram1);
- b. the distance between the foot of the access stair to the gallery and the door to the room containing the gallery should not exceed 3m;
- c. the distance from the head of the access stair to any point on the gallery should not exceed 7.5m; and
- d. any cooking facilities within a room containing a gallery should either:
  - i. be enclosed with fire-resisting construction; or
  - ii. be remote from the stair to the gallery and positioned such that they do not prejudice the escape from the gallery.

**Note 1:** Approved Document K *Protection from falling, collision and impact* specifies a minimum guarding height of 800mm, except in the case of a window in a roof where the bottom of the opening may be 600mm above the floor.

**Note 2:** Locks (with or without removable keys) and stays may be fitted to egress windows, subject to the stay being fitted with a release catch, which may be child resistant.

**Note 3:** Windows should be designed such that they will remain in the open position without needing to be held by a person making their escape.

### Provisions for escape from flats where the floor is not more than 4.5m above ground level

**2.10** The internal arrangement of flats (single or multi-storey) where no floor is more than 4.5m in height may either meet the provisions in paragraphs 2.11 to 2.12 or 2.13 to 2.18.

**Note:** Where a flat is accessed via the common parts of a block of flats it may be necessary to provide a protected entrance hall to meet the provisions of Paragraph 2.21 and Diagram 9.

#### Provisions for escape from the ground storey

**2.11** Except for kitchens, all habitable rooms in the ground storey should either:

- a. open directly onto a hall leading to the entrance or other suitable exit; or
- b. be provided with a window (or door) which complies with paragraph 2.9.

#### Provisions for escape from upper floors not more than 4.5m above ground level

**2.12** Except for kitchens, all habitable rooms in the upper storey(s) should be provided with:

- a. a window (or external door) which complies with paragraph 2.9; or
- b. in the case of a multi-storey flat, direct access to its own internal protected stairway leading to a final exit.

**Note:** A single window can be accepted to serve two rooms provided both rooms have their own access to the stairs. A communicating door between the rooms must be provided so that it is possible to gain access to the window without passing through the stair enclosure.

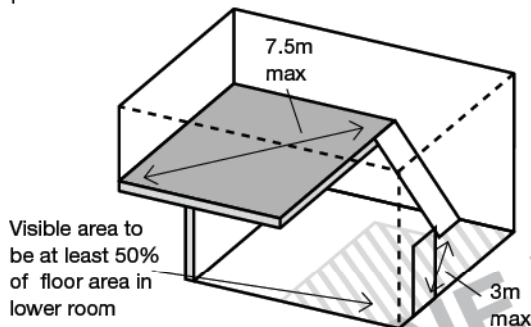
### Provisions for flats with a floor more than 4.5m above ground level

#### Internal planning of flats

**2.13** Three acceptable approaches (all of which should observe the restrictions concerning inner rooms given in paragraph 2.5) when planning a flat which has a floor at more than 4.5m above ground level are:

**Diagram 1 Gallery floors with no alternative exit**

See para 2.18



**Notes:**

- 1 This diagram does not apply where the gallery is:
  - i. provided with an alternative escape route; or
  - ii. provided with an emergency egress window (where the gallery floor is not more than 4.5m above ground level).
- 2 Any cooking facilities within a room containing a gallery should either:
  - i. be enclosed with fire-resisting construction; or
  - ii. be remote from the stair to the gallery and positioned such that they do not prejudice the escape from the gallery.

### Emergency egress windows and external doors

**2.9** Any window provided for emergency egress purposes should comply with the following conditions:

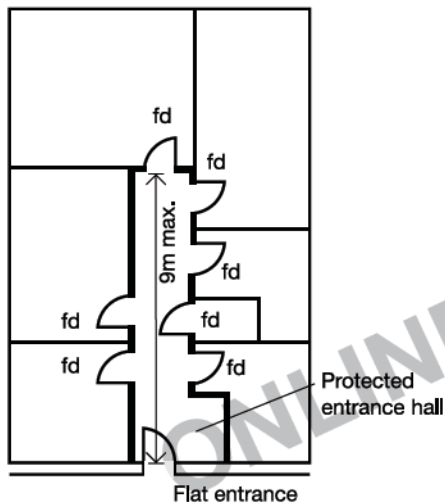
- a. the window should have an unobstructed openable area that is at least 0.33m<sup>2</sup> and at least 450mm high and 450mm wide (the route through the window may be at an angle rather than straight through). The bottom of the openable area should be not more than 1100mm above the floor; and
- b. the window should enable the person escaping to reach a place free from danger from fire.

## B1 MEANS OF ESCAPE FROM FLATS

- to provide a protected entrance hall which serves all habitable rooms, planned so that the travel distance from the entrance door to the door to any habitable room is 9m or less (see Diagram 2); or
- to plan the flat so that the travel distance from the entrance door to any point in any of the habitable rooms does not exceed 9m and the cooking facilities are remote from the entrance door and do not prejudice the escape route from any point in the flat (see Diagram 3); or
- to provide an alternative exit from the flat, complying with paragraph 2.14.

**Diagram 2 Flat where all habitable rooms have direct access to an entrance hall**

See para 2.13(a)



**Note:** Bathrooms need not have fire doors providing the bathroom is separated by fire-resisting construction from the adjacent rooms.

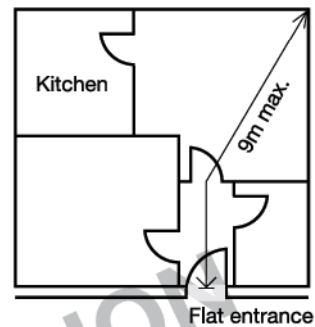
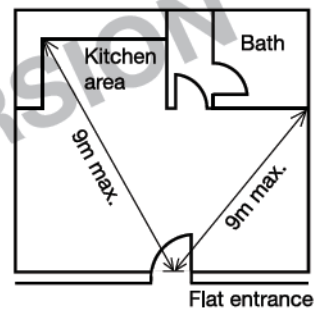
**Key**

fd Fire door

— 30 minute fire-resisting construction around entrance hall

**Diagram 3 Flat with restricted travel distance from furthest point to entrance**

See para 2.13(b)



**2.14** Where any flat has an alternative exit and the habitable rooms do not have direct access to the entrance hall (see Diagram 4):

- the bedrooms should be separated from the living accommodation by fire-resisting construction and fire door(s); and
- the alternative exit should be located in the part of the flat containing the bedroom(s).

**Internal planning of flats with more than one storey**

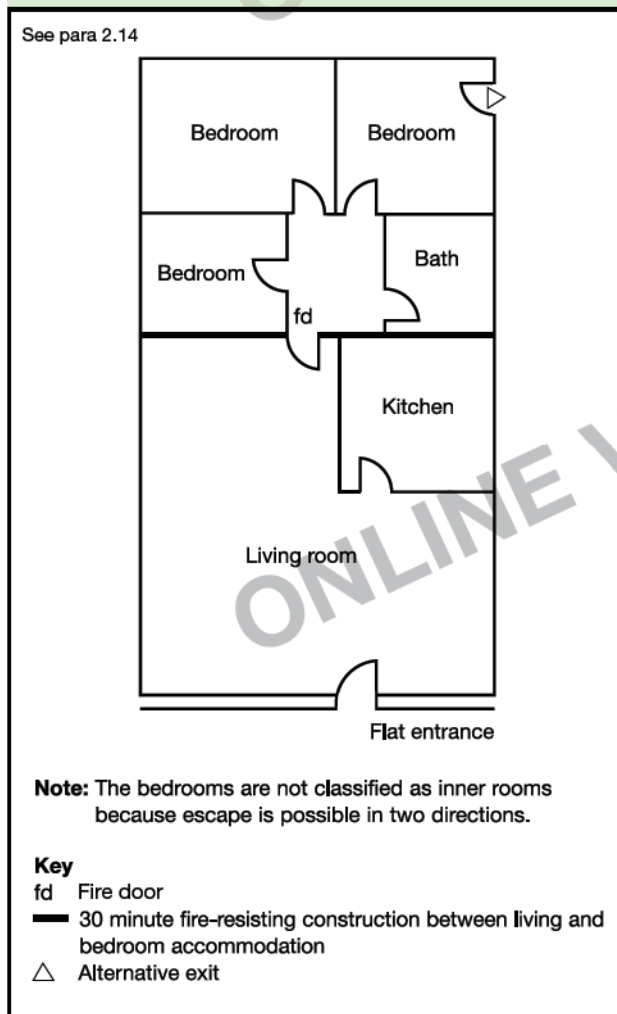
**2.15** A multi-storey flat with an independent external entrance at ground level is similar to a dwellinghouse and means of escape should be planned on the basis of paragraphs 2.11 or 2.12 depending on the height of the top storey above ground level.

**2.16** Four acceptable approaches to planning a multi-storey flat, which does not have its own external entrance at ground level but has a floor at more than 4.5m above ground level, are:

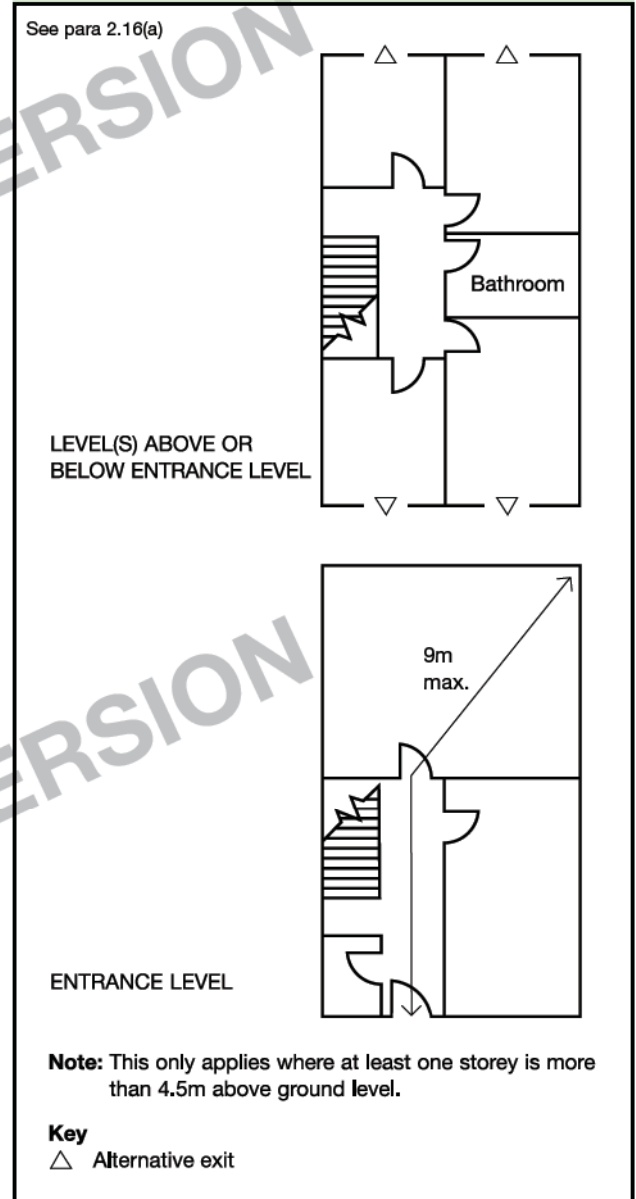
- to provide an alternative exit from each habitable room which is not on the entrance floor of the flat, (see Diagram 5); or
- to provide one alternative exit from each floor (other than the entrance floor), with a protected landing entered directly from all the habitable rooms on that floor, (see Diagram 6); or

- c. where the vertical distance between the floor of the entrance storey and the floors above and below it does not exceed 7.5m, to provide a protected stairway plus additional smoke alarms in all habitable rooms and a heat alarm in any kitchen; or
- d. to provide a protected stairway plus a sprinkler system in accordance paragraph 0.16 (smoke alarms should also be provided in accordance with paragraph 1.9).

**Diagram 4 Flat with an alternative exit, but where all habitable rooms have no direct access to an entrance hall**



**Diagram 5 Multi-storey flat with alternative exits from each habitable room, except at entrance level**



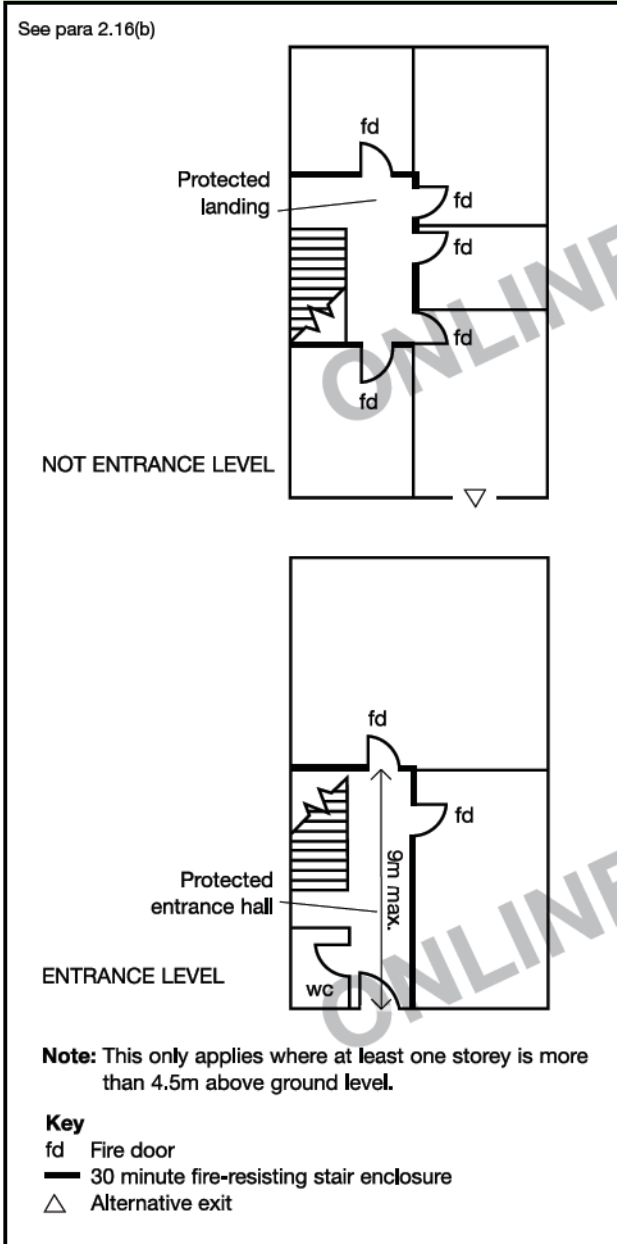
**Alternative exits**

**2.17** To be effective, an alternative exit from a flat should satisfy the following conditions:

- a. be remote from the main entrance door to the flat; and
- b. lead to a final exit or common stair by way of:
  - i. a door onto an access corridor, access lobby or common balcony; or
  - ii. an internal private stair leading to an access corridor, access lobby or common balcony at another level; or
  - iii. a door into a common stair; or
  - iv. a door onto an external stair; or
  - v. a door onto an escape route over a flat roof.

**Note:** Any such access to a final exit or common stair should meet the appropriate provisions dealing with means of escape in the common parts of the building (see paragraph 2.19).

**Diagram 6 Multi-storey flat with protected entrance hall and landing**



**Air circulation systems in flats with a protected stairway or entrance hall**

**2.18** Where ventilation ducts pass through compartment walls, then the guidance given paragraphs 5.46 to 5.53, 8.40 and 10.9 to 10.15 should be followed. Where an air circulation system circulates air only within an individual flat with an internal protected stairway or entrance hall the following precautions are needed to avoid the possibility of the system allowing smoke or fire to spread into the protected space.

- a. Transfer grilles should not be fitted in any wall, door, floor or ceiling enclosing a protected stairway or entrance hall;

- b. Any duct passing through through the enclosure to a protected stairway or entrance hall should of rigid steel construction and all joints between the ductwork and the enclosure should be fire-stopped,
- c. Ventilation ducts supplying or extracting air directly to or from a protected stairway or entrance hall, should not also serve other areas;
- d. Any system of mechanical ventilation which recirculates air and which serves both the stairway or entrance hall and other areas should be designed to shut down on the detection of smoke within the system; and
- e. A room thermostat for a ducted warm air heating system should be mounted in the living room at a height between 1370mm and 1830mm and its maximum setting should not exceed 27°C.

**Means of escape in the common parts of flats**

**2.19** The following paragraphs deal with means of escape from the entrance doors of flats to a final exit. They should be read in conjunction with the general provisions in Section 5.

**Note:** Paragraphs 2.20 to 2.51 are not applicable where the top floor is not more than 4.5m above ground level and the flats are designed in accordance with paragraphs 2.11 and 2.12. However, attention is drawn to the provisions in paragraph 0.29 regarding sheltered housing, Section 5 regarding general provisions, Section 8 (B3) regarding the provision of compartment walls and protected shafts and Section 16 (B5) regarding the provision of access for the Fire and Rescue Service.

**Number of escape routes**

**2.20** Every flat should have access to alternative escape routes so that a person confronted by the effects of an outbreak of fire in another flat can turn away from it and make a safe escape.

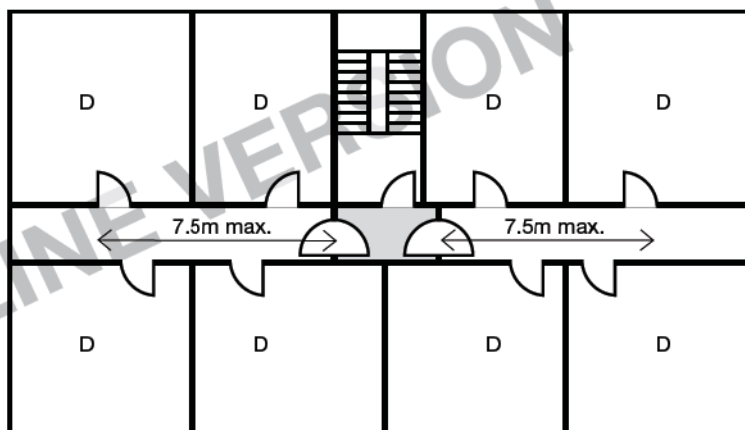
However, a single escape route from the flat entrance door is acceptable if either:

- a. the flat is situated in a storey served by a single common stair and:
  - i. every flat is separated from the common stair by a protected lobby or common corridor (see Diagram 7); and
  - ii. the travel distance limitations in Table 1 (see paragraph 2.23), on escape in one direction only, are observed; or
- b. alternatively the flat is situated in a dead end part of a common corridor served by two (or more) common stairs and the travel distance complies with the limitations in Table 1 on escape in one direction only (see Diagram 8).

## Diagram 7 Flats served by one common stair

See para 2.20(a) and 2.25

a. CORRIDOR ACCESS DWELLINGS

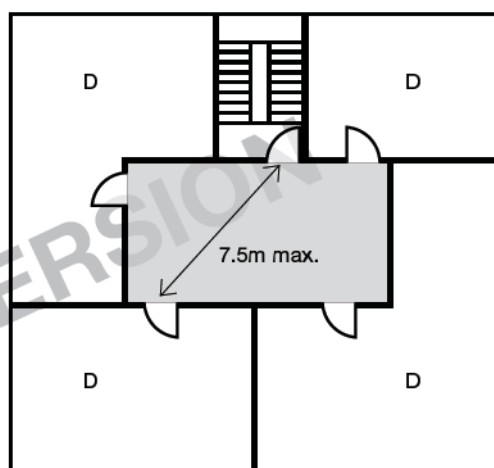
**Note:**

1. The arrangements shown also apply to the top storey.
2. See Diagram 9 for small single stair buildings.
3. All doors shown are fire doors.
4. Where travel distance is measured to a stair lobby, the lobby must not provide direct access to any storage room, flat or other space containing a potential fire hazard.

**Key**

- D Dwelling  
 Shaded area indicates zone where ventilation should be provided in accordance with paragraph 2.26 (An external wall vent or smoke shaft located anywhere in the shaded area)

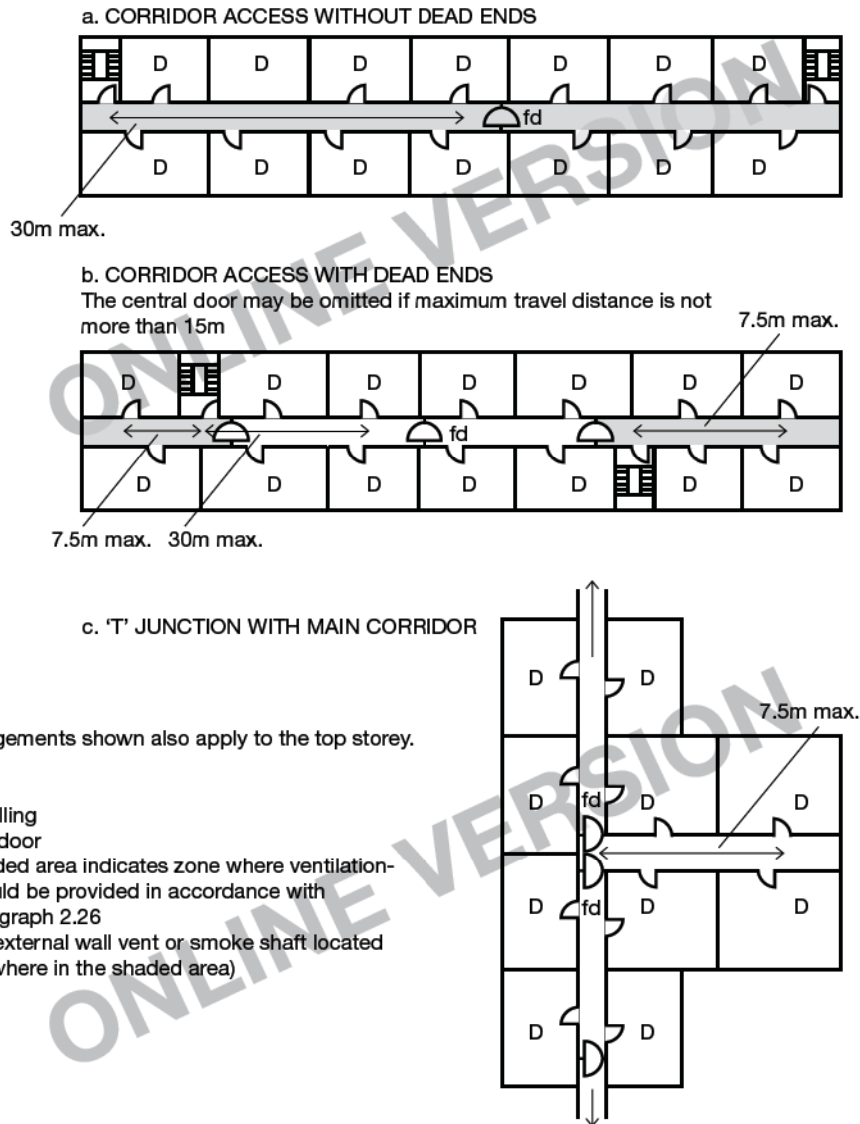
b. LOBBY ACCESS DWELLINGS





**Diagram 8 Flats served by more than one common stair**

See para 2.20(b) and 2.28



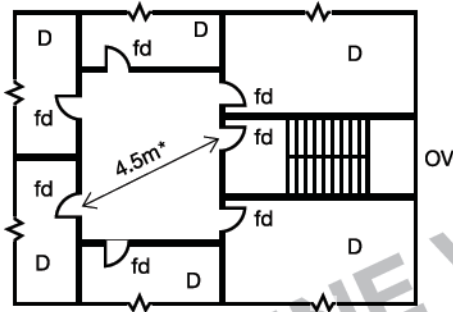
**Small single-stair buildings**

**2.21** The provisions in paragraph 2.20 may be modified and a single stair, protected in accordance with Diagram 9, may be used provided that:

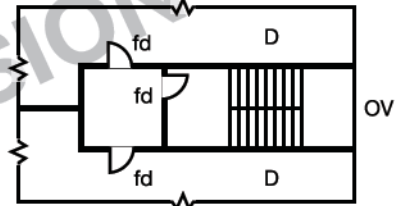
- a. the top floor of the building is no more than 11m above ground level;
- b. there are no more than 3 storeys above the ground level storey;
- c. the stair does not connect to a covered car park;
- d. the stair does not serve ancillary accommodation unless the ancillary accommodation is separated from the stair by a protected lobby, or protected corridor, which has not less than 0.4m<sup>2</sup> permanent ventilation or is protected from the ingress of smoke by a mechanical smoke control system; and
- e. a high level openable vent, for fire and rescue service, use is provided at each floor level with a minimum free area of 1m<sup>2</sup>. Alternatively, a single openable vent may be provided at the head of the stair which can be remotely operated from fire and rescue service access level.

Diagram 9 Common escape route in small single stair building

See para 2.21



a. SMALL SINGLE STAIR BUILDING  
\*If smoke control is provided in the lobby, the travel distance can be increased to 7.5m maximum (see Diagram 7, example b).



b. SMALL SINGLE STAIR BUILDING WITH NO MORE THAN 2 DWELLINGS PER STOREY  
The door between stair and lobby should be free from security fastenings.  
If the dwellings have protected entrance halls, the lobby between the common stair and dwelling entrance is not essential.

**Notes:**

1. The arrangements shown also apply to the top storey.
2. If the travel distance across the lobby in Diagram 9a exceeds 4.5m, Diagram 7 applies.
3. Where, in Diagram 9b, the lobby between the common stair and the dwelling is omitted in small single-stair buildings, an automatic opening vent with a geometric free area of at least 1.0m<sup>2</sup> is required at the top of the stair, to be operated on detection of smoke at any storey in the stair.

**Key**

- Fire-resisting construction
- OV Openable vent at high level for fire service use (1.0m<sup>2</sup> minimum free area) see paragraph 2.21e
- D Dwelling
- fd Fire door

**Flats with balcony or deck access**

**2.22** The provisions of paragraph 2.20 may also be modified in the case of flats with balcony or deck approach. Guidance on these forms of development is set out in clause 13 of BS 5588-1:1990.

**Table 1 Limitations on distance of travel in common areas of blocks of flats (see paragraph 2.23)**

Maximum distance of travel (m) from flat entrance door to common stair, or to stair lobby <sup>(4)</sup>

| Escape in one direction only | Escape in more than one direction |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 7.5m <sup>(1)(2)</sup>       | 30m <sup>(2)(3)</sup>             |

**Notes:**

1. Reduced to 4.5m in the case shown in Diagram 9.
2. Where all flats on a storey have independent alternative means of escape, the maximum distance of travel does not apply. However, see paragraph 16.3 (B5) which specifies Fire and Rescue Service access requirements.
3. For sheltered housing, see paragraph 0.29.
4. Where travel distance is measured to a stair lobby, the lobby must not provide direct access to any storage room, flat or other space containing a potential fire hazard.

**Planning of common escape routes**

**2.23** Escape routes in the common areas should comply with the limitations on travel distance in Table 1. However, there may be circumstances where some increase on these maximum figures will be reasonable.

Escape routes should be planned so that people do not have to pass through one stairway enclosure to reach another. However, it is acceptable to pass through a protected lobby of one stairway in order to reach another.

**Protection of common escape routes**

**2.24** To reduce the risk of a fire in a flat affecting the means of escape from other flats and common parts of the building, the common corridors should be protected corridors.

The wall between each flat and the corridor should be a compartment wall (see Section 8).

**Smoke control of common escape routes**

**2.25** Despite the provisions described in this Approved Document, it is probable that some smoke will get into a common corridor or lobby from a fire in a flat, if only because the entrance door will be opened when the occupants escape.

There should therefore be some means of ventilating the common corridors/lobbies to control smoke and so protect the common stairs. This offers additional protection to that provided by the fire doors to the stair. (The ventilation also affords some protection to the corridors/lobbies.)

This can be achieved by either natural means in accordance with paragraph 2.26 or by means of mechanical ventilation as described in paragraph 2.27.

### Smoke control of common escape routes by natural smoke ventilation

**2.26** In buildings, other than small ones complying with Diagram 9, the corridor or lobby adjoining the stair should be provided with a vent. The vent from the corridor/lobby should be located as high as practicable and such that the top edge is at least as high as the top of the door to the stair.

There should also be a vent, with a free area of at least 1.0m<sup>2</sup>, from the top storey of the stairway to the outside.

In single stair buildings the smoke vents on the fire floor and at the head of the stair should be actuated by means of smoke detectors in the common access space providing access to the flats. In buildings with more than one stair the smoke vents may be actuated manually (and accordingly smoke detection is not required for ventilation purposes). However, where manual actuation is used, the control system should be designed to ensure that the vent at the head of the stair will be opened either before, or at the same time, as the vent on the fire floor.

Vents should either:

- a. be located on an external wall with minimum free area of 1.5m<sup>2</sup> (see Appendix C); or
- b. discharge into a vertical smoke shaft (closed at the base) meeting the following criteria:
  - i. Minimum cross-sectional area 1.5m<sup>2</sup> (minimum dimension 0.85m in any direction), opening at roof level at least 0.5m above any surrounding structures within a horizontal distance of 2.0m. The shaft should extend at least 2.5m above the ceiling of the highest storey served by the shaft;
  - ii. The minimum free area of the vent from the corridor/lobby into the shaft and at the opening at the head of the shaft and at all internal locations within the shaft (e.g. safety grilles) should be at least 1.0m<sup>2</sup> (see Appendix C);
  - iii. The smoke shaft should be constructed from non-combustible material and all vents should have a fire/smoke resistance performance at least that of an E30S<sub>a</sub> fire door. The shaft should be vertical from base to head, with no more than 4m at an inclined angle (maximum 30°); and

- iv. On detection of smoke in the common corridor/lobby, the vent(s) on the fire floor, the vent at the top of the smoke shaft and to the stairway should all open simultaneously. The vents from the corridors/lobbies on all other storeys should remain closed.

### Smoke control of common escape routes by mechanical ventilation

**2.27** As an alternative to the natural ventilation provisions in paragraph 2.26, mechanical ventilation to the stair and/or corridor/lobby may be provided to protect the stair(s) from smoke. Guidance on the design of smoke control systems using pressure differentials is available in BS EN 12101-6:2005.

### Sub-division of common escape routes

**2.28** A common corridor that connects two or more storey exits should be sub-divided by a self-closing fire door with, if necessary, any associated fire-resisting screen (see Diagram 8). The door(s) should be positioned so that smoke will not affect access to more than one stairway.

**2.29** A dead-end portion of a common corridor should be separated from the rest of the corridor by a self-closing fire door with, if necessary, any associated fire-resisting screen (see Diagram 7a and Diagram 8b and 8c).

### Ancillary accommodation, etc.

**2.30** Stores and other ancillary accommodation should not be located within, or entered from, any protected lobby or protected corridor forming part of the only common escape route from a flat on the same storey as that ancillary accommodation.

Reference should be made to paragraphs 5.54 to 5.57 for special provisions for refuse chutes and storage areas.

### Escape routes over flat roofs

**2.31** If more than one escape route is available from a storey, or part of a building, one of those routes may be by way of a flat roof provided that it complies with the provisions in paragraph 5.35.

**Note:** Access to designs described in paragraph 2.48 may also be via a flat roof if the route over the roof complies with the provisions in paragraph 5.35.

## Common stairs

### Number of common stairs

**2.32** As explained in paragraph 2.19 and paragraph 2.20 a single common stair can be acceptable in some cases, but otherwise there should be access to more than one common stair for escape purposes.

**Width of common stairs**

**2.33** A stair of acceptable width for everyday use will be sufficient for escape purposes, but if it is also a firefighting stair, it should be at least 1100mm wide (see Appendix C for measurement of width).

**Protection of common stairs**

**2.34** Common stairs need to have a satisfactory standard of fire protection if they are to fulfil their role as areas of relative safety during a fire evacuation. The provisions in paragraphs 2.35 to 2.46 should be followed.

**2.35** Stairs provide a potential route for fire spread from floor to floor. In Section 7 under the requirement of B3 to inhibit internal fire spread, there is guidance on the enclosure of stairs to avoid this. A stair may also serve as a firefighting stair in accordance with the requirement B5, in which case account will have to be taken of the guidance in Section 17.

**Enclosure of common stairs**

**2.36** Every common stair should be situated within a fire-resisting enclosure (i.e. it should be a protected stairway), to reduce the risk of smoke and heat making use of the stair hazardous.

**2.37** The appropriate level of fire resistance is given in Appendix A, Tables A1 and A2.

**Exits from protected stairways**

**2.38** Every protected stairway should discharge:

- directly to a final exit; or
- by way of a protected exit passageway to a final exit.

**Note:** Any such protected exit passageway should have the same standard of fire resistance and lobby protection as the stairway it serves.

**Separation of adjoining protected stairways**

**2.39** Where two protected stairways (or exit passageways leading to different final exits) are adjacent, they should be separated by an imperforate enclosure.

**Use of space within protected stairways**

**2.40** A protected stairway needs to be relatively free of potential sources of fire. Consequently, it should not be used for anything else, except a lift well or electricity meter(s). There are other provisions for lifts in paragraphs 5.39 to 5.45. In single stair buildings, meters located within the stairway should be enclosed within a secure cupboard which is separated from the escape route with fire-resisting construction.

**Fire resistance and openings in external walls of protected stairways**

**2.41** The external enclosures to protected stairways should meet the provisions in paragraph 5.24.

**Gas service and installation pipes in protected stairways**

**2.42** Gas service and installation pipes or associated meters should not be incorporated within a protected stairway unless the gas installation is in accordance with the requirements for installation and connection set out in the Pipelines Safety Regulations 1996, SI 1996 No 825 and the Gas Safety (Installation and Use) Regulations 1998 SI 1998 No 2451 (see also paragraph 8.40).

**Basement stairs**

**2.43** Because of their situation, basement stairways are more likely to be filled with smoke and heat than stairs in ground and upper storeys.

Special measures are therefore needed in order to prevent a basement fire endangering upper storeys. These are set out in the following two paragraphs.

**2.44** If an escape stair forms part of the only escape route from an upper storey of a building (or part of a building) which is not a small building (see paragraph 2.20), it should not be continued down to serve any basement storey. The basement should be served by a separate stair.

**2.45** If there is more than one escape stair from an upper storey of a building (or part of a building), only one of the stairs serving the upper storeys of the building (or part) need be terminated at ground level. Other stairs may connect with the basement storey(s) if there is a protected lobby or a protected corridor between the stair(s) and accommodation at each basement level.

**Stairs serving accommodation ancillary to flats**

**2.46** Except in small buildings described in paragraph 2.21, where a common stair forms part of the only escape route from a flat, it should not also serve any covered car park, boiler room, fuel storage space or other ancillary accommodation of similar fire risk.

**2.47** Any common stair which does not form part of the only escape route from a flat may also serve ancillary accommodation if it is separated from the ancillary accommodation by a protected lobby or a protected corridor.

If the stair serves an enclosed (non open-sided) car park, or place of special fire hazard, the lobby or corridor should have not less than 0.4m<sup>2</sup> permanent ventilation or be protected from the ingress of smoke by a mechanical smoke control system.

**External escape stairs**

**2.48** If the building (or part of the building) is served by a single access stair, that stair may be external if it:

- serves a floor not more than 6m above the ground level; and
- meets the provisions in paragraph 5.25.

**2.49** Where more than one escape route is available from a storey (or part of a building), some of the escape routes from that storey or part of the building may be by way of an external escape stair, provided that there is at least one internal escape stair from every part of each storey (excluding plant areas) and the external stair(s):

- a. serves a floor not more than 6m above either the ground level or a roof or podium which is itself served by an independent protected stairway; and
- b. meets the provisions in paragraph 5.25.

### Flats in mixed use buildings

**2.50** In buildings with not more than three storeys above the ground storey, stairs may serve both flats and other occupancies, provided that the stairs are separated from each occupancy by protected lobbies at all levels.

**2.51** In buildings with more than three storeys above the ground storey, stairs may serve both flats and other occupancies provided that:

- a. the flat is ancillary to the main use of the building and is provided with an independent alternative escape route;
- b. the stair is separated from any other occupancies on the lower storeys by protected lobbies (at those storey levels);

**Note:** The stair enclosure should have at least the same standard of fire resistance as stipulated in Table A2 for the elements of structure of the building (and take account of any additional provisions in Section 17 if it is a firefighting stair).

- c. any automatic fire detection and alarm system with which the main part of the building is fitted also covers the flat;
- d. any security measures should not prevent escape at all material times.

**Note:** Additional measures, including increased periods of fire resistance may be required between the flat and any storage area where fuels such as petrol and LPG are present.

### Live/work units

**2.52** Where a flat is intended to serve as a workplace for its occupants and for persons who do not live on the premises, the following additional fire precautions will be necessary:

- a. The maximum travel distance to the flat entrance door or an alternative means of escape (not a window) from any part of the working area should not exceed 18m; and
- b. Any windowless accommodation should have escape lighting which illuminates the route if the main supply fails. Standards for the installation of a system of escape lighting are given in BS 5266-1:2005.

**Note:** Where the unit is so large that the travel distance in a. cannot be met then the assumptions set out in paragraph 2.3 may no longer be valid. In such circumstances the design of the building should be considered on a case by case basis.

## Appendix B: Fire doors

1. All fire doors should have the appropriate performance given in Table B1 either:
  - a. by their performance under test to BS 476 *Fire tests on building materials and structures, Part 22 Methods for determination of the fire resistance of non-loadbearing elements of construction*, in terms of integrity for a period of minutes, e.g. FD30. A suffix (S) is added for doors where restricted smoke leakage at ambient temperatures is needed; or
  - b. as determined with reference to Commission Decision 2000/367/EC of 3rd May 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the resistance to fire performance of construction products, construction works and parts thereof. All fire doors should be classified in accordance with BS EN 13501-2:xxxx, *Fire classification of construction products and building elements. Classification using data from fire resistance tests (excluding products for use in ventilation systems)*. They are tested to the relevant European method from the following:
    - BS EN 1634-1:2000, *Fire resistance tests for door and shutter assemblies. Fire doors and shutters*;
    - BS EN 1634-2:xxxx *Fire resistance tests for door and shutter assemblies. Fire door hardware*;
    - BS EN 1634-3:2001 *Fire resistance tests for door and shutter assemblies. Smoke control doors*.

The performance requirement is in terms of integrity (E) for a period of minutes. An additional classification of Sa is used for all doors where restricted smoke leakage at ambient temperatures is needed.

The requirement (in either case) is for test exposure from each side of the door separately, except in the case of lift doors which are tested from the landing side only.

Any test evidence used to substantiate the fire resistance rating of a door or shutter should be carefully checked to ensure that it adequately demonstrates compliance and is applicable to the **complete installed assembly**. Small differences in detail (such as glazing apertures, intumescent strips, door frames and ironmongery etc) may significantly affect the rating.

**Note 1:** The designation of xxxx is used for standards that are not yet published. The latest version of any standard may be used provided that it continues to address the relevant requirements of the Regulations.

**Note 2:** Until such time that the relevant harmonised product standards are published, for the purposes of meeting the Building

Regulations, products tested in accordance with BS EN 1634-1 (with or without pre-fire test mechanical conditioning) will be deemed to have satisfied the provisions provided that they achieve the minimum fire resistance in terms of integrity, as detailed in Table B1.

2. All fire doors should be fitted with a self-closing device except for fire doors to cupboards and to service ducts which are normally kept locked shut and fire doors within flats (self-closing devices are still necessary on flat entrance doors).

**Note:** All rolling shutters should be capable of being opened and closed manually for firefighting purposes (see Section 17, paragraph 17.15).

3. Where a self-closing device would be considered a hindrance to the normal approved use of the building, self-closing fire doors may be held open by:
  - a. a fusible link (but not if the door is fitted in an opening provided as a means of escape unless it complies with paragraph 4 below); or
  - b. an automatic release mechanism actuated by an automatic fire detection and alarm system; or
  - c. a door closer delay device.
4. Two fire doors may be fitted in the same opening so that the total fire resistance is the sum of their individual fire resistances, provided that each door is capable of closing the opening. In such a case, if the opening is provided as a means of escape, both doors should be self-closing, but one of them may be fitted with an automatic self-closing device and be held open by a fusible link if the other door is capable of being easily opened by hand and has at least 30 minutes fire resistance.

5. Because fire doors often do not provide any significant insulation, there should be some limitation on the proportion of doorway openings in compartment walls. Therefore no more than 25% of the length of a compartment wall should consist of door openings, unless the doors provide both integrity and insulation to the appropriate level (see Appendix A, Table A2).

**Note: Where it is practicable to maintain a clear space on both sides of the doorway, then the above percentage may be greater.**

6. Roller shutters across a means of escape should only be released by a heat sensor, such as a fusible link or electric heat detector, in the immediate vicinity of the door. Closure of shutters in such locations should not be initiated by smoke detectors or a fire alarm system, **unless** the shutter is also intended to partially descend to form part of a boundary to a smoke reservoir.

7. Unless shown to be satisfactory when tested as part of a fire door assembly, the essential components of any hinge on which a fire door is hung should be made entirely from materials having a melting point of at least 800°C.

8. Except for doors identified in paragraph 9 below, all fire doors should be marked with the appropriate fire safety sign complying with BS 5499-5:2002 according to whether the door is:

- a. to be kept closed when not in use (Fire door keep shut);
- b. to be kept locked when not in use (Fire door keep locked shut); or
- c. held open by an automatic release mechanism or free swing device (Automatic fire door keep clear).

Fire doors to cupboards and to service ducts should be marked on the outside; all other fire doors on both sides.

9. The following fire doors are not required to comply with paragraph 8 above:

- a. doors to and within flats;
- b. bedroom doors in 'Other-residential' premises; and
- c. lift entrance/landing doors.

10. Tables A1 and A2 set out the minimum periods of fire resistance for the elements of structure to which performance of some doors is linked. Table A4 sets out limitations on the use of uninsulated glazing in fire doors.

11. BS 8214:1990 gives recommendations for the specification, design, construction, installation and maintenance of fire doors constructed with non-metallic door leaves.

Guidance on timber fire-resisting doorsets, in relation to the new European test standard, may be found in *Timber Fire-Resisting Doorsets: maintaining performance under the new European test standard* published by TRADA.

Guidance for metal doors is given in *Code of practice for fire-resisting metal doorsets* published by the DSMA (Door and Shutter Manufacturers' Association) in 1999.

12. Hardware used on fire doors can significantly affect performance in fire. Notwithstanding the guidance in this Approved Document, guidance is available in *Hardware for fire and escape doors* published by the Builders Hardware Industry Federation and Guild of Architectural Ironmongers.

**Table B1 Provisions for fire doors**

| Position of door   | Minimum fire resistance of door in terms of integrity (minutes) when tested to BS 476-22 <sup>(1)</sup>                           | Minimum fire resistance of door in terms of integrity (minutes) when tested to the relevant European standard <sup>(3)</sup>                  |
|--|---|---|
| 1. In a compartment wall separating buildings  | As for the wall in which the door is fitted, but a minimum of 60  | As for the wall in which the door is fitted, but a minimum of 60  |
| 2. In a compartment wall:  |   |   |
| a. If it separates a flat from a space in common use;  | FD 30S <sup>(2)</sup>   | E30 Sa <sup>(2)</sup>   |
| b. Enclosing a protected shaft forming a stairway situated wholly or partly above the adjoining ground in a building used for Flats, Other Residential, Assembly and Recreation, or Office purposes; | FD 30S <sup>(2)</sup>   | E30 Sa <sup>(2)</sup>   |
| c. enclosing a protected shaft forming a stairway not described in (b) above;  | Half the period of fire resistance of the wall in which it is fitted, but 30 minimum and with suffix S <sup>(2)</sup>             | Half the period of fire resistance of the wall in which it is fitted, but 30 minimum and with suffix Sa <sup>(2)</sup>                        |
| d. enclosing a protected shaft forming a lift or service shaft;  | Half the period of fire resistance of the wall in which it is fitted, but 30 minimum  | Half the period of fire resistance of the wall in which it is fitted, but 30 minimum  |
| e. not described in (a), (b), (c) or (d) above.  | As for the wall it is fitted in, but add S (2) if the door is used for progressive horizontal evacuation under the guidance to B1 | As for the wall it is fitted in, but add Sa <sup>(2)</sup> if the door is used for progressive horizontal evacuation under the guidance to B1 |
| 3. In a compartment floor  | As for the floor in which it is fitted  | As for the floor in which it is fitted  |
| 4. Forming part of the enclosures of:  |   |   |
| a. a protected stairway (except as described in item 9) ; or   | FD 30S <sup>(2)</sup>   | E30 Sa <sup>(2)</sup>   |
| b. a lift shaft (see paragraph 5.42b); which does not form a protected shaft in 2(b), (c) or (d) above.  | FD 30   | E30   |
| 5. Forming part of the enclosure of:   |   |   |
| a. a protected lobby approach (or protected corridor) to a stairway;   | FD 30S <sup>(2)</sup>   | E30 Sa <sup>(2)</sup>   |
| b. any other protected corridor; or  | FD 20S <sup>(2)</sup>   | E20 Sa <sup>(2)</sup>   |
| c. a protected lobby approach to a lift shaft (see paragraph 5.42)   | FD 30S <sup>(2)</sup>   | E30 Sa <sup>(2)</sup>   |
| 6. Affording access to an external escape route  | FD 30   | E30   |
| 7. Sub-dividing:   |   |   |
| a. corridors connecting alternative exits;   | FD 20S <sup>(2)</sup>   | E20 Sa <sup>(2)</sup>   |
| b. dead-end portions of corridors from the remainder of the corridor   | FD 20S <sup>(2)</sup>   | E20 Sa <sup>(2)</sup>   |
| 8. Any door within a cavity barrier  | FD 30   | E30   |
| 9. Any door forming part of the enclosure to a protected entrance hall or protected landing in a flat;   | FD 20   | E20   |
| 10. Any door forming part of the enclosure   |   |   |
| a. to a place of special fire risk   | FD30  | E30   |
| b. to ancillary accommodation in care homes (see paragraph 3.50).  | FD30  | E30   |

**Note:**

- To BS 476-22 (or BS 476-8 subject to paragraph 5 in Appendix A).
- Unless pressurization techniques complying with BS EN 12101-6:2005 Smoke and heat control systems – Part 6: Specification for pressure differential systems – Kits are used, these doors should also either:
  - have a leakage rate not exceeding 3m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hour (head and jambs only) when tested at 25 Pa under BS 476 *Fire tests on building materials and structures*, Section 31.1 *Methods for measuring smoke penetration through doorsets and shutter assemblies, Method of measurement under ambient temperature conditions*; or
  - meet the additional classification requirement of Sa when tested to BS EN 1634-3:2001 *Fire resistance tests for door and shutter assemblies*, Part 3 – *Smoke control doors*.
- The National classifications do not automatically equate with the equivalent classifications in the European column, therefore products cannot typically assume a European class unless they have been tested accordingly.



**Bijlage 4.2 Zweden**

## 5 SAFETY IN CASE OF FIRE

This section contains mandatory provisions and general recommendations pursuant to Chapter 3 Section 15 and Chapter 9 Section 1 of PBL and Section 4 of BVF. Further mandatory provisions and General recommendations regarding the load-bearing capacity of buildings in case of fire are given in the Board's Design Regulations, BKR. (BFS 1998:38)

### 5:1<sup>12</sup> General

Further fire protection measures may be required in addition to the requirements set out in this section (*Section 5*) if action by the rescue service cannot be expected within the normal attendance time and if such action is essential in order that

- escape from the building may be possible as intended, or
- the spread of fire to nearby buildings may be limited.

(BFS 2002:19)

### 5:11 Alternative design (BFS 1995:17)

Fire protection may be designed in a way different from that specified in this section (*Section 5*) if it is shown by a special investigation that the total fire protection of the building will not be inferior to that which would obtain if all the requirements specified in the section had been complied with. (BFS 1995:17)

General recommendation:

Such an alternative design may for instance be applied if the building is provided with fire protection installations *in addition* to those which follow from the requirements specified in this section. The special investigation shall be documented in the fire protection documentation in accordance with Subsection 5:12. (BFS 1995:17)

### 5:12 Documentation

Fire protection documentation shall be drawn up. This shall set out the conditions on which fire protection is to be based and the design of the fire protection. (BFS 1995:17)

General recommendation:

The documentation should set out the fire resistance classes of the building and its components, compartmentation, escape strategy, the function of the air handling installation in the event of fire and where relevant a description of fire engineering installations, and control and maintenance schedule. (BFS 1995:17)

---

<sup>12</sup> Latest wording BFS 2002:19. The amendment means that the last paragraph of the mandatory provisions is withdrawn

### 5:13<sup>13</sup> Analytic design (*BFS 2002:19*)

Analytic design and, where relevant, an associated risk analysis shall verify the fire safety and the evacuation safety in buildings where fire may cause great risk of human injury. Analytic design may be calculations, testing or special tests designed for the individual project or combinations of these.

If design of fire protection is based on calculations, calculations shall be based on carefully selected design values and shall be performed in accordance with a model which gives a satisfactory description of the problem at hand. The calculation models selected shall be stated. (*BFS 2002:19*)

General recommendation:

Buildings for which a fire may cause a great risk of human injury are large complex buildings or buildings where a great number of people may congregate. Examples of such buildings are buildings with more than 16 storeys, buildings with certain types of assembly halls or institutional buildings, and complex buildings below ground. (*BFS 2002:19*)

The uncertainty in the selected input data may be illustrated by means of sensitivity analyses. (*BFS 1995:17*)

### 5:14 Control of design for escape

In buildings where there is a high risk of injury to persons, design for escape by calculation may be used only if the correctness of the calculation can be demonstrated by design control.

General recommendation:

The term design control refers to control of design assumptions, construction documents and calculations.

This control should be undertaken by a person who has not previously been involved in the project. (*BFS 1998:38*)

## 5:2<sup>14</sup> Fire resistance classes and other conditions

General recommendation:

Methods for the verification of fire properties in different classes are given in the Board's advisory publication No 1993:2, *Guidelines for type approval, Fire protection, edition 2*. (*BFS 1998:38*)

In the standard for classification of material properties and surface finishes, SS-EN 13501-1 (1), methods are given for the verification of common European fire resistance classes. Where a European class has been introduced the corresponding Swedish class is given within brackets. In cases where a harmonised European specification exists, the Swedish class cannot be used

---

<sup>13</sup> Latest wording BFS 1995:17.

<sup>14</sup> kolla BBR sid 33

after the transitional period given in the specification for type approval of these products. In the Board's series of mandatory provisions, TEK, the European technical specifications that have been published are listed and, where relevant, the associated advisory publication from the Board. (*BFS 2002:19*)

## 5:21<sup>15</sup> Buildings

A building shall be constructed to Class Br1, Br2 or Br3. Classification shall take account of factors which affect the possibility of escape and the risk of injury to persons in the event that the building collapses. The possibility of escape shall be assessed in view of the height and volume of the building and the activity which shall be carried out in the building, and of the number of persons who are expected to be in the building at the same time and the likelihood that these persons can reach safety on their own.

A building where a fire entails a high risk of injury to persons shall be constructed to Class Br1. In such buildings the most stringent requirements are imposed on e.g. finishes and on load-bearing and separating structures. A building where a fire may entail a moderate risk of injury to persons shall be constructed to Class Br2. Other buildings may be constructed to Class Br3.

General recommendation:

Buildings of *three or more storeys* should be constructed to Class Br1.

The following buildings of *two storeys* should be constructed to Class Br1:

- Buildings containing sleeping accommodation for persons who cannot be expected to have good knowledge of the premises.
- Buildings intended for persons not very likely to reach safety on their own.
- Buildings with places of assembly situated on the second storey.

The following buildings of *two storeys* should be constructed to not less than Class Br2:

- Buildings intended for more than two flats and in which habitable rooms or workrooms are situated on the attic storey.
- Buildings with places of assembly at ground level.
- Buildings which have a building area greater than 200 m<sup>2</sup> and which are not divided into units not exceeding this size by compartment walls constructed to not less than Class REI 60-M (see Subsection 5:221). (*BFS 2002:19*)

The following buildings of *one storey* should be constructed to not less than Class Br2:

- Institutional buildings except nursery schools and similar.
- Buildings with places of assembly at or below ground level. (*BFS 2002:19*)

|| 15 Latest wording BFS 1998:38. **The amendment means .....**

## 5:22 Structural elements, materials, claddings and surface finishes

### 5:221 Class designations

Depending on their function, structural and non-structural elements are assigned in this statute to the following classes:

- R loadbearing capacity
  - RE loadbearing capacity and integrity
  - REI loadbearing capacity, integrity and insulation
  - E integrity
  - EI integrity and insulation
- 
- The above designations are followed by digits specifying the time requirement, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 or 360 minutes.
  - The classes may be combined with an additional designation:
  - M where special consideration must be given to mechanical action
  - C for doors with an automatic closing device.

General recommendation:

Examples of class designations are: R 120, RE 60, REI 30, EI 60-C and REI 60-M.

The following class designations are used in addition for material, claddings and surface finishes. In cases where common European classes are introduced the corresponding class designations former in use are given within brackets.

- A1, A2 (non-combustible material) and B, C, D, E (combustible material, surface finish of Class I, II and III)
- Material of low ignitability, i.e. combustible material which complies with certain requirements.

Class A1 has the highest requirements and cannot be combined with any of the additional classes. Classes A2, B, C, and D are always combined with one of the following additional classes:

- s1 the building element may only emit a very limited amount of fire gases.
- s2 the building element may emit a limited amount of fire gases.
- s3 no requirement on limitation of fire gases.
- d0 burning drops or particles may not be emitted from the building element.
- d1 burning drops or particles may be emitted in a limited amount.
- d2 no requirement regarding burning drops or particles.

Class E has the lowest requirement and can only be combined with d2. A plain E implies that a certain requirement for burning drops or particles is met.

General recommendation:

Examples of class designations are: A1 (non-combustible material), A2-s1,d0 (non-combustible material), B-s1,d0 (Class I), C-s2,d0 (Class II), D-s2,d0 (Class III), E.

Floor covering A<sub>1fl</sub>, A<sub>2fl</sub>, B<sub>fl</sub>, C<sub>fl</sub>, D<sub>fl</sub>, E<sub>fl</sub> (non-combustible flooring and Class G).

Class A<sub>1fl</sub> has the highest requirement and cannot be combined with any of the additional classes. Classes A<sub>2fl</sub>, B<sub>fl</sub>, C<sub>fl</sub>, and D<sub>fl</sub> are always combined with one of the following additional classes:

- s1 floor coverings may emit a limited amount of fire gases.
- s2 no requirement on limitation of fire gases

Class E<sub>fl</sub> is the lowest class and is not combined with any of the additional classes.

General recommendation:

Examples of class designations are: A<sub>1fl</sub> (non-combustible flooring), C<sub>fl</sub>-s1 (Class G), D<sub>fl</sub>-s1 (Class G).

- Pipe insulation of Class P I, P II or P III.
- Roof covering of Class T.
- Fire protection cladding.

In order to meet the requirements and be permitted to be used in the individual project, the class designations of the products and the relevant additional designations shall at least correspond to the requirements given in this statute. (BFS 2002:19)

## 5:222 Separation to a certain fire resistance class

The term *separation to a certain fire resistance class* refers to separation by means of floors and walls – inclusive of openings for services and similar and junctions with adjoining structural and non-structural elements – which comply with the requirements regarding separation specified for the class concerned. Doors and windows in structural and non-structural elements with a separating function may in certain cases be constructed to a lower class.

## 5:23 Other general conditions

### 5:231 Lobby and protected lobby

A *lobby* is a room which constitutes the communication between spaces subject to special requirements regarding the spread of fire and combustible and noxious gases. A lobby shall be so large that it is not necessary for more than one door at a time to be opened by persons passing through. If the lobby forms part of the boundary between fire compartments, the door subject to fire resistance classification shall be self closing.

A *protected lobby* is a room which constitutes the communication between spaces subject to particularly stringent requirements regarding the risk of the spread of fire and fire gases. A protected lobby shall be separated from adjoining spaces by construction to not less than Class EI 60. The protected lobby shall be so large that it is not necessary for more than one door at a time to be opened by persons passing through. (BFS 2002:19)

General recommendation:

The ceiling and walls of the protected lobby should be constructed to not less than Class B-s1,d0, (Class I) attached to material of Class A2-s1,d0 (non-combustible material) or fire protection cladding. The floor covering should be of not less than Class C<sub>fl</sub>-s1 (Class G). The protected lobby should have doors of Class EI 60-C. (BFS 2002:19)

### 5:232 Fire compartment

The term *fire compartment* refers to a part of a building separated from other parts of the building, inside which it is possible for fire, *during a prescribed least period of time*, to develop without spreading to other parts of the building. The fire compartment shall be separated from the rest of the building, by enclosing walls and floor or in some other way, so that escape from the building is secured and so that persons in adjoining fire compartments or buildings are protected during the prescribed period of time.

The structures enclosing the fire compartment may comprise structural or non-structural elements with a lower fire resistance than that corresponding to the prescribed time if spread of fire in conjunction with these elements can be prevented by e.g. the action of the rescue service.

### 5:233 Escape routes

An *escape route* shall be an exit directly to a street or similar or an exit to a terrace, courtyard etc from which a street or similar space can be reached easily. An escape route may also be a space in a building which leads from a fire compartment to such an exit.

General recommendation:

An escape route may comprise communication routes such as corridors or stairs within their own fire compartment, access balconies and similar spaces outdoors.

### 5:234 Firemen's lift

The term *firemen's lift* refers to a lift which, in the event of fire, can be used only by rescue service personnel for fire fighting and escape.

## 5:24 Certain premises and activities

### 5:241 Places of assembly

The term *place of assembly* refers to any premises or group of premises in a fire compartment in which a large number of persons who do not have full knowledge of the premises may be present.

General recommendation:

A place of assembly is stipulated to accommodate more than 150 persons and to be used as e.g. an auditorium, cinema, church, restaurant, sports hall, or for theatrical performances, concerts, dances, studies, recreational activity, or as a department store or other premises for retail trade.

### 5:242 Institutional buildings

The term *institutional buildings* refers to buildings for medical care and social welfare and the care of persons with impaired function. Day care centres for families shall however be subject to the regulations relating to dwellings.

General recommendation:

Examples of institutional buildings are hospitals, nursing homes, care institutions and old people's homes other than those referred to in Subsection 5:243, as well as nursery schools and similar installations.

### 5:243 Alternative forms of dwelling

The term *alternative forms of dwelling* refers, in this Section (*Section 5*), to such special forms of dwelling *on one storey* for the elderly and for persons with functional impairment who are not confined to bed or physically disabled, in which the number of patients or occupants, in addition to the personnel, is *not more than eight in the same fire compartment*.

General recommendation:

Examples of alternative forms of dwelling are sheltered housing, group dwellings for the mentally retarded, mentally ill or senile, and similar installations such as nursing homes for the care and rehabilitation of patients who are not confined to bed or physically disabled.

### 5:244<sup>16</sup> Premises for activity which presents a fire hazard

The term *premises for activity which presents a fire hazard* refers to premises where the activity is such that there is a special risk of the outbreak of fire.

General recommendation:

There is a special risk of the outbreak of fire in e.g. premises where the manufacture, processing and storage of readily ignitable materials takes place other than to a slight extent, or in premises which are designated as *premises presenting a fire hazard* in accordance with the Swedish Regulations for the Design and Maintenance of Electrical Installations ELSÄK-FS 1999:5 of the Electrical Safety Agency. (*BFS 2002:19*)

<sup>16</sup> Latest wording BFS 1995:17. **The amendment means .....**



## 5:3 Escape in the event of fire

### 5:31 General

Buildings shall be designed so that *satisfactory escape* can be effected in the event of fire. Special attention shall be paid to the risk that persons may be injured by the fall of structural or non-structural elements or due to falls and congestion, and to the risk that persons may be trapped in recesses or dead ends.

General recommendation:

Satisfactory escape implies either complete evacuation of all persons who are present in a building or – as may arise in e.g. institutional buildings or very tall buildings – escape by persons who are in the part of the building directly affected by the fire to a place of safety inside the building. In the latter case it must be possible for protection against heat and toxic gases to be provided during an entire fire sequence or at least during the time which in the most unfavourable instance is required for a fire under the conditions in question to be completely extinguished.

Examples of methods for the design of escape routes are given in the Board's Report No 1994:10, *Design for escape*.  
(BFS 1995:17)

### 5:311 Access to escape routes

Dwellings or premises other than those referred to in Subsection 5:313 where persons are present other than occasionally shall be provided with not less than two mutually independent escape routes. If the dwelling or premises have more than one storey, at least one escape route shall be provided on each storey.

General recommendation:

One of the escape routes from a set of premises may be in the form of passage to an escape route through another set of premises, if satisfactory escape can be secured and if the space is accessible without a key or some other implement. This does not however apply if the other escape routes consist only of windows or balconies.

A corridor inside its own fire compartment, an access balcony or similar in direct communication with the dwelling or premises which it serves may – with the exception of places of assembly – constitute a common portion of otherwise separate escape routes.

In a building of more than eight but not more than sixteen storeys, each dwelling and premises shall have access at least to one Tr2 stairway. In a building of more than sixteen storeys, each dwelling and premises shall have access at least to one Tr1 stairway, while other stairways shall be at least Tr2 stairways.

### 5:312 Windows as escape routes

In dwellings – but not in alternative forms of dwelling – offices and comparable spaces in a building, one of the escape routes may consist of a window provided that escape can take place safely. In assessing the situation, consideration shall be given to whether or not the equipment of the rescue service can be used for escape.

General recommendation:

Windows used for emergency escape should be openable without a key or other implement and should have a clear vertical opening not less than 0.5 m wide and not less than 0.6 m high. The sum of width and height should be not less than 1.5 m. The bottom of the window opening should be not more than 1.2 m above floor level. If the flat has more than one room and a kitchen or similar and is accessible only from a rescue road, it should have a balcony which can be reached from the rescue road.

### 5:313<sup>17</sup> Only one escape route

A door leading directly to a street or similar area may be the only escape route from small premises at ground level which are easy to survey and where only a limited number of persons is likely to be present. (*BFS 2002:19*)

General recommendation:

In areas with only one escape route the number of persons present should not be more than 30. (*BFS 2002:19*)

A stairway, *Tr1*, may be the only escape route from dwellings – but not alternative forms of dwelling – offices and comparable premises in a building of not more than sixteen storeys.

A stairway, *Tr2*, may be the only available escape route in offices and comparable premises in a building of not more than eight storeys and in dwellings – but not alternative forms of dwelling – in a building of not more than sixteen storeys.

A *Tr1* or a *Tr2* stairway which serves as the only escape route may not be in communication with the basement. The distance between the stairway and a place of occupation inside the dwelling or office may not be so large that the storey cannot be evacuated before it is blocked in the event of fire. (*BFS 2002:19*)

General recommendation:

The distance within an escape route to a stairway intended for evacuation should not be greater than 10 m. (*BFS 2002:19*)

### 5:314 Stairway, *Tr1*

The term *stairway Tr1* refers to a stairway which is constructed so that it prevents the spread of fire and fire gases to the stairway for not less than 60 minutes.

<sup>17</sup> The amendment .....se BBR sid 41

The stairway shall be in communication with other spaces through a *protected lobby* which is either open to the external air or is provided with arrangements which prevent the spread of fire gases to the stairway. The protected lobby may be fitted with doors to a lower fire resistance class.

Neither the stairway nor the protected lobby shall be in communication with a storey that is situated below the storey which shall be used during escape as the means of exit to the external air.

A lift or an inlet opening to a refuse chute or similar shall not be placed inside the stairway.

General recommendation:

Doors between the stairway and the protected lobby may be constructed to not less than Class E 30-C. Doors between a dwelling or other premises and the protected lobby should be constructed to not less than Class EI 60-C. If the protected lobby abuts onto a communication route, corridor or similar space in its own fire compartment, Class EI 30-C is sufficient. (*BFS 2002:19*)

### 5:315<sup>18</sup> Stairway, Tr2

The term *stairway Tr2* refers to a stairway which is constructed so that it limits the spread of fire and fire gases to the stairway for not less than 60 minutes. If the stairway serves a building with fewer than eight storeys, the doors to the stairway may be constructed to a lower class. The stairway shall be in communication with dwellings, offices and similar areas where persons are present other than occasionally only through a space in its own fire compartment. (*BFS 2002:19*)

Areas other than dwellings, offices and similar areas where persons are present other than occasionally shall be in communication with the stairway only through a protected lobby. Such areas shall however have access to at least one more escape route and access road for the rescue service unless this is evidently unnecessary. (*BFS 2002:19*)

Attic areas with occupants' store rooms may be in direct communication with a stairway Tr2 through doors constructed to not less than Class EI 60-C. (*BFS 2002:19*)

A lift or an inlet opening to a refuse chute or similar shall not be placed inside the stairway.

General recommendation:

Doors to a stairway Tr2 should be constructed to not less than Class EI 60-C. If the stairway serves a building with fewer than eight storeys, Class EI 30-C is sufficient.

An attic area with small occupants' storerooms need not be provided with a second escape route or access road. (*BFS 2002:19*)

---

<sup>18</sup> Last wording BFS 1995:17.

## 5:32 Separation from other escape routes

Escape routes which are in communication shall be separated from one another in such a way that only one of them can become full of smoke or blocked by the same fire. Corridors which constitute common portions of otherwise separate escape routes shall be subdivided into sections of appropriate length so that continued spread of fire gases in these spaces is prevented.

General recommendation:

Escape routes which are in communication should be separated from one another by construction to not less than Class E 15-C. Corridors should be subdivided into sections not more than 60 m in length, separated from one another by construction to not less than Class E15-C. (*BFS 2002:19*)

## 5:33 Travel distance

### 5:331 Travel distance to an escape route

The travel distance inside a fire compartment to the nearest escape route shall not be so great that the compartment cannot be evacuated before critical conditions arise.

### 5:332 Travel distance along an escape route

Along an escape route, the travel distance to the nearest stairway leading to another storey, or to an exit leading into the street or similar space, shall not be so great that escape cannot take place rapidly.

General recommendation:

The greatest travel distance can be determined with regard to the activity which shall be carried out in the building. The travel distance should not normally be greater than 30 m if escape can be effected in two directions.

## 5:34 Access

### 5:341 The dimensions of escape routes

Escape routes shall be designed to be so spacious and to permit such ease of movement that they are capable of serving the number of persons for which they are intended.

General recommendation:

The width of an escape route should be not less than 0.9 m. In escape routes from fire compartments intended for more than 150 persons, the width should be not less than 1.2 m.

### 5:342 Doors in escape routes

Doors to or in an escape route shall normally open outwards in the direction of escape and shall be easily identifiable as exits. Inward opening doors may be used only if they are intended for

- a small number of persons, e.g. the doors of dwellings or guest rooms in hotels,
- a moderate number of persons who may be expected to have good knowledge of the premises, e.g. the doors of class rooms in schools, or
- small premises.

Other types of doors such as revolving or sliding doors are permitted if they provide the same degree of safety for escape as outward opening side hung doors.

Doors into or inside an escape route shall be easy to open. Doors which can be opened only with a key may be used if they serve a small number of persons who may be expected to have access to a key. (*BFS 1995:17*)

General recommendation:

It should be possible to open the doors into or inside an escape route from places of assembly by merely pushing against the door or by opening it with an easily operated handle. (*BFS 1995:17*)

Doors in escape routes should be fitted with a device which permits persons to return after they have passed through. The force needed to open the door should not exceed 130 N applied to the normal opening devices.

### 5:35 Equipment

#### 5:351 Guidance signs

Guidance signs for escape shall be provided if the persons concerned may be expected not to have good knowledge of the premises, such as in hotels, institutional buildings (apart from nursery schools and similar) and places of assembly. The same requirement shall apply to premises in which it is difficult to find one's way about or into which daylight does not penetrate. Guidance signs shall be provided in such numbers and shall be positioned in such a way that escape is not impeded by difficulty in finding one's way in the building. Signs shall be placed near exit doors to and in escape routes.

A sign shall be an illuminated or luminous green panel with a prominent white symbol.

General recommendation:

Signs should have such size and luminance that they are clearly visible and should have guidance marking in accordance with the regulations and general recommendations of the Swedish Board of Occupational Safety and Health, *Safety marking and safety signalling at places of work*, AFS 1997:11. (*BFS 1998:38*)

### 5:352 General lighting

Escape routes shall be provided with general lighting which can function with a satisfactory degree of safety in the event of escape from the building.

General recommendation:

In buildings of more than two storeys, every other light source in stairways and corridors should be connected to different fuses.

Electric cables for lighting in Tr1 or Tr2 stairways, and in associated corridors and similar spaces, should be protected from the direct action of fire for not less than 30 minutes in those parts of the building which are served by the stairway.

### 5:353 Emergency lighting

Emergency lighting shall permit escape in a safe and effective manner even in the event of power failure. Emergency lighting shall be provided in the escape routes in buildings containing hotels, institutional premises (apart from nursery schools and similar) or places of assembly.

Emergency lighting shall also be provided in all stairways which are used in escape from a building of more than eight storeys. The guidance signs shall be provided with emergency lighting unless this is evidently unnecessary.

The emergency lighting shall perform its function in every escape route which has not been blocked by fire. In the event of power failure the emergency lighting shall provide the intended illumination for not less than 60 minutes.

General recommendation:

Along travel routes the intensity of emergency lighting should be not less than 1 lux in the worst lit place. Locally, for instance on stairs, a higher intensity may be necessary.

Signs with guidance marking should at all times be illuminated or luminous even in the event of power failure.

Electric cables for emergency lighting should be laid in a separate construction to Class EI 30 or should have the corresponding fire resistance.

### 5:354 Alarm systems

#### 5:3541 *Automatic fire alarm*

In buildings or parts of buildings where early detection of fire is a requirement, an automatic fire alarm shall be installed. Where this is possible, detection shall be by means of smoke detectors. The system shall transmit a signal to a staffed position when persons are present in the building.

General recommendation:

Examples of appropriate components of an automatic fire alarm are given in the Swedish Standards Series SS-EN 54. Examples of appropriate construction are given in the publication *Rules for automatic fire alarm installations*, SBF 110:6, of the Swedish Fire Protection Association, SFPA. (BFS 2002:19)

Transmission of a *signal to a staffed position* means that the alarm is transmitted to the rescue service of the municipality if staff is not available in the building.

#### 5:3542 Evacuation alarm

In buildings or parts of buildings where an evacuation alarm or loudspeaker installation intended for escape announcements is required, it shall be possible for the affected persons to be reached by information regarding the appropriate action to be taken for escape. In the event of power failure the function of the installation shall be maintained for not less than 60 minutes.

The audibility of an acoustic alarm shall be such that the signals or announcements can be understood in the affected parts of the building.

General recommendation:

In premises where persons cannot be expected to have knowledge of the evacuation alarm, this should generate two separate types of signal, for instance acoustic and visual signals. Spoken escape announcements should be preceded by an unmistakable acoustic signal.

Appropriate types of signals are described in Swedish Standard SS 03 17 11 (2).

The evacuation alarm should be monitored at least to such an extent that error signals are emitted in the event of defects in the wiring or the power supply system.

### 5:36 Design conditions

#### 5:361 Critical conditions in the event of escape

In design with respect to the safety of escape, the conditions in the building shall not become such that the limiting values for critical conditions are exceeded during the time needed for escape.

General recommendation:

In evaluating critical conditions, consideration should be given to visibility, thermal radiation, temperature, noxious gases and the combination of temperature and noxious gases. The following limiting values can normally be applied:

Visibility: level of fire gases not lower than  $1.6 + (0.1 \times H)$  m, where  $H$  is the height of the room.

Radiation: a short term thermal radiation intensity of maximum  $10 \text{ kW/m}^2$ , a maximum radiant energy of  $60 \text{ kJ/m}^2$  in addition to the energy from a radiation of  $1 \text{ kW/m}^2$ .

Temperature: air temperature not higher than  $80^\circ\text{C}$ .

## 5:37 Special conditions

### 5:371 Places of assembly

Escape routes from places of assembly shall be designed for the number of persons who are permitted to be present in the premises.

Escape from places of assembly shall not take place through other places of assembly.

General recommendation:

If the number of persons is unknown, the following assumptions may be made:

- If the premises shall be used by seated persons and the seats are placed in rows, the escape routes should be designed for 1.7 persons/m<sup>2</sup> net area. The gangways in the premises which are intended for the seated audience should be counted as part of this area, but the stage or dais should not.
- If the premises shall be used for both standing and seated persons, the escape routes should be designed for 2.5 persons/m<sup>2</sup> net area.

The escape routes in a department store or similar installation for retail trade should be designed for 0.5 persons/m<sup>2</sup> net area for those spaces to which the public has access.

In places of assembly or in the anterooms of these there should be signs stating the maximum number of persons who are permitted to be in the premises at the same time.

Places of assembly should have not less than three escape routes if they are intended for more than 600 persons, and not less than four if they are intended for more than 1000 persons.

Escape routes from places of assembly may be in communication with one another through intermediate foyers or similar spaces which are separated from the escape routes by construction to not less than Class EI 30-C. (*BFS 2002:19*)

#### 5:3711 *Evacuation alarm*

Places of assembly shall be provided with an evacuation alarm which is activated automatically or from a staffed position when a fire is indicated.

General recommendation:

The evacuation alarm should give those who are present in the place of assembly spoken information regarding appropriate action to be taken for escape.

#### 5:3712 *Emergency lighting etc*

Places of assembly shall be provided with general lighting and emergency lighting. Stairs in places of assembly shall be provided with emergency lighting. Emergency lighting shall be provided immediately before exits to the external air. It shall be possible for the lighting needed in places of assembly in the event of escape to be switched on from one position in the premises.



External escape routes from places of assembly shall be lit and provided with emergency lighting along their entire length.

### 5:372 Hotels

Hotels for at least nine guests or with at least five rooms for letting shall be equipped with evacuation alarm. It shall be possible for the evacuation alarm to be triggered manually. If the hotel is on two or more storeys or is situated on a storey other than the ground storey, it shall also be possible for the alarm to be triggered automatically.

Alarm buttons shall be fitted on every storey and shall be placed in readily accessible positions and in the reception. The alarm buttons shall be arranged so that they cannot be confused with other buttons.

General recommendation:

An automatic fire alarm or appropriately designed automatic water sprinkler installation complies with the requirement in the first paragraph above regarding automatic triggering of the evacuation alarm. Indication of an automatic fire alarm should be given at the reception. When this is not staffed, the alarm should be transmitted to the rescue service.

A notice regarding the character and significance of the alarm signal should be displayed in every guestroom.

### 5:373 Institutional buildings

A fire compartment in an institutional building shall have access to not less than two mutually independent escape routes. These may be in the form of passage through an adjoining fire compartment provided that the entrance route of the rescue service to the ward is designed so that action can be taken. It shall be possible for passage between separate wards to take place without fire gases spreading to the ward not affected by fire.

In institutional buildings, with the exception of nursery schools and similar, there shall be arrangements for the early detection of fire.

General recommendation:

The distance between a space in a ward and the nearest stairway should not exceed 50 m.

### 5:374 Dwellings

Escape from a habitable room in a building of Class Br2 or Br3 shall be possible without the assistance of the rescue service.

*(BFS 1995:17)*

General recommendation:

An escape route from a habitable room may be arranged by means of one of the following:

- a) Exit to an escape route (e.g. stairs outside the dwelling).

- b) Exit directly into the external air at ground level or to an outside stairs or fixed ladder constructed in accordance with Swedish Standard SS 83 13 40 (1) which leads to ground level.
- c) An openable window with the bottom of the opening not more than 5.0 m above the ground level outside.
- d) Access to another nearby room on the same storey which complies with the requirements according to a), b) or c) if this room can be put out of communication with a storey below by closing one or more doors. (*BFS 1995:17*)

#### 5:3741 *Fire alarms and evacuation alarms (BFS 1998:38)*

Dwellings shall be provided with devices for the early detection of fire and evacuation alarms. Signals shall be audible in areas where people are present other than occasionally. (*BFS 1998:38*)

General recommendation:

The early detection of fire and evacuation alarms in dwellings may be obtained by installing an appropriate number of wired or battery operated self-contained smoke alarms. Alarms should be placed in connection with bedrooms and there should be at least one detector on each floor.

Self-contained smoke alarms should be tested according to NT ELEC 004. (*BFS 1998:38*)

#### 5:375 Alternative forms of dwelling

In buildings for alternative forms of dwelling there shall be arrangements for the early detection of fire.

## 5:4 Protection against the outbreak of fire

### 5:41<sup>19</sup> General

Heat producing appliances, burners, heating installations and cookers, and flues shall be arranged so that they do not give rise to ignition of nearby structural or non-structural elements, fixtures or fittings. The temperature of the surface of nearby structural and non-structural elements, fixtures or fittings of combustible materials shall not exceed 85°C. Heating panels or similar shall be protected against being covered to the extent required to prevent the outbreak of fire.

When parts of installations which may assume a temperature higher than 85°C are insulated, the insulation shall be of material of not less than A2-s1,d0 (non-combustible material). (*BFS 2002:19*)

General recommendation:

Heat producing appliances, flues and similar should be placed at a suitable distance away from nearby structural elements, fixtures and fittings made of combustible materials. The distance is

---

<sup>19</sup> Latest wording BFS 1998:38.

## 5:9 Fire fighting facilities

### 5:91 Access routes for the rescue service

#### 5:911 Attics and roofs

In buildings of more than three storeys the attic and each separate section of the attic shall be accessible to the rescue service.

*(BFS 1995:17)*

General recommendation:

The access route may consist of access panels in the roof. If the rescue service cannot be expected to reach the roof with its ladder equipment, an internal access route separated from the rest of the building by construction complying with fire resistance requirements should be provided. *(BFS 1995:17)*

External access routes should be designed as appropriate in accordance with the requirements in Subsection 8:24.

Internal access routes should be separated from attics in accordance with the requirements for separating constructions. Internal access routes to the roof may be provided from a stairway or terrace from which the roof can be easily reached.

#### 5:912 Basements

Basement access to the rescue service via an external or internal route. The same shall apply to the topmost basement storey if it is in communication with a Class Tr2 stairway. Such route shall make fire fighting possible without escape routes from dwellings or nonresidential premises being put in open communication with the basement. Basement storeys shall be separated from the access routes by construction complying with fire resistance requirements, so that the rescue service personnel can take action in safety.

### 5:92 Fire gas ventilation

#### 5:921 Basements

It shall be possible for basements in all buildings other than detached/semidetached houses to be provided with arrangements for fire gas ventilation.

A basement in a building of Class Br1 shall have windows or other openings to the external air in such numbers that the stairway need not be used for fire gas ventilation.

In buildings with more than one basement storey, it shall be possible for fire gas ventilation to be provided separately for each such storey. Fire gas ventilation shall be capable of operation from ground level.

Controls for fire gas ventilation shall be fitted with warning notices.

General recommendation:

Fans should be capable of operation at temperatures up to about 300°C for the specified period of time. Smoke vents should have an area equal to 0.5% of the net area of the premises with normal fire load intensity,  $\leq 200 \text{ MJ/m}^2$ . If the premises are equipped with an automatic water sprinkler installation, 0.1% should be sufficient.

For basements which contain warehouse, industrial or trade premises, a special investigation is required to determine the opening area needed for fire gas ventilation.

### 5:922 Attics

In buildings of more than four storeys, each compartmented section of an attic which can be used as a storage space shall be provided with openings for fire gas ventilation.

General recommendation:

The area of openings for fire ventilation should be equal to 1% of the floor area of the storage spaces. The openings should be uniformly spaced. Windows or panels which are to be used for fire gas ventilation should be easy to open from the outside or should be easy to break.

### 5:923<sup>34</sup> Stairways

Stairways in buildings of Class Br1 shall be provided with arrangements which facilitate escape and rescue action.

General recommendation:

The stairway may on every storey be equipped with windows which are possible to open or some other device for the control of fire gases. It shall be possible to open or operate these by the rescue service. (*BFS 2002:19*)

### 5:93<sup>35</sup> Equipment for manual fire fighting

In buildings with large differences in level, in larger buildings and in buildings where a fire is likely to spread rapidly, assume very high intensity or entail a serious risk of injury to persons, permanent equipment which facilitates fire fighting shall be provided.

In buildings of more than eight storeys rising mains for the supply of water for fire fighting shall be provided in all stairways.

General recommendation:

The mains should have an outlet at least on every other storey. In buildings where there are alternative escape routes such as firemen's lifts, horizontal escape routes in institutional premises and similar, rising mains with outlets on each storey should be provided.

---

<sup>34</sup> Se BBR sid 83

<sup>35</sup> Latest wording BFS 1998:38.

Both intakes and outlets should be provided with a notice in accordance with the mandatory provisions of the Swedish Board of Occupational Safety and Health regarding warning notices and warning signals at places of work, AFS 1997:11, with the wording 'Rising Main'. (*BFS 1998:38*)

Rising mains should be designed in accordance with Swedish Standard SS 3112 (1).

Panels in front of intakes should have a lock which can be opened with a firemen's key.

In spaces where a fire is likely to spread rapidly, assume very high intensity or entail a serious risk of injury to persons, internal fire hydrants should be provided. There is usually no risk in spaces protected by an automatic water sprinkler installation.

Internal fire hydrants should be constructed in accordance with SS-EN 671-1 (2). (*BFS 2002:19*)

## 5:94 Access for the rescue service

If the street network or similar does not afford access for the vehicles of the rescue service for evacuation and fire fighting, a special carriageway (rescue road) shall be provided. This shall be signposted and provided with hardstandings which have sufficient space for the intended vehicles. (*BFS 1995:17*)

General recommendation:

If evacuation is to be carried out using a turntable ladder or hydraulic lift platform, the distance between the street or rescue road and the wall of the building should be not more than 9.0 m. (*BFS 1995:17*)

**Bijlage 4.3 Nieuw-Zeeland**

# Acceptable Solution C/AS1

## Part 2: Occupant Numbers and Purpose Groups

### 2.1 General

**2.1.1** Designing a *building* to provide *adequate fire safety*, involves decisions on both the *construction materials* and layout needed to reduce the perceived risk to an acceptable level.

**2.1.2** The risk is assessed according to:

- a) The number and mobility of the occupants (*occupant load*).
- b) The activities undertaken within the *building*.
- c) The nature of the *building materials* and contents.

**2.1.3** That assessment allows each *building space* to be categorised in a *purpose group* (see Table 2.1) which is the basis for determining *fire safety precautions*.

### 2.2 Purpose Groups and Fire Hazard Categories

**2.2.1** Table 2.1 shall be used to determine the *purpose group* appropriate to the activity, and the *fire hazard category (FHC)*. When a specific activity is not shown in Table 2.1, the nearest suitable *purpose group* and *fire hazard category* must be chosen.

**COMMENT:**

- 1. The *purpose group* is used as an entry point to several parts of this acceptable solution, e.g. when determining the number and size of *exitways* and other *fire safety precautions*.
- 2. The *fire hazard category* is used to determine the *S rating* requirements of Part 4. While there is a relationship between the *fire hazard category* and the *Fire Load Energy Density (FLED)*, it is recognised that *FLED* is only one factor affecting the *fire severity* and thus the impact of the *fire* on the *building structure*.

Other important factors may include ventilation, surface area to mass ratio of the fuel, and its rate of burning. The *fire hazard category* was chosen in preference to *FLED* because it is better able to categorise certain spaces containing mainly low heat release rate fuels (e.g. frozen meat carcasses).

3. The *S ratings* in Table 5.1 are classified in terms of *fire hazard category*. While *FHC* covers more than just the energy density of *fire load*, there is a direct link between these two parameters, as tabulated below:

| Fire Hazard Category<br>(Note 1) | Range of FLED (MJ/m <sup>2</sup> )<br>(Note 2) | Design Value of FLED (MJ/m <sup>2</sup> )<br>(Notes 2, 3) |
|----------------------------------|--|---|
| 1                                | 0 - 500  | 400   |
| 2                                | 501 - 1000                                     | 800   |
| 3                                | 1001 - 1500                                    | 1200  |
| 4                                | > 1500   |   |
| Column 1                         | 2  | 3   |

**NOTES:**

- 1. The *fire hazard category* for a given *purpose group* is given in Table 2.1.
- 2. *FLED* is expressed as MJ *fire load* per m<sup>2</sup> floor area and is the sum of the *fire loads* from all of the *combustible materials* divided by the floor area of the space. *Fire load* is calculated for each *combustible material* as *Fire Load (MJ) = Combustible Mass (kg) x Heat of Combustion (MJ/kg)*.
- 3. Each *fire hazard category* covers a number of *purpose groups* with design (80 percentile) *fire load energy densities* of these groups lying in the range stated in column 2 of the above table. The design value of *FLED* for *fire determination of S rating* associated with each *fire hazard category* is also taken as the 80 percentile value of this range, in accordance with accepted practice. This design value adopted also directly covers the specific *FLED* associated with almost all *purpose group* uses which come within each *fire hazard category*.

### Primary purpose group for multiple activities

**2.2.2** Where a *building* contains a number of different activities which individually may be categorised in different *purpose groups*, the *purpose group* designated for a particular *firecell* of a *building* shall be that of the primary *purpose group*. The primary *purpose group* shall be that one, within the *firecell*, requiring the most severe *fire safety precautions* (see exception in Paragraph 5.6.7).

**2.2.3** For example, a floor of a hotel containing a dining room, kitchen, conference room and administration offices, in addition to the sleeping areas, will be categorised in *purpose group* SA (sleeping accommodation). In comparison, a tavern with similar facilities but no accommodation, would be in *purpose group* CS or CL (crowd activities).

**2.2.4** Depending on the particular *building* and the uses or activities within that *building*, there may be several primary *purpose groups*, with one or more on each floor.

**2.2.5** For example, levels of a multi-storey *building* may be categorised in different *purpose groups* such as:

|                        |    |
|------------------------|----|
| Basement carparks      | IA |
| Shopping floors        | CM |
| Office floors          | WL |
| Domestic accommodation | SR |

A single floor may also contain several *purpose groups* such as:

|           |   |
|-----------|---|
| Offices   | WL  |
| Shops     | CM  |
| Cafeteria | CS or CL depending<br>on <i>occupant load</i> |

### Purpose groups CS and CL

**2.2.6** A *building*, such as a school, may have a number of separate spaces containing fewer than 100 occupants. Each space therefore satisfies the description of *purpose group* CS. However, if those spaces are contained in a single *firecell* and the total occupancy exceeds 100, that *firecell* must be classified as *purpose group* CL.

**2.2.7** Where a CS *purpose group* is a support activity, such as a conference room used occasionally by people in an office complex, the space may be included under the primary *purpose group* WL.

### Purpose group SH

**2.2.8** The only *fire* safety requirements for *purpose group* SH (detached dwellings) are restrictions on *open path* lengths and the *fire* rating of *external walls* and eaves close to the *relevant boundary*. Those requirements are summarised in Paragraphs 1.3.3 and 1.3.4.

### Purpose group SA treated as SR or SH

**2.2.9** Where any part of an SA *purpose group* consists of self contained *suites*, each with no more than 12 beds then:

- a) Where the *suites* are attached, have an *escape height* of no more than 34 m and are used as *household units*, the requirements of *purpose group* SR may be applied.

#### COMMENT:

Treatment as an SR *purpose group* is permitted only where an SA *suite* is used as a residential dwelling. For example, where occupied by the *owner* or manager of the *building*. Treatment as SR does not apply to transient occupancy.

- b) Where the *suites* are detached, the requirements of *purpose group* SH may be applied.

#### COMMENT:

Under Clause A1 2.0.2 of the NZBC, a boarding house accommodating fewer than six people, may be treated as a detached dwelling.

### Fire hazard category 4

**2.2.10** *Fire hazard category* 4 includes materials with a *fire load energy density (FLED)* of greater than 1500 MJ/m<sup>2</sup>, and materials which have a *fire* growth rate of 1 MW or more in less than 75 seconds. Any *firecell* with a *fire hazard category* of 4 (FHC 4) shall have the *S rating* determined by *fire* engineering design (see Paragraph 5.6.11). Table 2.1 provides an indication of where *fire hazard category* 4 is likely to apply, but the examples given are not



Amend 5  
Oct 2005

exhaustive. Paragraph 5.6.12 describes the circumstances in which the *fire hazard category* may be reduced if the *FHC 4 purpose group* comprises only a small proportion of the *firecell*.

**2.3 Occupant Load**

**2.3.1** The size and location of *escape routes* and the *fire safety precautions* applied to them in a *building* are related to the *occupant load*.

**2.3.2** The *occupant load* is determined from the *purpose group* and number of people in each space of the *building*, and may need to be evaluated not only for each *purpose group*, but also for:

- a) A space or open floor area involving one or more activities.
- b) A floor containing more than one *purpose group*.
- c) A single *firecell*.
- d) Each floor within a *firecell*.

**2.3.3** *Occupant loads* may be calculated from the occupant densities given in Table 2.2 based on the floor area of the part of the *building* housing the activity. Where a *building* space has alternative activity uses, the activity having the greatest occupant density shall be used. For an activity not specifically described in Table 2.2, the nearest reasonable description should be used.

**COMMENT:**

When using Table 2.2 to calculate the *occupant load* note that:

- a) The floor area to be used is the total *firecell* floor area (except where Paragraph 2.3.4 applies) including that occupied by internal partitions and permanent *fixtures*.
- b) Table 2.2 occupant densities already allow for a proportion of the floor area, appropriate to the activity, being occupied by furniture, partitions, *fixtures* and associated equipment.

**2.3.4** Duplication should be avoided by:

- a) Ensuring that where people may be involved in more than one activity, they are counted only once, and

- b) Not including an *occupant load* for *exitways*, lift lobbies, sanitary facilities etc, used intermittently by people already counted elsewhere in the *building*.

**Fixed seating**

**2.3.5** *Occupant load* assessment shall take account of the actual arrangement and number of seats for fixed seating (see Paragraph 3.9.3). Where additional floor area abuts the fixed seating, additional occupants may be allowed for based on standing space density, provided the *escape route* is not obstructed.

**Where occupancy is based on number of beds**

**2.3.6** In *purpose groups* SC, SD and SA, the actual number of beds shall be used for determining the number of occupants.

**COMMENT:**

- 1. In this acceptable solution the term “beds” is used to denote the number of people expected to be sleeping in the *firecell*. Therefore, a double bed counts as two beds, and a tier of three single bunks (one above another) counts as three beds.
- 2. The number of beds depends on the individual layout in every case. Clearly dormitories will have a far greater number of beds within any given area than single bedrooms in a hospital or an old people’s home, which may have individual lounge areas, toilets and kitchenettes attached. During use, the number of bed spaces must not be increased beyond that initially provided for unless a new *building consent* is obtained.

**Justification for exceptions**

**2.3.7** Where, for a particular situation, the *occupant load* derived from Table 2.2 is clearly more than that which will occur, the basis of any proposal for a lesser *occupant load*, shall be substantiated to the *building consent authority*.

Amend 7  
Nov 2008

**COMMENT:**

Designing a *building* for a reduced *occupant load* can severely restrict future occupancy options, and may involve significant expense in meeting the means of escape provisions for increased numbers.

**2.4 Residential Community Care**  
.....

Text to be confirmed.

Amend 5  
Oct 2005

| <b>Table 2.1: Purpose Groups</b><br>Paragraphs 1.3.4, 2.1.3, 2.2.1, 2.2.10, 5.6.11 and 5.6.13 |  |  |                      |
|---|--|--|----------------------|
| Purpose group   | Description of intended use of the building space  | Some examples  | Fire hazard category |
| <b>CROWD ACTIVITIES</b>   |  |  |                      |
| CS or CL  | For <i>occupied spaces</i> . CS applies to <i>occupant loads</i> up to 100 and CL to <i>occupant loads</i> exceeding 100.  | Cinemas when classed as CS, art galleries, auditoria, bowling alleys, churches, clubs (non-residential), community halls, court rooms, dance halls, day care centres, gymnasia, lecture halls, museums, eating places (excluding kitchens), taverns, enclosed grandstands, indoor swimming pools.  | 1                    |
|   |  | Cinemas when classed as CL, schools, colleges and tertiary institutions, libraries (up to 2.4 m high book storage), nightclubs, restaurants and eating places with cooking facilities, <i>early childhood centres theatre</i> stages, opera houses, television studios (with audience).  | 2                    |
| CO  | Spaces for viewing open air activities (does not include spaces below a grandstand).   | Libraries (over 2.4 m high book storage).  | 3                    |
|   |  | Open grandstands, roofed but unenclosed grandstand, uncovered fixed seating.   | 1                    |
| CM  | Spaces for displaying, or selling retail goods, wares or merchandise.  | Exhibition halls, retail shops.  | 2                    |
|   |  | Supermarkets or other stores with bulk storage/display over 3.0 m high.  | 4                    |
| <b>SLEEPING ACTIVITIES</b>  |  |  |                      |
| SC  | Spaces in which <i>principal users</i> because of age, mental or physical limitations require special care or treatment.   | Hospitals.<br>Care institutions for the aged, children, <i>people with disabilities</i> .  | 1                    |
| SD  | Spaces in which <i>principal users</i> are restrained or liberties are restricted.   | Care institutions, for the aged or children, with physical restraint or detention.   | 1                    |
|   |  | Hospital with physical restraint, detention quarters in a police station, prison.  |                      |
| SA  | Spaces provided for the use of people who will be transient and reside for a temporary period, typically not more than 90 days, or where limited assistance or care is provided for <i>principal users</i> . | Motels, hotels, hostels, boarding houses, clubs (residential), boarding schools, dormitories, halls of residence, <i>wharehenui</i> , community care institutions.   | 1                    |
| SR  | Attached and multi-unit residential dwellings.   | <i>Multi-unit dwellings</i> or flats, apartments, and includes <i>household units</i> attached to the same or other <i>purpose groups</i> , such as caretakers' flats, and residential accommodation above a shop.   | 1                    |
|   |  | <i>Household unit firecells</i> may contain garages which are used exclusively by the occupants of that <i>household unit</i> .  |                      |
|   |  | Excludes sleeping accommodation used for a temporary period typically no more than 90 days   |                      |
| SH  | Detached dwellings where people live as a single household or family.  | Dwellings, houses, being <i>household units</i> , or <i>suites</i> in <i>purpose group SA</i> , separated from each other by distance. Detached dwellings may include attached self-contained <i>suites</i> such as granny flats when occupied by a member of the same family, and garages whether detached or part of the same <i>building</i> and are primarily for storage of the occupants' vehicles, tools and garden implements. | 1                    |

Amend 4  
Oct 2005

Errata  
Jul 2001

Amend 7  
Nov 2008

Amend 7  
Nov 2008

Table 2.1: Purpose Groups (continued)

| Purpose group  | Description of intended use of the building space   | Some examples   | Fire hazard category  |
|--|---|---|---|
| <b>WORKING, BUSINESS OR STORAGE ACTIVITIES</b>   |   |   |   |
| WL   | Spaces used for working, business or storage – low <i>fire load</i> .   | Manufacturing, processing or storage of <i>non-combustible</i> materials, or materials having a slow heat release rate, cool stores, covered cattle yards, wineries, grading or storage or packing of horticultural products, wet meat processing.  | 1   |
|  |   | Banks, hairdressing shops, beauty parlours, personal or professional services, dental offices, laundry (self-service), medical offices, business or other offices, police stations (without detention quarters), radio stations, television studios (no audience), small tool and appliance rental and service, telephone exchanges, dry meat processing.         | 2   |
| WM   | Spaces used for working, business or storage – medium <i>fire load</i> and slow/medium/fast <i>fire growth rates</i> (e.g. <1 MW in 75 sec) <b>(Note 1)</b> . | Manufacturing and processing of <i>combustible</i> materials not otherwise listed, including bulk storage up to 3 m high (excluding <i>foamed plastics</i> ).   | 3   |
| WH   | Spaces used for working, business or storage – high <i>fire load</i> and slow/medium/fast <i>fire growth rates</i> (e.g. <1 MW in 75 sec) <b>(Note 1)</b> .   | Chemical manufacturing or processing plants, distilleries, feed mills, flour mills, lacquer factories, mattress factories, rubber processing plants, spray painting operations, plastics manufacturing, bulk storage of <i>combustible</i> materials over 3 m high (excluding <i>foamed plastics</i> ).   | 4   |
| WF   | Spaces used for working, business or storage – medium/high <i>fire load</i> and ultra fast <i>fire growth rates</i> (e.g. >1 MW in 75 sec) <b>(Note 1)</b> .  | Areas involving significant quantities of highly <i>combustible</i> and flammable or explosive materials which because of their inherent characteristics constitute a special <i>fire hazard</i> , including: bulk plants for flammable liquids or gases, bulk storage warehouses for flammable substances, bulk storage of <i>foamed plastics</i> .              | 4<br>(The critical factor in this <i>purpose group</i> is the rate of <i>fire growth</i> .) |
| <b>INTERMITTENT ACTIVITIES</b>   |   |   |   |
| IE   | <i>Exitways on escape routes.</i>   | <i>Protected path, safe path.</i>   | 1   |
| IA   | Spaces for intermittent occupation or providing intermittently used support functions – low <i>fire load</i> .  | Car parking, garages, carports, enclosed corridors, unstaffed kitchens or laundries, lift shafts, locker rooms, linen rooms, open balconies, <i>stairways</i> (within the <i>open path</i> ), toilets and amenities, and service rooms incorporating machinery or equipment not using solid-fuel, gas or petroleum products as an energy source <b>(Note 2)</b> . | 1   |
| ID   | Spaces for intermittent occupation or providing intermittently used support functions – medium <i>fire load</i> .   | Maintenance workshops and service rooms incorporating machinery or equipment using solid-fuel, gas or petroleum products as an energy source <b>(Note 2)</b> .  | 3   |
| Notes:   |   |   |   |
| 1. Refer to NFPA 92B for more information on <i>fire growth rates</i> .  |   |   |   |
| 2. Service rooms are spaces designed to accommodate any of the following: boiler/plant equipment, furnaces, incinerators, refuse, caretaking/cleaning equipment, airconditioning, heating, plumbing or electrical equipment, pipes, lift/escalator machine rooms, or similar services. |   |   |   |

**Table 2.2: Occupant Densities**  
Paragraphs 2.3.3 and 2.3.7

| <b>Activity</b>  | <b>Occupant density</b><br>(Users/m <sup>2</sup> )<br>(see <b>Note 1</b> ) |
|--|--|
| <b>CROWD ACTIVITIES</b>  |  |
| Airports – baggage claim   | 0.5  |
| Airports – concourses  | 0.1  |
| Airports – waiting areas, check in   | 0.7  |
| Area without seating or aisles   | 1.0  |
| Art galleries, museums   | 0.25   |
| Bar sitting areas  | 1.0  |
| Bar standing area  | 2.0  |
| Bleachers, pews or similar bench type seating  | 2.2 users per linear metre   |
| Classrooms   | 0.5  |
| Dance floors   | 1.7  |
| Day care centres   | 0.25   |
| Dining, beverage and cafeteria spaces  | 0.8  |
| Exhibition areas, trade fairs  | 0.7  |
| Fitness centres  | 0.2  |
| Gymnasias  | 0.35   |
| Indoor games areas/bowling alleys, etc   | 0.1  |
| Libraries – stack areas  | 0.1  |
| Libraries – other areas  | 0.15   |
| Lobbies and foyers   | 1.0  |
| Mall areas used for assembly purposes  | 1.0  |
| Reading or writing rooms and lounges   | 0.5  |
| Restaurants, dining rooms and lounges  | 0.9  |
| Shop spaces and pedestrian circulation areas including malls and arcades                       | 0.3  |
| Shop spaces for furniture, floor coverings, large appliances, building supplies and manchester | 0.1  |
| Showrooms  | 0.2  |
| Space with fixed seating   | as number of seats<br>(see <b>Note 2</b> )                                 |
| Space with loose seating   | 1.3  |
| Spaces with loose seating and tables   | 0.9  |
| Stadia and grandstands   | 1.8  |
| Stages for theatrical performances   | 1.3  |
| Standing space   | 2.6  |
| Swimming pools (water surface area)  | 0.2  |
| Swimming pool surrounds and seating  | 0.35   |
| Teaching laboratories  | 0.2  |
| Vocational training rooms in schools   | 0.1  |

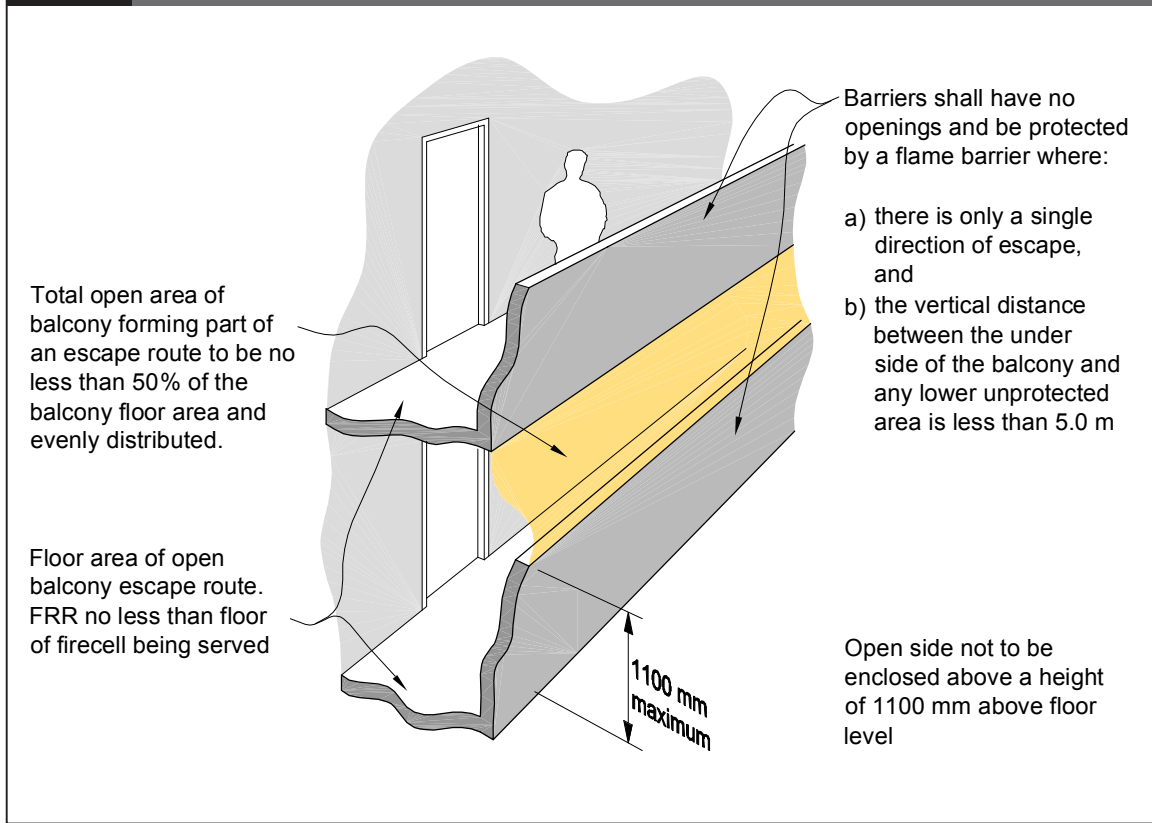
Table 2.2: Occupant Densities (continued)

| Activity   | Occupant density<br>(Users/m <sup>2</sup> )<br>(see Note 1) |
|--|---|
| <b>SLEEPING ACTIVITIES</b>   |   |
| Bedrooms   | as number of beds   |
| Bunkrooms  | (see Note 2)  |
| Detention quarters   |   |
| Dormitories, hostels   |   |
| Halls and <i>wharehenui</i> (Note 5)   |   |
| Wards containing more than two beds  |   |
| <b>WORKING BUSINESS AND STORAGE ACTIVITIES</b>   |   |
| Aircraft hangars   | 0.02  |
| Bulk storage (e.g. solid stacked)  | 0.01  |
| Commercial laboratories, laundries   | 0.1   |
| Computer rooms (not used as classrooms for training)   | 0.04  |
| Factory space in which layout and normal use determines the number of people using it in working hours | as approved<br>(see Note 3)                                 |
| Heavy industry   | 0.03  |
| Interview rooms  | 0.2   |
| Kitchens   | 0.1   |
| Manufacturing and process areas, staffrooms  | 0.1   |
| Offices and staffrooms   | 0.1   |
| Personal service facilities  | 0.2   |
| Reception areas  | 0.1   |
| Workrooms, workshops   | 0.2   |
| Warehouse storage (e.g. racks and shelves)   | 0.03  |
| <b>INTERMITTENT ACTIVITIES</b> (see Note 4)  |   |
| Boiler rooms, plant rooms, service units and maintenance workshops                                     | 0.03  |
| Parking <i>buildings</i> , garages   | 0.02  |
| <i>Exitways</i> , enclosed corridors, lifts (no occupants counted)                                     | 0.0   |
| Laundry and house keeping facilities   | 0.2   |
| Storage  | 0.02  |
| Toilets and subordinate spaces (no occupants counted)  | 0.0   |

## Notes:

- The floor area to be used shall be the total *firecell* floor area including that occupied by internal partitions and *fixtures*. The occupant densities in this table already allow for a proportion of floor area, appropriate to the activity, being occupied by furniture, partitions, *fixtures* and associated equipment.
- For fixed seating and beds, the number of seats or beds is used instead of an occupant density (users per m<sup>2</sup>).
- In such cases, the *occupant load* must be specified when seeking a *building consent*. Future increase in numbers shall be treated as a change of use.
- Spaces for intermittent activities (*purpose groups* IE, IA, ID), are normally not assessed for *occupant load*. It is assumed that the occupation is temporary and by people who would already have been included in the *occupant load* of another space. The figures given in the table apply where people are specifically employed to perform the functions for which the spaces are provided.
- For halls and *wharehenui*, the maximum *occupant load* is determined by the *fire safety precautions* and the escape capacity. See Paragraphs 3.3.2 h), 3.4.2 e), 6.7.2 and 6.7.9.

**Figure 3.18: Open Balconies**  
Paragraphs 3.14.6 b) and 3.14.7



### Ventilation openings

**3.14.7** The open area of a balcony or bridge shall be no less than 50% of the balcony floor area, and be evenly distributed along the open sides and any approach ramp (see Figure 3.18). Where an *escape route* on a balcony is served by an open *stairway*, similar ventilation shall be provided on the *stairway*. Open sides shall not be enclosed above a height of 1100 mm from the floor, except that a fixed open grille may be used if it provides the required free air space.

### Barriers

**3.14.8** Changes in *exitway* floor level, other than in the direction of travel shall have barriers that comply with F4/AS1 Paragraph 1.0.

### 3.15 Single Escape Routes

**3.15.1** Single *escape routes* are permitted in *purpose group* SH provided that the 24 m *dead end* length (see Table 3.3) is not exceeded. For other *purpose groups*, single *escape routes* are permitted only where:

- The *escape height* is within the limits permitted by Paragraphs 3.15.2 to 3.15.9,
- For active *purpose groups*, CS, CM, CO, WL, WM, WH, WF, IA and ID *fire hazard categories* comply with Paragraphs 3.15.3 and 3.15.4, and the *open path* length does not exceed the *dead end* length permitted by Table 3.3,

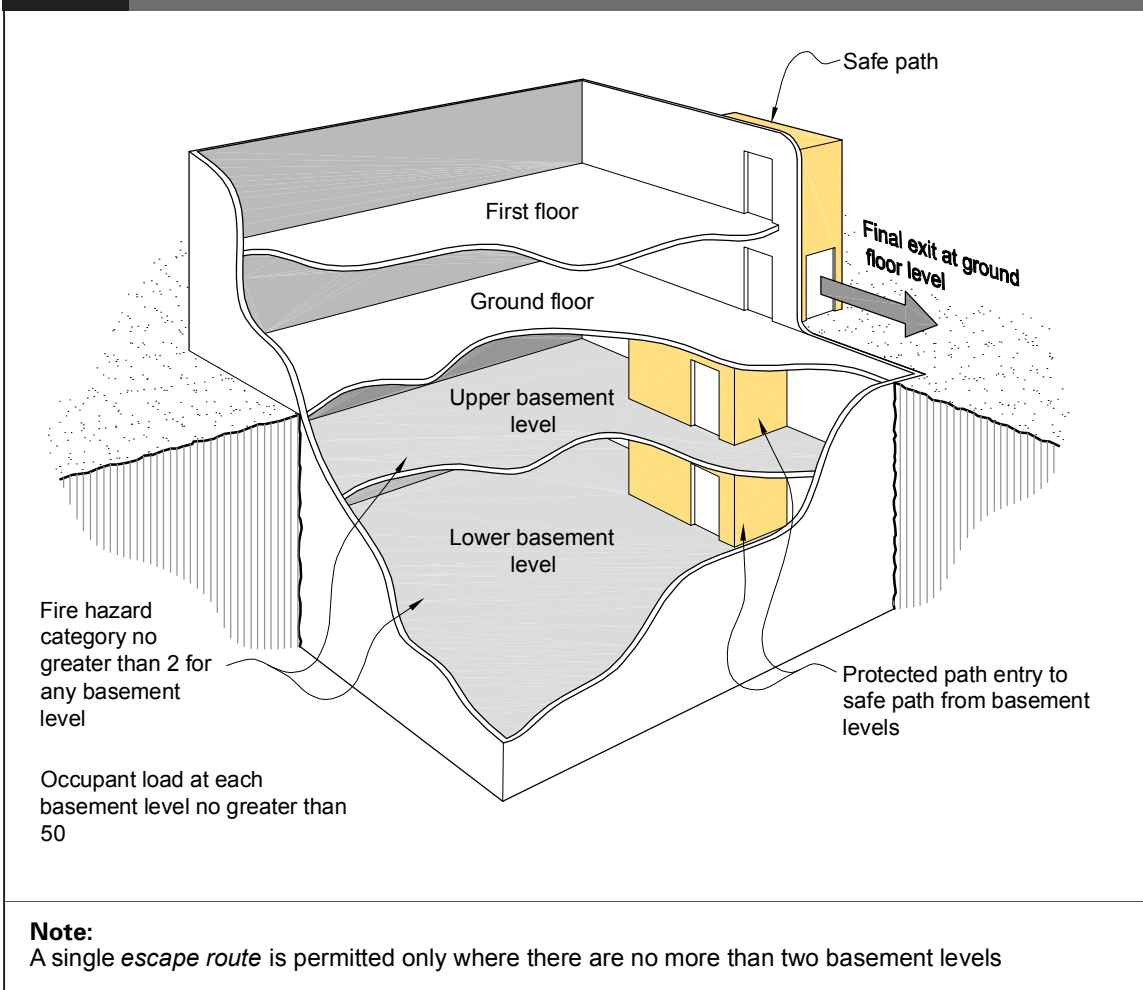
- c) For sleeping *purpose groups* SA and SR, the requirements of Paragraphs 3.15.5 to 3.15.9 are complied with, and on any floor the distance from the *firecell* exit door to one of the termination points given in Paragraph 3.11.8 does not exceed the *dead end* length permitted by Table 3.3,
- d) The total *occupant load* from all *firecells* on each level served by the *escape route* is no greater than 50, and
- e) The number of preschool children receiving child care, or *people with disabilities* (including those using workshops and dining rooms) on any floor, is not greater than 10.

**Basements**

**3.15.2** A single *escape route* and *final exit* is acceptable from *basements* (see Figure 3.19) where, in addition to the requirements of Paragraph 3.15.1 and the *protected path* requirements of Paragraph 3.7.1:

- a) There are no more than two *basement* floor levels, and
- b) The *fire hazard category* on any floor of the *basement* is no greater than 2.

**Figure 3.19: Single Escape Route from Basement Levels**  
Paragraph 3.15.2





**Active purpose groups**

**3.15.3** Single internal *escape routes* are permitted in *purpose groups* CS, CM, WL, WM, IA and ID where, in addition to the requirements of Paragraph 3.15.1:

- a) The *escape height* is no greater than:
  - i) 4.0 m, (see Figure 3.20 (a)) where the *fire hazard category* on any floor served by the *exitway* is no greater than 3, or
  - ii) 10 m, (see Figure 3.20 (b)) where the *fire hazard category* on any floor served by the *exitway* is no greater than 2 if not sprinklered, or 3 if sprinklered, or
  - iii) 25 m, (see Figure 3.20 (c)) where sprinklered and the *fire hazard category* on any floor served by the *exitway* is no greater than 2, and
- b) In *buildings* with two or more floors, the vertical *safe path* is preceded by a *protected path*, on all floors except the topmost floor.

Amend 4  
Oct 2005

**3.15.4** Single external *escape routes* (for balconies, bridges and *external stairways*) complying with Paragraph 3.15.7 are permitted in *purpose groups* CS, CM, WL, WM and IA.

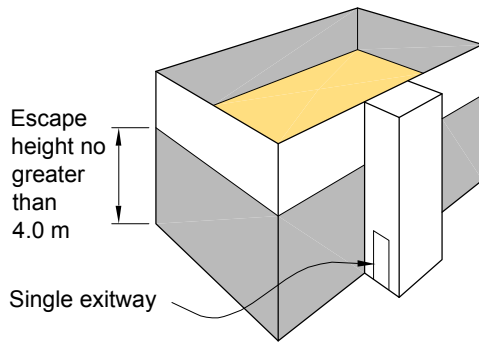
**Sleeping purpose groups SR and SA**

**3.15.5** *Household units* in *purpose group* SR and *suites* in *purpose group* SA may have a single *escape route* from the *firecell* (see Figure 3.21) provided that, in addition to the requirements of Paragraph 3.15.1:

- a) The *escape route* within each *firecell* terminates at a *final exit* or opens onto a *safe path* which complies with the requirements of Paragraphs 3.11.4 to 3.11.11, and
- b) The particular requirements for *stairways*, balconies and split level *exitways*, given in Paragraphs 3.9.14 and 3.15.6 to 3.15.8, are satisfied, and

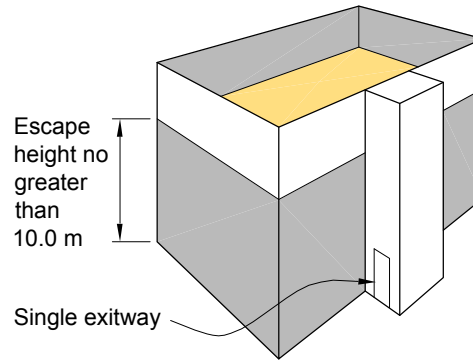
- c) The length of any *safe path* on a floor does not exceed the maximum *dead end* length permitted by Table 3.3.

**Figure 3.20: Allowable Escape Height and Fire Hazard Categories for Single Exitways in Purpose Groups CS, CM, WL, WM, IA and ID**  
Paragraph 3.15.3 a)



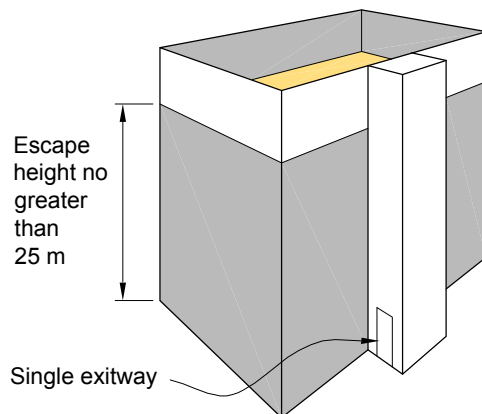
**Fire hazard category in any space no greater than 3**

(a)



**Fire hazard category in any space no greater than 2, or 3 if sprinklered**

(b)



**Building sprinklered and fire hazard category in any space no greater than 2**

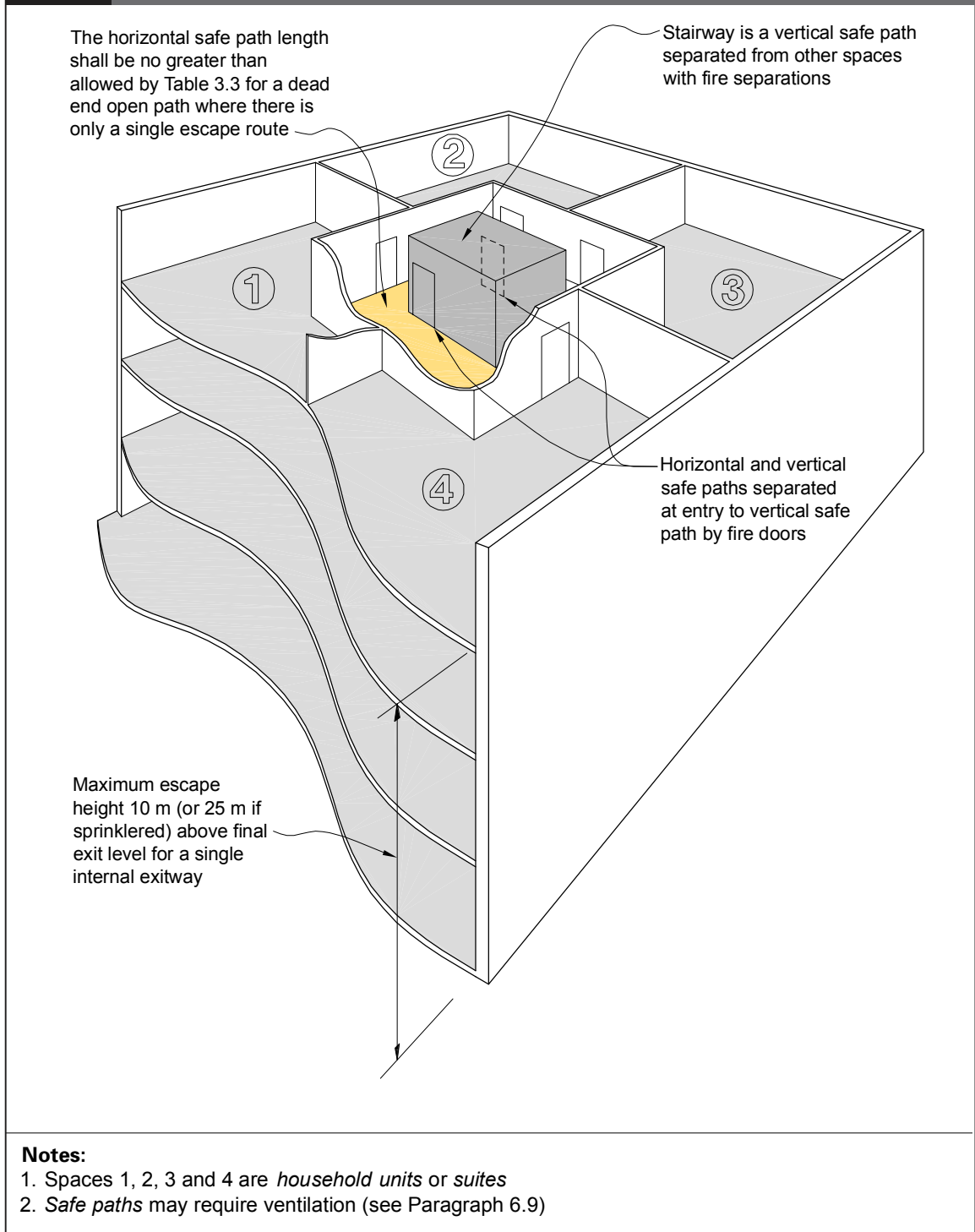
(c)

**Notes:**

For a single *exitway* to be permitted:

1. The *firecell* served by the *escape route* shall have an *occupant load* of no greater than 50.
2. In *buildings* with two or more floors the vertical *safe path* shall be preceded by a *protected path* at each floor level except for the top floor.
3. Every full floor above the level of the *final exit* shall be a *fire separation* with a *FRR* of no less than 30/30/30.

**Figure 3.21: Single Escape Route – Internal Stairs for Purpose Groups SR and SA**  
 Paragraphs 3.15.5 and 3.15.6



### Internal stairways

**3.15.6** A single internal *escape route*, being a *safe path stairway*, is permitted from *firecells* in *purpose groups* SR and SA where, in addition to the requirements of Paragraphs 3.15.1 and 3.15.5 (see Figure 3.21), the *escape height* is no greater than 10 m, or 25 m if the *building* is sprinklered. See Paragraph 6.9 for ventilation requirements.

### Balconies, bridges and external stairways

**3.15.7** Balconies, bridges and external *stairways* (see Figures 3.22 and 3.23) may be part of a single external *escape route* in *purpose groups* SR and SA where:

- a) The *escape height* is no greater than 16 m if not sprinklered, or 25 m if sprinklered, and
- b) The *escape route* on the balcony, bridge and *stairway* meets the requirements of Paragraph 3.14 for protection, *construction* and ventilation, and
- c) The length of any bridge between the *external wall* and *stairway* is no less than 3.0 m.

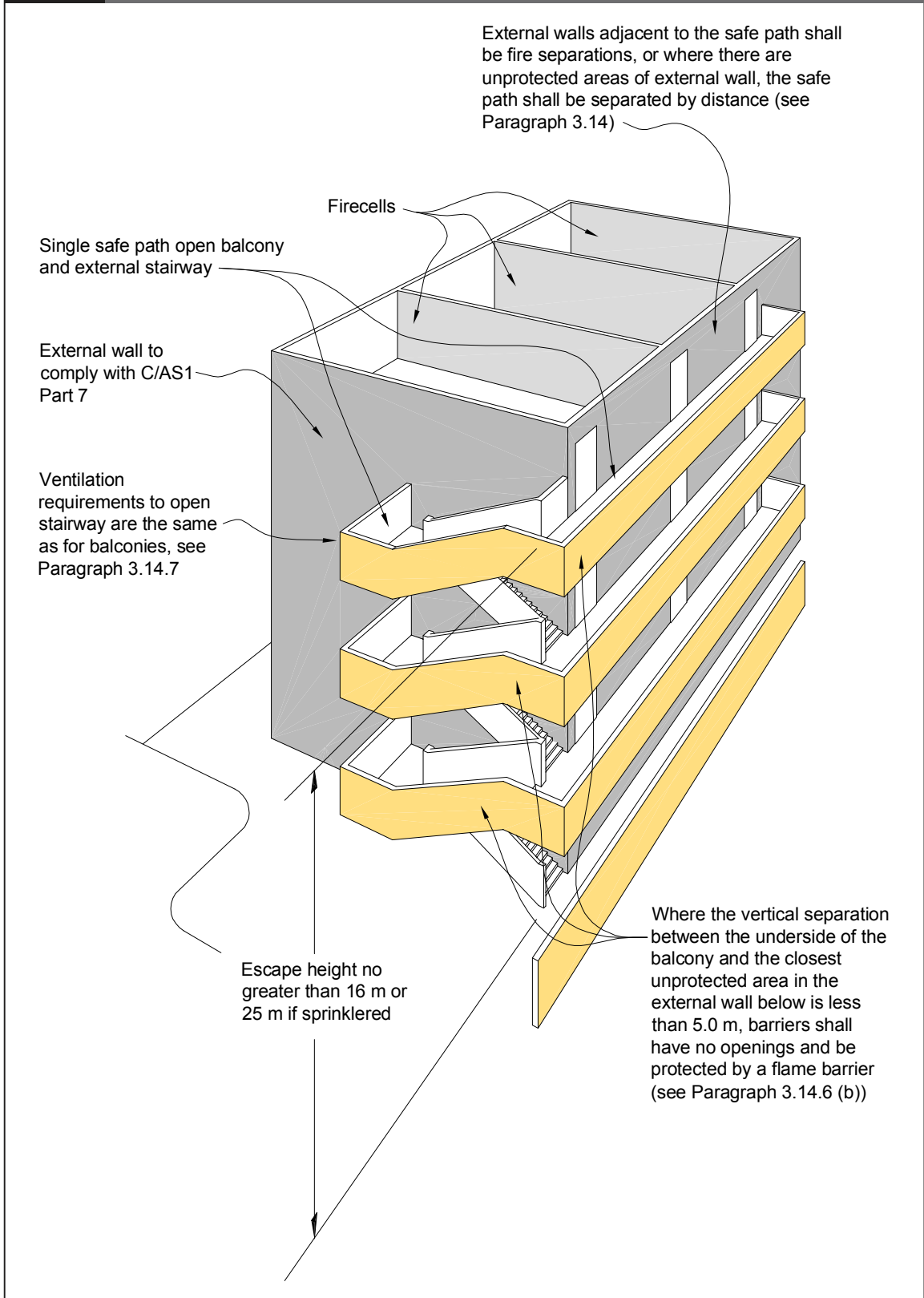
### Split level exitway

**3.15.8** Where a *building* is effectively of single storey *construction* but contains individual *household units* at slightly different levels (see Figure 3.24), a single internal *escape route* is permitted provided that:

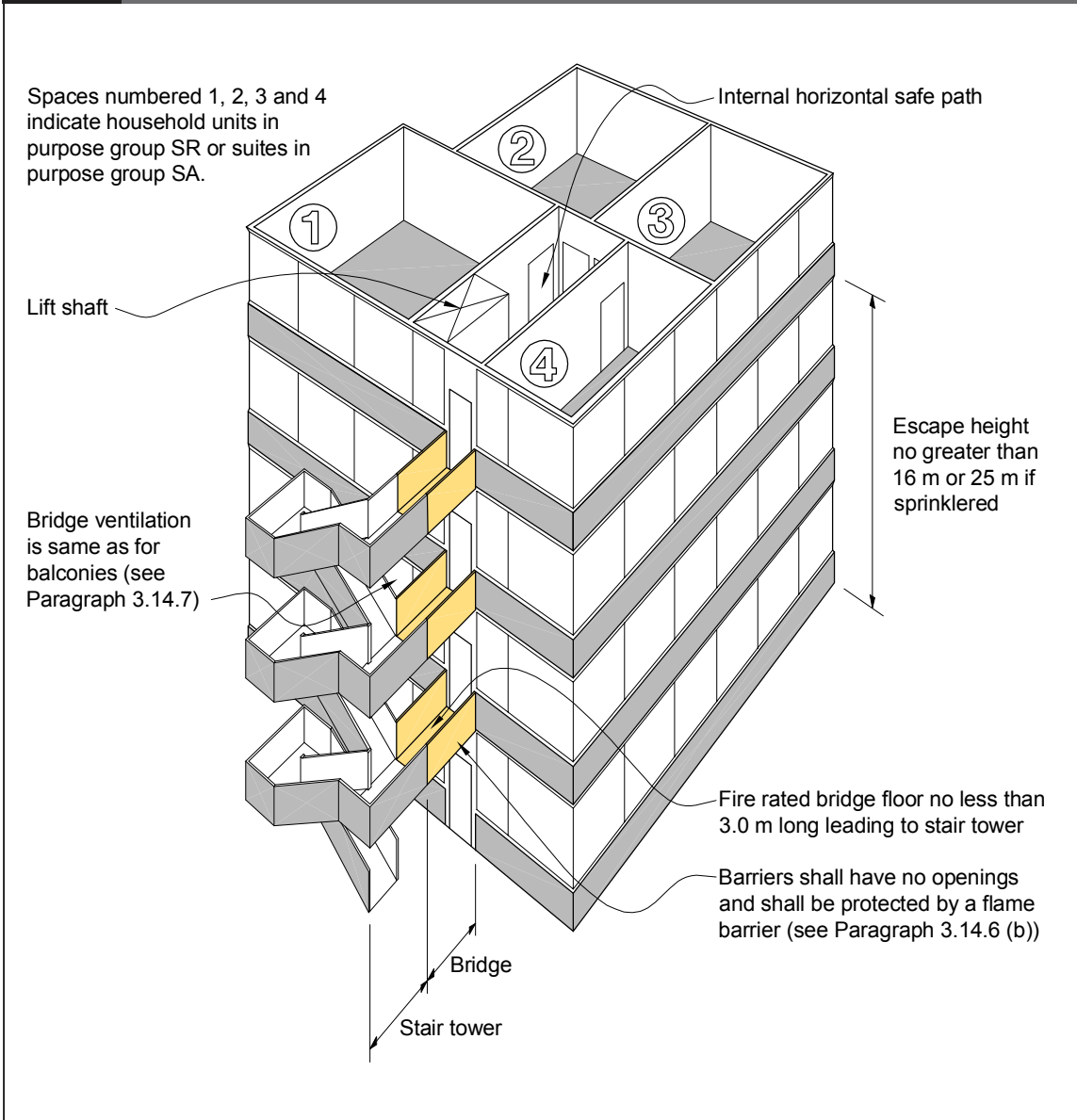
- a) The *escape route* is a *safe path* leading directly to a *final exit*, and
- b) The difference in floor level between the *final exit* and any exit from a *household unit* is not greater than 2.0 m.

**3.15.9** Where the level difference is greater than 2.0 m the relevant provisions for stairs (see Paragraphs 3.15.6 and 3.15.7) shall apply.

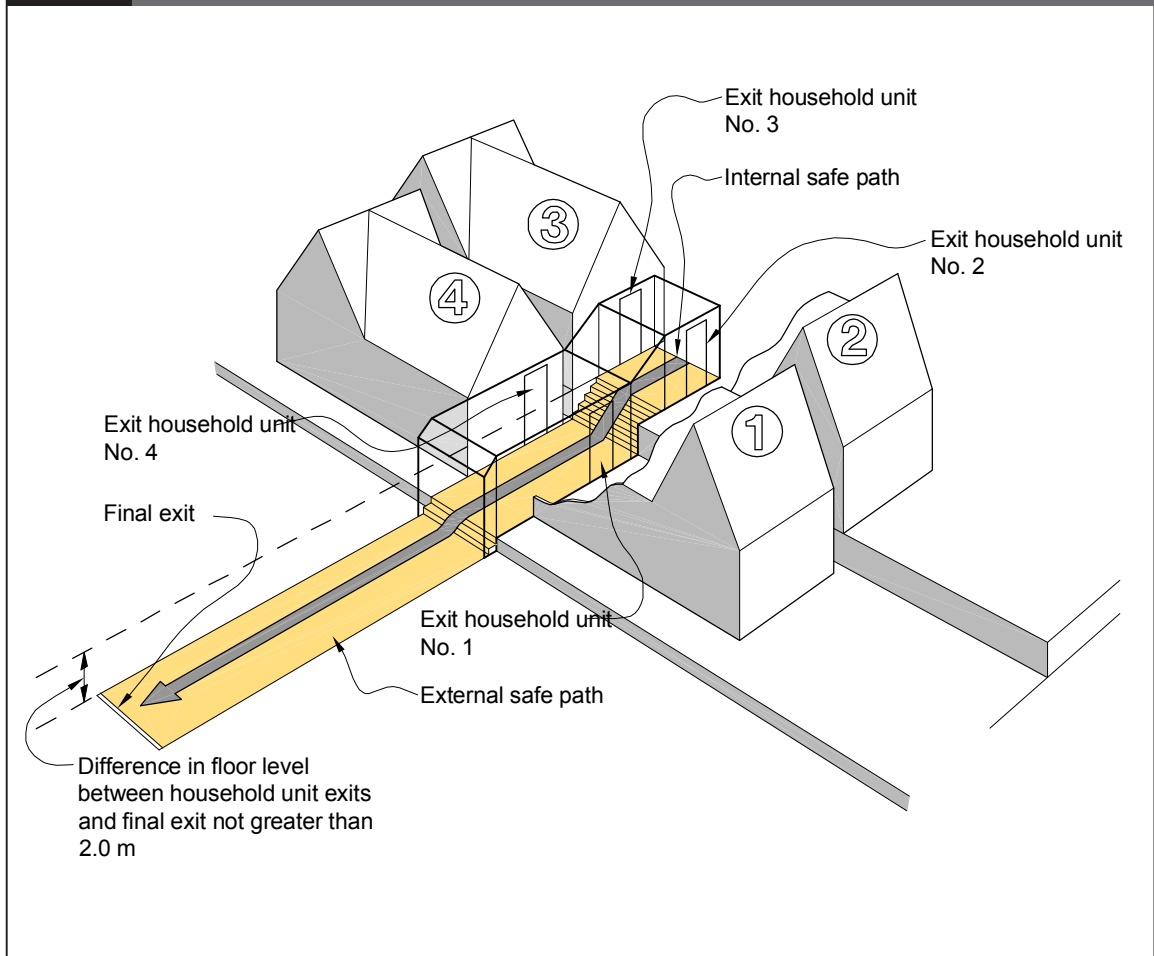
**Figure 3.22: Single Escape Routes – Direct Access to Balcony and Stairway**  
Paragraph 3.15.7



**Figure 3.23: Single Escape Routes – Evacuation via Bridge to Separate Stair Tower**  
Paragraph 3.15.7



**Figure 3.24: Single Escape Routes – Split Level Exitway**  
Paragraph 3.15.8



**3.16 Special Conditions for Crowd and Sleeping Purpose Groups**

**Purpose group CL**

**3.16.1** Any firecell containing purpose group CL shall be served by safe paths or final exits connecting directly to that firecell. The number of safe paths shall comply with Table 3.1 for the occupant load.

**3.16.2** Aisles and walkways between seats shall comply with Paragraphs 3.9.3 to 3.9.9.

**Exitways from upper and intermediate floors in purpose group CL**

**3.16.3** Entrances to vertical safe paths shall be preceded by protected paths except where:

- a) The safe path from an upper floor or intermediate floor serves only that floor, or
- b) The firecell is sprinklered, or
- c) The occupant load of the firecell is less than 150, or

- d) *Fire safety precaution* Type 8 is installed and an approved staged evacuation scheme is operable.

**COMMENT:**

1. An upper floor is any floor above *final exit* level. See Paragraphs 3.4.3 and 3.4.5 for required *protected path* floor area.
2. With a staged evacuation scheme the *firecell* of fire origin is the first to be evacuated.

**Final exit separation**

**3.16.4** *Final exits* which open onto the same *safe place*, shall be spaced no closer than 5.0 m centre to centre. This applies to both internal and external *exitways*.

**COMMENT:**

This provision allows quick dispersal and reduces the risk of a crowd blocking a *final exit*.

**Open air auditoriums, purpose group CO**

**3.16.5** Open tiered seating decks shall:

- a) Have the number of *exitways* required by Table 3.1 for the *occupant load*,
- b) Comply with Paragraphs 3.9.3 to 3.9.9 for aisles, and walkways between seats (Table 3.4 permits seat numbers to be doubled in *purpose group CO*),
- c) Have *exitways* spaced at no more than:
  - i) 60 m apart where the space below the seating deck is required to be *fire separated* (see Paragraph 6.5), or
  - ii) 20 m apart where the space below requires no *fire separation*, and
- d) Be served by *escape routes* completely open to the air where the seating deck is not a *fire separation*.

**3.16.6** Where the seating deck is required to be a *fire separation*, an *escape route* may pass through the deck and the space below, provided that part of the *escape route* is a *safe path* with a *FRR* based on no less than the *F rating* required for the lower space.

**3.16.7** A grandstand in which the roof configuration, or *building elements* such as screens or partial glazing, restrict the escape of smoke and hot gases, shall, even if having a large open area, be classified in *purpose group CL* and not *CO*.

**Purpose groups SC, SD, SA and SR**

**3.16.8** At least half the *safe paths* serving *purpose groups SC* and *SD* shall terminate in a *safe place* without being combined with an *escape route* from any other *purpose group*.

**3.16.9** *Safe paths* serving *purpose groups SA* and *SR* may also serve other *purpose groups* where:

- a) A single *escape route* complying with Paragraph 3.15 is permitted, or
- b) Alternative *escape routes* which are *safe paths* are provided.

These requirements shall also apply to all *firecells* on lower floors using the same *escape routes*.

**COMMENT:**

Any *building* with sleeping *purpose groups* on upper floors is required by Paragraph 4.5.11 to have appropriate *fire alarm* systems on all lower floors.

**3.17 Doors Subdividing Escape Routes****Door closers and latching**

**3.17.1** Except as permitted by Paragraph 3.17.7 (revolving doors, automatic doors and access control systems), doors into or within *exitways* shall satisfy all the following requirements by being:

- a) Hinged or pivoted on one vertical edge only.
- b) Self-closing, and the self-closing device shall be:
  - i) active at all times, or
  - ii) activated by releasing a *hold-open device* in response to operation of a smoke detector (see Paragraph 3.17.10), or



Amend 7  
Nov 2008

- iii) a self-closer that is activated by operation of a smoke detector but allows the door to swing freely at other times. The smoke detector requirements shall be the same as for a *hold-open device* (see Paragraph 3.17.10).
- c) Fitted with panic bolts complying with Paragraph 3.17.14 and situated in accordance with Paragraph 3.17.16 or simple fastenings that can be readily operated from the side approached by people making an escape complying with Paragraph 3.17.15.
- d) Not fitted with any locking devices unless they comply with Paragraph 3.17.2.
- e) Have door handles which satisfy the requirements for use by *people with disabilities*.
- f) *Constructed* to ensure that forces required to open the doors do not exceed 67 N to release the latch (where fitted), 133 N to set the door in motion, and 67 N to open the door to the minimum required width.

**COMMENT:**

D1/AS1 Paragraph 7.0 gives appropriate guidelines with respect to handle height and the need for single-handed lever action mechanism.

**Locking devices**

**3.17.2** Where the *building* is occupied, locking devices shall:

- a) Be clearly visible, located where such a device would be normally expected, designed to be easily operated without a key or other security device, and allow the door to open in the normal manner,

**COMMENT:**

Card access and keypad locks are examples of unacceptable security devices.

- b) Not prevent or override the direct operation of panic bolts fitted to any door, and

- c) If of an electromechanical type, in the event of a power failure or door malfunction, either:
  - i) automatically switch to the unlocked (fail-safe) condition, or
  - ii) be readily opened by an alternative method satisfying the requirements of Paragraph 3.17.2 a).

**COMMENT:**

1. There should be a place in a *building* management plan procedure, which has been approved by the *building consent authority*, to ensure that all *escape route* doors are unlocked when anybody is lawfully in the *building*.
2. Where people are held under restraint, alternative proposals are acceptable provided that they are consistent with the requirements of the "Fire Safety and Evacuation of Buildings Regulations 1992".
3. Where the method of operation of a locking device is not obvious, signage complying with NZBC Clause F8.3.1 should be provided to indicate the location and release procedure for the locking device. For example, pressing a button on a wall beside the door.
4. NZBC Clause C2.3.3 (b) requires *escape routes* to be "free of obstruction in the direction of escape". This does not prevent *owners*, for security purposes, locking *escape route* doors when the *building* is unoccupied.

Amend 7  
Nov 2008**Direction of opening**

**3.17.3** Doors on *escape routes* shall be hung to open in the direction of escape, and where escape may be in either direction doors shall swing both ways. These requirements need not apply where the number of occupants using the door is no greater than:

- a) 20 in an *open path*, or
- b) 10 into and within an *exitway* including *final exit* doors.

Amend 7  
Nov 2008

**6.8.3** Service vehicle loading and unloading areas within the perimeter walls of a *building* containing *purpose group* SR, shall meet the requirements of Paragraphs 6.10.3 to 6.10.5.

**COMMENT:**

Service vehicles include commercial vehicles such as delivery vans, refuse pick-up vehicles and the like.

**6.8.4** Where a car parking garage is provided solely for the use of the occupants of an individual *household unit* in *purpose group* SR, it is acceptable for that garage to be included within the *household unit firecell*. However, where garaging is provided for vehicles of occupants of more than one *household unit*, that space shall be a separate *firecell* complying with the requirements of Paragraphs 6.10.3 to 6.10.5.

**6.8.5** For *purpose group* SR, Table 4.1/5 describes the required *fire safety precautions*, and Paragraphs 7.10.6 to 7.10.8 describe the *fire* rating requirements for *external walls*.

**6.8.6** Each *household unit* in *purpose group* SR, whether or not containing upper floors, shall be treated as a single floor *firecell* when applying Table 4.1/5 to determine the required *fire safety precautions*.

**COMMENT:**

1. This means that for individual SR *household units* located only side by side at ground level, the only *fire* safety requirement is for *fire separations* (*FRR* no less than 30/30/30) between adjoining units. See Paragraph 6.2.1 concerning F0 rated *firecells*.
2. For three or more *household units* vertically one above the other, the provisions of Table 4.1/5 apply to all units in the *building*.

**6.9 Purpose Group IE**

**6.9.1** *Exitways* unless external and separated by distance, shall comprise *protected paths* which are *smokecells*, and/or *safe paths* which are *firecells*. Restrictions on the length of *protected paths* are given in Paragraph 3.4.

**6.9.2** The *safe path* shall be separated from all adjoining *firecells* by *fire separations* having the same *FRR* throughout its length. The *FRR* shall be the greater of F 30 or the F rating of the highest rated adjoining *firecell* as determined by Table 4.1.

**6.9.3** *Safe paths* which are stairs leading from lower floors or *basements* and which continue to floors above the level of the *final exit*, shall have the lower levels *fire* separated from the *final exit* level. The *fire separation* shall have a *FRR* of 30/30/30, or that required for the lower level, whichever is the greater.

**6.9.4** *Safe paths* which are long corridors shall be subdivided by *smoke separations* in accordance with Paragraph 6.13.

**6.9.5** Air ducts passing through *exitways* shall not include *combustible* materials.

**Ventilation in enclosed exitways for purpose groups SC, SD, SR and SA**

**6.9.6** Where pressurisation complying with AS/NZS 1668: Part 1 is not provided, for *purpose groups* SC, SD, SR and SA, *exitways* serving two or more *suites* or *household units* shall be ventilated in accordance with Paragraphs 6.9.7 and 6.9.8 except that, no ventilation is required when any of the following conditions occur:

- a) The *suite* or *household unit* opens directly into a *safe path* or *protected path*, not shared by any other *suite* or *household unit*, before reaching a shared *exitway*, or
- b) The *escape height* is no greater than 4.0 m, or
- c) Upon leaving the *suite* or *household unit*, there is more than one direction of escape, or

Amend 5  
Oct 2005

Amend 4  
Oct 2005

# Bijlage 5 Kosten technische voorzieningen



## Rookafvoer trappenhuizen

Project : Rookafvoer trappenhuizen  
Projectnummer : 11102

Opdrachtgever : Adviesburo Nieman  
Architect :  
Constructeur :

Peildatum : 1-6-2011  
Bebouwde oppervlakte : m2  
Bruto vloeroppervlak : m2  
Bruto inhoud : m3

Bijbehorende documenten :

Versie : r1

**Rookafvoer trappenhuisen**

Raming voorzieningen portiek 5 lagen, 2 won p/laag

| Code      | Omschrijving   | Hoef Ehd | Prijs/ehd | Totaal | Aantekening                      |
|-----------|--|----------|-----------|--------|----------------------------------|
| <b>1</b>  | <b>Zelfsluitende woningtoegangsdeuren</b>                  |          |           |        |                                  |
| <b>1a</b> | <b>Conventionele deurdrangers</b>                          |          |           |        |                                  |
|           | Conventionele deurdranger Dorma og                         | 10,00 st | 150,50    | 1.505  |                                  |
|           | Totaal: Conventionele deurdrangers                         | 1,00 pst | 1.505,00  | 1.505  |                                  |
| <b>1b</b> | <b>Rookmelder gestuurde dranger</b>                        |          |           |        |                                  |
|           | Vrijloop deurdranger Dorma TS99 FLR                        | 10,00 st | 849,00    | 8.490  | Ingebouwde rookmelder            |
|           | Aansluiting 230v   | 10,00 st | 150,00    | 1.500  |                                  |
|           | Totaal: Rookmelder gestuurde dranger                       | 1,00 pst | 9.990,00  | 9.990  |                                  |
| <b>1c</b> | <b>Gestuurde dranger, gekoppelde rookmeld</b>              |          |           |        |                                  |
|           | Vrijloop deurdranger Dorma TS99 FL                         | 10,00 st | 424,00    | 4.240  |                                  |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Totaal: Gestuurde dranger, gekoppelde rookm                | 1,00 pst | 4.985,00  | 4.985  | Dmv gekoppelde rookmelders       |
| <b>2</b>  | <b>Natuurlijke ventilatie</b>                              |          |           |        |                                  |
| <b>2a</b> | <b>Handmatig bediende rookluiken 1 m<sup>2</sup></b>       |          |           |        |                                  |
|           | Rookluik 760x1620mm  | 1,00 st  | 4.722,00  | 4.722  | Incl. controlekast en rookdetect |
|           | Aansluiting 230v   | 1,00 st  | 250,00    | 250    |                                  |
|           | Totaal: Handmatig bediende rookluiken 1 m <sup>2</sup>     | 1,00 pst | 4.972,00  | 4.972  |                                  |
| <b>2b</b> | <b>Gestuurde rookluiken</b>                                |          |           |        |                                  |
|           | Rookluik 760x1620mm  | 1,00 st  | 4.722,00  | 4.722  | Incl. controlekast en rookdetect |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit  | 1,00 st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Totaal: Gestuurde rookluiken                               | 1,00 pst | 6.217,00  | 6.217  | Dmv gekoppelde rookmelders       |
| <b>2c</b> | <b>Gestuurde rookluiken + gevelopeningen</b>               |          |           |        |                                  |
|           | Rookluik 760x1620mm  | 1,00 st  | 4.722,00  | 4.722  | Incl. controlekast en rookdetect |
|           | Gevelraam 1 m <sup>2</sup> elektr. openend                 | 2,00 st  | 1.648,00  | 3.296  |                                  |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit  | 1,00 st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Totaal: Gestuurde rookluiken + gevelopeninge               | 1,00 pst | 9.513,00  | 9.513  | Dmv gekoppelde rookmelders       |
| <b>3</b>  | <b>Mechanische ventilatie</b>                              |          |           |        |                                  |
| <b>3a</b> | <b>Mech. afvoer 42.000m<sup>3</sup>/h in dak</b>           |          |           |        |                                  |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit  | 1,00 st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Dakventilator 42.000m <sup>3</sup> /h                      | 1,00 st  | 7.500,00  | 7.500  |                                  |
|           | Totaal: Mech. afvoer 42.000m <sup>3</sup> /h in dak        | 1,00 pst | 8.995,00  | 8.995  | Dmv gekoppelde rookmelders       |
| <b>3b</b> | <b>Mech. afvoer 42.000m<sup>3</sup>/h in dak + toevoer</b> |          |           |        |                                  |
|           | Dakventilator 42.000m <sup>3</sup> /h                      | 1,00 st  | 7.500,00  | 7.500  |                                  |
|           | Gevelraam 1 m <sup>2</sup> elektr. openend                 | 2,00 st  | 1.648,00  | 3.296  |                                  |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit  | 1,00 st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Totaal: Mech. afvoer 42.000m <sup>3</sup> /h in dak + toev | 1,00 pst | 12.291,00 | 12.291 | Dmv gekoppelde rookmelders       |
| <b>3c</b> | <b>Overdrukinstallatie 42.000m<sup>3</sup>/h</b>           |          |           |        |                                  |
|           | Dakventilator 42.000m <sup>3</sup> /h; overdruk            | 1,00 st  | 9.000,00  | 9.000  |                                  |
|           | Rookmelders, gekoppeld                                     | 5,00 st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit  | 1,00 st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Luchtdicht maken trappenhuis                               | 5,00 eta | 496,00    | 2.480  |                                  |
|           | Totaal: Overdrukinstallatie 42.000m <sup>3</sup> /h        | 1,00 pst | 12.975,00 | 12.975 | Systeem D NEN-EN 12101-6         |

| Code      | Omschrijving                                       | Hoev | Ehd | Prijs/ehd | Totaal | Aantekening                      |
|-----------|--|------|-----|-----------|--------|----------------------------------|
| <b>3d</b> | <b>Mech. toevoer in gevel 42.000m³/h + nat. af</b> |      |     |           |        |                                  |
|           | Ventilator in gevel 42.000m³/h                     | 1,00 | st  | 12.000,00 | 12.000 |                                  |
|           | Rookluik 760x1620mm                                | 1,00 | st  | 4.722,00  | 4.722  | Incl. controlekast en rookdetect |
|           | Rookmelders, gekoppeld                             | 5,00 | st  | 149,00    | 745    |                                  |
|           | Centrale unit                                      | 1,00 | st  | 750,00    | 750    |                                  |
|           | Totaal: Mech. toevoer in gevel 42.000m³/h + n      | 1,00 | pst | 18.217,00 | 18.217 | Dmv gekoppelde rookmelders       |

## TOTAALOVERZICHT

Project : Rookafvoer trappenhuizen  
 Projectnummer : 11102

| Omschrijving   | directe kosten | overhead<br>25% | totaal excl. BTW |
|--|----------------|-----------------|------------------|
| <b>1 Zelfsluitende woningtoegangsdeuren</b>                      |                |                 |                  |
| 1a Conventionele deurdrangers                                    | € 1.505        | € 376           | € 1.881          |
| 1b Rookmelder gestuurde dranger                                  | € 9.990        | € 2.498         | € 12.488         |
| 1c Gestuurde dranger, gekoppelde rookmelders                     | € 4.985        | € 1.246         | € 6.231          |
| <b>2 Natuurlijke ventilatie</b>                                  |                |                 |                  |
| 2a Handmatig bediende rookluiken 1 m <sup>2</sup>                | € 4.972        | € 1.243         | € 6.215          |
| 2b Gestuurde rookluiken  | € 6.217        | € 1.554         | € 7.771          |
| 2c Gestuurde rookluiken + gevelopeningen                         | € 9.513        | € 2.378         | € 11.891         |
| <b>3 Mechanische ventilatie</b>                                  |                |                 |                  |
| 3a Mech. afvoer 42.000m <sup>3</sup> /h in dak                   | € 8.995        | € 2.249         | € 11.244         |
| 3b Mech. afvoer 42.000m <sup>3</sup> /h in dak + toevoer gevel   | € 12.291       | € 3.073         | € 15.364         |
| 3c Overdrukinstallatie 42.000m <sup>3</sup> /h                   | € 12.975       | € 3.244         | € 16.219         |
| 3d Mech. toevoer in gevel 42.000m <sup>3</sup> /h + nat. afv. d: | € 18.217       | € 4.554         | € 22.771         |

Meerkosten bij bestaande bouw: 20%

# Bijlage 6 Beoordeling risicoreductie van technische voorzieningen





Totaal

| Situatie |                                 | Veiligheidsniveau bij scenario |          |          |                     |          |          | Totaal | Risiconiveau |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|----------|----------|---------------------|----------|----------|--------|--------------|
|          |                                 | brandstof beheerst             |          |          | ventilatie beheerst |          |          |        |              |
|          |                                 | Aspect 1                       | Aspect 2 | Aspect 3 | Aspect 1            | Aspect 2 | Aspect 3 |        |              |
| 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                  |                                |          |          |                     |          |          |        |              |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |                                |          |          |                     |          |          |        |              |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 0                              | 0        | 1        | 6                   | 4        | 2        | 13     | 62%          |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 0                              | 0        | 1        | 12                  | 6        | 2        | 21     | 38%          |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |                                |          |          |                     |          |          |        |              |
| 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*          | 10                             | 4        | 2        | 12                  | 6        | 2        | 36     | 22%          |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 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                        | 4                              | 2        | 2        | 4                   | 2        | 2        | 16     | 50%          |
| D4       | B1 + C2b                        | 12                             | 6        | 2        | 12                  | 6        | 2        | 40     | 20%          |

\* debiet 10.577 m3/h, overige debieten 42.120 m3/h

| Situatie |                                 | Veiligheidsniveau bij scenario |          |          |        |              |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|----------|----------|--------|--------------|
|          |                                 | brandstof beheerst             |          |          | Totaal | Risiconiveau |
|          |                                 | Aspect 1                       | Aspect 2 | Aspect 3 |        |              |
| A        | Referentie                      | 0                              | 1        | 1        | 2      | 100%         |
| B        | Bronreductie                    |                                |          |          |        |              |
| B1       | deurdranger 60 s                | 4                              | 2        | 2        | 8      | 25%          |
| B2       | deurdranger 30 s                | 8                              | 4        | 2        | 14     | 14%          |
| C        | Effectreductie                  |                                |          |          |        |              |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |                                |          |          |        |              |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 0                              | 0        | 1        | 1      | 200%         |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 0                              | 0        | 1        | 1      | 200%         |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |                                |          |          |        |              |
| c2a      | afvoer zonder toevoer           | 0                              | 0        | 1        | 1      | 200%         |
| c2b      | afvoer met natuurlijke toevoer  | 0                              | 1        | 1        | 2      | 100%         |
| c2c      | toevoer zonder afvoer*          | 10                             | 4        | 2        | 16     | 13%          |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 12                             | 6        | 2        | 20     | 10%          |
| D        | Combinaties                     |                                |          |          |        |              |
| D1       | B1 + C1a                        | 4                              | 2        | 2        | 8      | 25%          |
| D2       | B1 + C1b                        | 12                             | 6        | 2        | 20     | 10%          |
| D3       | B1 + C2a                        | 4                              | 2        | 2        | 8      | 25%          |
| D4       | B1 + C2b                        | 12                             | 6        | 2        | 20     | 10%          |

\* debiet 10.577 m3/h, overige debieten 42.120 m3/h

| Situatie |                                 | Veiligheidsniveau bij scenario |          |          |        |              |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|----------|----------|--------|--------------|
|          |                                 | ventilatie beheerst            |          |          | Totaal | Risiconiveau |
|          |                                 | Aspect 1                       | Aspect 2 | Aspect 3 |        |              |
| A        | Referentie                      | 2                              | 2        | 2        | 6      | 100%         |
| B        | Bronreductie                    |                                |          |          |        |              |
| B1       | deurdranger 60 s                | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| B2       | deurdranger 30 s                | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| C        | Effectreductie                  |                                |          |          |        |              |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |                                |          |          |        |              |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 6                              | 4        | 2        | 12     | 50%          |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |                                |          |          |        |              |
| c2a      | afvoer zonder toevoer           | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| c2b      | afvoer met natuurlijke toevoer  | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| c2c      | toevoer zonder afvoer*          | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| D        | Combinaties                     |                                |          |          |        |              |
| D1       | B1 + C1a                        | 4                              | 2        | 2        | 8      | 75%          |
| D2       | B1 + C1b                        | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |
| D3       | B1 + C2a                        | 4                              | 2        | 2        | 8      | 75%          |
| D4       | B1 + C2b                        | 12                             | 6        | 2        | 20     | 30%          |

\* debiet 10.577 m3/h, overige debieten 42.120 m3/h

Letselcriteria, weging:

| Criteria    | Portiek voldoet voor alle woningen | portiek voldoet voor een deel van de woningen | portiek voldoet voor geen van de woningen |
|-------------|------------------------------------|---|---|
| Temperatuur | 4                                  | 2   | 0   |
| Zichtlengte | 2                                  | 1   | 0   |

Maximale score = 6

Minimale score = 0

### Aspect 1: Veiligheid bewoners: Slachtofferrisico bij toetsing aan letselcriteria

| ventilatie beheerst |                                 |               |               |               |               |               |               |        |
|---------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
|                     |                                 | Temperatuur   |               |               | Zichtlengte   |               |               | Totaal |
|                     |                                 | alle woningen | deel woningen | geen woningen | alle woningen | deel woningen | geen woningen |        |
| <b>A</b>            | <b>Referentie</b>               |               | 1             |               |               |               | 0             | 1      |
| <b>B</b>            | <b>Bronreductie</b>             |               |               |               |               |               |               |        |
| B1                  | deurdranger 60 s                | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| B2                  | deurdranger 30 s                | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>C</b>            | <b>Effectreductie</b>           |               |               |               |               |               |               |        |
|                     | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c1a                 | afvoer zonder toevoer           |               | 1             |               |               | 2             |               | 3      |
| c1b                 | afvoer met toevoer              | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
|                     | <i>mechanische ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c2a                 | afvoer zonder toevoer           | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2b                 | afvoer met natuurlijke toevoer  | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2c                 | toevoer zonder afvoer*          | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2d                 | toevoer met natuurlijke toevoer | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>D</b>            | <b>Combinaties</b>              |               |               |               |               |               |               |        |
| D1                  | B1 + C1a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D2                  | B1 + C1b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| D3                  | B1 + C2a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D4                  | B1 + C2b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

| brandstof beheerst |                                 |               |               |               |               |               |               |        |
|--------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
|                    |                                 | Temperatuur   |               |               | Zichtlengte   |               |               | Totaal |
|                    |                                 | alle woningen | deel woningen | geen woningen | alle woningen | deel woningen | geen woningen |        |
| <b>A</b>           | <b>Referentie</b>               |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| <b>B</b>           | <b>Bronreductie</b>             |               |               |               |               |               |               |        |
| B1                 | deurdranger 60 s                | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| B2                 | deurdranger 30 s                | 2             |               |               |               | 2             |               | 4      |
| <b>C</b>           | <b>Effectreductie</b>           |               |               |               |               |               |               |        |
|                    | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c1a                | afvoer zonder toevoer           |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| c1b                | afvoer met toevoer              |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
|                    | <i>mechanische ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c2a                | afvoer zonder toevoer           |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| c2b                | afvoer met natuurlijke toevoer  |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| c2c                | toevoer zonder afvoer*          |               | 1             |               | 4             |               |               | 5      |
| c2d                | toevoer met natuurlijke toevoer | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>D</b>           | <b>Combinaties</b>              |               |               |               |               |               |               |        |
| D1                 | B1 + C1a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D2                 | B1 + C1b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| D3                 | B1 + C2a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D3                 | B1 + C2b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

|          | Totaal                          |    |
|----------|---------------------------------|----|
| <b>A</b> | <b>Referentie</b>               | 1  |
| <b>B</b> | <b>Bronreductie</b>             |    |
| B1       | deurdranger 60 s                | 8  |
| B2       | deurdranger 30 s                | 10 |
| <b>C</b> | <b>Effectreductie</b>           |    |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |    |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 3  |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 6  |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |    |
| c2a      | afvoer zonder toevoer           | 6  |
| c2b      | afvoer met natuurlijke toevoer  | 6  |
| c2c      | toevoer zonder afvoer*          | 11 |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 12 |
| <b>D</b> | <b>Combinaties</b>              |    |
| D1       | B1 + C1a                        | 4  |
| D2       | B1 + C1b                        | 12 |
| D3       | B1 + C2a                        | 4  |
| D3       | B1 + C2b                        | 12 |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

Letselcriteria, weging:

| Criteria    | Portiek voldoet voor alle woningen | portiek voldoet voor een deel van de woningen | portiek voldoet voor geen van de woningen |
|-------------|------------------------------------|---|---|
| Temperatuur | 4                                  | 2   | 0   |
| Zichtlengte | 2                                  | 1   | 0   |

Maximale score = 6

Minimale score = 0

## Aspect 2: Veiligheid hulpverleners: Slachtofferrisico bij toetsing aan letselcriteria

| ventilatie beheerst |                                 |               |               |               |               |               |               |        |
|---------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
|                     |                                 | Temperatuur   |               |               | Zichtlengte   |               |               | Totaal |
|                     |                                 | alle woningen | deel woningen | geen woningen | alle woningen | deel woningen | geen woningen |        |
| <b>A</b>            | <b>Referentie</b>               | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| <b>B</b>            | <b>Bronreductie</b>             |               |               |               |               |               |               |        |
| B1                  | deurdranger 60 s                | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| B2                  | deurdranger 30 s                | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>C</b>            | <b>Effectreductie</b>           |               |               |               |               |               |               |        |
|                     | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c1a                 | afvoer zonder toevoer           | 2             |               |               |               | 2             |               | 4      |
| c1b                 | afvoer met toevoer              | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
|                     | <i>mechanische ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c2a                 | afvoer zonder toevoer           | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2b                 | afvoer met natuurlijke toevoer  | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2c                 | toevoer zonder afvoer*          | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| c2d                 | toevoer met natuurlijke toevoer | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>D</b>            | <b>Combinaties</b>              |               |               |               |               |               |               |        |
| D1                  | B1 + C1a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D2                  | B1 + C1b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| D3                  | B1 + C2a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D4                  | B1 + C2b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

| brandstof beheerst |                                 |               |               |               |               |               |               |        |
|--------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
|                    |                                 | Temperatuur   |               |               | Zichtlengte   |               |               | Totaal |
|                    |                                 | alle woningen | deel woningen | geen woningen | alle woningen | deel woningen | geen woningen |        |
| <b>A</b>           | <b>Referentie</b>               |               | 1             |               |               |               | 0             | 1      |
| <b>B</b>           | <b>Bronreductie</b>             |               |               |               |               |               |               |        |
| B1                 | deurdranger 60 s                | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| B2                 | deurdranger 30 s                | 2             |               |               |               | 2             |               | 4      |
| <b>C</b>           | <b>Effectreductie</b>           |               |               |               |               |               |               |        |
|                    | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c1a                | afvoer zonder toevoer           |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| c1b                | afvoer met toevoer              |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
|                    | <i>mechanische ventilatie</i>   |               |               |               |               |               |               |        |
| c2a                | afvoer zonder toevoer           |               |               | 0             |               |               | 0             | 0      |
| c2b                | afvoer met natuurlijke toevoer  |               | 1             |               |               |               | 0             | 1      |
| c2c                | toevoer zonder afvoer*          | 2             |               |               |               | 2             |               | 4      |
| c2d                | toevoer met natuurlijke toevoer | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| <b>D</b>           | <b>Combinaties</b>              |               |               |               |               |               |               |        |
| D1                 | B1 + C1a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D2                 | B1 + C1b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |
| D3                 | B1 + C2a                        | 2             |               |               |               |               | 0             | 2      |
| D3                 | B1 + C2b                        | 2             |               |               | 4             |               |               | 6      |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

|          |                                 | Totaal |
|----------|---------------------------------|--------|
| <b>A</b> | <b>Referentie</b>               | 3      |
| <b>B</b> | <b>Bronreductie</b>             |        |
| B1       | deurdranger 60 s                | 8      |
| B2       | deurdranger 30 s                | 10     |
| <b>C</b> | <b>Effectreductie</b>           |        |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |        |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 4      |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 6      |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |        |
| c2a      | afvoer zonder toevoer           | 6      |
| c2b      | afvoer met natuurlijke toevoer  | 7      |
| c2c      | toevoer zonder afvoer*          | 10     |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 12     |
| <b>D</b> | <b>Combinaties</b>              |        |
| D1       | B1 + C1a                        | 4      |
| D2       | B1 + C1b                        | 12     |
| D3       | B1 + C2a                        | 4      |
| D3       | B1 + C2b                        | 12     |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h

Branduitbreidingscriteria, weging:

| Criteria    | portiek voldoet over de gehele hoogte | portiek voldoet over een deel van de hoogte | portiek voldoet niet over de gehele hoogte |
|-------------|---------------------------------------|---|--|
| Temperatuur | 2                                     | 1   | 0  |

Maximale score = 2

Minimale score = 0

### Aspect 3: Veiligheid van omgeving: branduitbreidingsrisico bij toetsing aan branduitbreidingscriteria portiek

|          |                                 | Temperatuur         |               |               |                    |               |               |        |
|----------|---------------------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------|
|          |                                 | ventilatie beheerst |               |               | brandstof beheerst |               |               |        |
|          |                                 | alle woningen       | deel woningen | geen woningen | alle woningen      | deel woningen | geen woningen | Totaal |
| <b>A</b> | <b>Referentie</b>               | 2                   |               |               |                    | 1             |               | 3      |
| <b>B</b> | <b>Bronreductie</b>             |                     |               |               |                    |               |               |        |
| B1       | deurdranger 60 s                | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| B2       | deurdranger 30 s                | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| <b>C</b> | <b>Effectreductie</b>           |                     |               |               |                    |               |               |        |
|          | <i>natuurlijke ventilatie</i>   |                     |               |               |                    |               |               |        |
| c1a      | afvoer zonder toevoer           | 2                   |               |               |                    | 1             |               | 3      |
| c1b      | afvoer met toevoer              | 2                   |               |               |                    | 1             |               | 3      |
|          | <i>mechanische ventilatie</i>   |                     |               |               |                    |               |               |        |
| c2a      | afvoer zonder toevoer           | 2                   |               |               |                    | 1             |               | 3      |
| c2b      | afvoer met natuurlijke toevoer  | 2                   |               |               |                    | 1             |               | 3      |
| c2c      | toevoer zonder afvoer*          | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| c2d      | toevoer met natuurlijke toevoer | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| <b>D</b> | <b>Combinaties</b>              |                     |               |               |                    |               |               |        |
| D1       | B1 + C1a                        | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| D2       | B1 + C1b                        | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| D3       | B1 + C2a                        | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |
| D4       | B1 + C2b                        | 2                   |               |               | 2                  |               |               | 4      |

\* debiet 10.577 m<sup>3</sup>/h, overige debieten 42.120 m<sup>3</sup>/h



[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