



NEDERLANDS INSTITUUT  
FYSIEKE VEILIGHEID *Nibra*

# Analysemodel vluchtveiligheid

Systematische analyse van vluchtveiligheid van gebouwen



## **Colofon**

Titel: Analysemodel vluchtveiligheid. Systematische analyse van vluchtveiligheid van gebouwen

Datum: 10 september 2010

Auteurs: M. Kobes  
N. Oberijé

# **Analysemodel vluchtveiligheid**

## **Systematische analyse van vluchtveiligheid van gebouwen**

Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem

T 026 355 24 00  
F 026 351 50 51  
[info@nifv.nl](mailto:info@nifv.nl)



**Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*:**

*Wij ontwikkelen kennis, dragen bij aan de vakontwikkeling voor brandweer, geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen (GHOR), crisisbeheersing en leiderschapsontwikkeling en vergroten zo de fysieke veiligheid.*

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Doel, toepassingsgebied en verificatie</b>	<b>6</b>
2.1	Doel van het gebruik van het analysemodel vluchtveiligheid	6
2.2	Toepassingsgebied van het analysemodel vluchtveiligheid	6
2.3	Verificatie: Gebruikstest middels een case study	7
<b>3</b>	<b>Kritische factoren voor vluchtveiligheid</b>	<b>8</b>
3.1	Theoretisch model	8
3.2	Beschrijving van de brandkenmerken	9
3.3	Beschrijving van de gebouwkenmerken	11
3.4	Beschrijving van de menskenmerken	13
<b>4</b>	<b>Operationalisatie van de kritische factoren voor vluchtveiligheid</b>	<b>15</b>
4.1	Mate van vluchtveiligheid	15
4.2	Operationalisatie van de brandkenmerken	16
4.3	Operationalisatie van de gebouwkenmerken	17
4.4	Operationalisatie van de menskenmerken	18
	<b>Literatuur</b>	<b>20</b>
	<b>Bijlage - Casus: Evaluatie van een brand in een voetbalstadion</b>	<b>23</b>
1.	Brand in voetbalstadion Euroborg	23
2.	Beschrijving bouwkundige situatie Euroborg	24
3.	Toepassing Analysemodel Vluchtveiligheid	25
4.	Conclusies en aanbevelingen	35



## 1 Inleiding

Voor gebouwonwerpers is het van essentieel belang om het menselijk gedrag in de gebouwde omgeving te begrijpen. Dit inzicht hebben ze nodig om de benodigde brandveiligheidsmaatregelen in een gebouwonwerp te kunnen bepalen. Belangrijke indicatoren voor de brandveiligheid van een gebouw zijn dan ook de mate waarin het gebouw een risico vormt voor de aanwezigen en de mate van zelfredzaamheid bij brand van de gebouwpopulatie. In de eerste fase van een brand zijn de aanwezigen in een gebouw namelijk vooral op zichzelf en op de mensen in hun directe omgeving aangewezen. Externe hulp, bijvoorbeeld van de brandweer, komt pas enkele minuten nadat een melding van het incident is gedaan. Dit gebeurt alleen wanneer de externe hulpverleners daadwerkelijk worden gealarmeerd. Het gedrag van mensen in de eerste fase van een brand is het meest bepalend voor de kans om de brand te overleven<sup>1</sup>.

In het ideale geval ontdekken de aanwezigen in een gebouw de brand snel nadat deze is ontstaan, vluchten zij zodra ze rook zien of een brandalarm horen en verlaten zij het gebouw via de dichtstbijzijnde (nood)uitgang. In de praktijk blijkt dat mensen zich doorgaans niet 'ideaal' gedragen in geval van brand. Dit betekent ook dat uitgangspunten in brandveiligheidsbeleid niet noodzakelijkerwijs overeenkomen met het werkelijke gedrag bij brand. Het gedrag bij brand is namelijk afhankelijk van de fysieke en situationele omgeving waarin mensen zich bevinden. Om het brandveiligheidsbeleid af te stemmen op het werkelijke gedrag bij brand zou wetenschappelijke kennis op gebied van psychonomie gebruikt moeten worden bij het bepalen van de brandveiligheidsvoorzieningen. Psychonomie is de wetenschap over de interactie tussen de omgeving en het gedrag van mensen in deze omgeving. In de psychonomie gaat het erom te ontdekken wat de wetmatigheden zijn die het menselijk gedrag bepalen. Deze wetmatigheden geven inzicht hoe mensen informatie verwerken.

Bij psychonomie op het gebied van brandveiligheid gaat het vooral om de menselijke perceptie van brand en de gebouwde omgeving. Bij het bepalen van de benodigde brandveiligheidsvoorzieningen, is dan ook inzicht nodig in de interactie tussen de omgevingsfactoren (dat is de brandsituatie, het gebouwonwerp en de sociale factoren) op de mate van zelfredzaamheid bij brand. Bovendien is een kennis nodig over de beleidsmaatregelen die de aanwezigen in een gebouw ondersteunen bij hun zelfredzaamheid bij brand. De zelfredzaamheid bij brand is het menselijk vermogen om signalen van gevaar waar te nemen en te interpreteren, om beslissingen te nemen en om acties uit te voeren die gericht zijn op het overleven van een brandsituatie. Deze definitie is gebaseerd op de kennis over het ontwikkelingsproces van het menselijk gedrag bij brand. Het menselijk gedrag bij brand is gerelateerd aan drie bepalende fasen in het ontwikkelingsproces, waarin de volgende basisactiviteiten worden uitgevoerd :

- bewustwording van gevaar door externe stimuli (periode van bewustwording)
- validatie van en reactie op gevaarsignalen (periode van besluitvorming)
- uitvoeren van een actie, zoals het vluchten naar een veilige plaats (periode van verplaatsing).

---

<sup>1</sup> Purser en Bensilum 2001; Pires 2005

De mate van zelfredzaamheid van mensen bij brand in een gebouw wordt bepaald door drie aspecten, namelijk de 'brandkenmerken', de 'gebouwkenmerken' en de 'mensenkenmerken'.

Vluchten is een uiting van zelfredzaam gedrag bij brand. Daarmee is de mate van vluchtveiligheid van een gebouw ook afhankelijk van de drie genoemde aspecten. Per aspect zijn er kritische factoren te benoemen die van invloed zijn op de vluchtveiligheid. Deze kritische factoren zijn in een model samengebracht, namelijk in het 'analysemodel vluchtveiligheid'. Het model is gebaseerd op bevindingen uit een literatuurstudie naar de brandveiligheid van gebouwen en het menselijk gedrag bij brand.

## 2 Doel, toepassingsgebied en verificatie

### 2.1 Doel van het gebruik van het analysemodel vluchtveiligheid

Het doel van het gebruik van het 'analysemodel vluchtveiligheid' is om op systematische wijze de kritische aspecten van vluchtveiligheid in een gebouw (of bouwwerk) te analyseren. Het model biedt een analysekader waarin alle aspecten die van invloed kunnen zijn op het menselijk gedrag bij brand aan de orde komen. Aspecten die een negatieve invloed hebben op de zelfredzaamheid bij brand kunnen vervolgens nader geanalyseerd worden. Verder is het mogelijk om aan de hand van de nadere analyse van de aspecten met een negatieve invloed aanbevelingen op te stellen voor de verbetering van de vluchtveiligheid in het gebouw(ontwerp).

### 2.2 Toepassingsgebied van het analysemodel vluchtveiligheid

Het 'analysemodel vluchtveiligheid' kan gebruikt worden voor de systematische analyse van de kritische aspecten van vluchtveiligheid in:

- een nieuw te bouwen gebouw (fase van gebouwontwerp)
- een bestaand gebouw (fase van gebruik van een gebouw)
- een bestaand gebouw waarin brand is geweest (fase van brandevaluatie).

#### *Toepassing in de fase van gebouwontwerp*

Het 'analysemodel vluchtveiligheid' kan in deze fase gebruikt worden om de risico's op gebied van vluchtveiligheid te bepalen, uitgaande de kenmerken van het gebouwontwerp en van de te verwachten gebouwpopulatie. Verder kan het model gebruikt worden om de maatgevende brand- en vluchtscenario's te bepalen. Deze risico's en scenario's kunnen vervolgens, bijvoorbeeld in het kader van FSE, gebruikt worden om de benodigde brandveiligheidsvoorzieningen te bepalen.

#### *Toepassing in de fase van gebruik van een gebouw*

Het 'analysemodel vluchtveiligheid' kan in deze fase gebruikt worden om de situatie van vluchtveiligheid in een bestaand gebouw vast te stellen. Door de systematische analyse van de kritische aspecten van vluchtveiligheid komen alle aspecten die van invloed kunnen zijn op het menselijk gedrag bij brand aan de orde. Vervolgens kunnen op basis van de aspecten met een negatieve invloed op de vluchtveiligheid aanbevelingen gedaan worden voor de verbetering van de vluchtveiligheid in het gebouw.



### *Toepassing in de fase van brandevaluatie*

Wanneer onverhoopt een brand is geweest in een bestaand gebouw, kan het 'analysemodel vluchtveiligheid' gebruikt worden om op systematische wijze de invloed van de gebouw-, brand- en menskenmerken op de mate van zelfredzaamheid (opnieuw) vast te stellen. Daarmee kan nieuwe data over brandveiligheidspsychonomie verzameld worden. Deze nieuwe data is nodig om de nog niet bekende invloeden in huidige 'analysemodel vluchtveiligheid' vast te stellen. Wanneer het analysemodel veelvuldig in brandevaluaties (en praktijkexperimenten) wordt toegepast, zou het huidige kwalitatieve (analyse-)model omgezet kunnen worden in een kwantitatief (reken-)model. Daarnaast kan de nieuwe data op gebied van brandveiligheidspsychonomie toegepast worden in andere bestaande FSE-instrumenten, zoals in evacuatiesimulatie software, en is het bruikbaar voor de verdere ontwikkeling van FSE-instrumenten.

### *Beperkingen*

Het 'analysemodel vluchtveiligheid' twee beperkingen, waarmee bij de toepassing van het model rekening gehouden moet worden.

De eerste beperking van het analysemodel is dat niet alle eigenschappen op basis van de bestaande literatuur voorspeld kunnen worden. Zo is het vooralsnog niet mogelijk om de invloed van vluchtrouteaanduiding te voorspellen. Dit geldt ook voor de invloed van een noodverlichtingsstelsel, de omvang van het gebouw, een lage bezettingsdichtheid, de gebruikersprofielen (zoals leeftijd, geslacht en beroep), de persoonlijkheid van de aanwezigen (zoals de mate van stressbestendigheid) en de bekendheid met de lay-out.

De tweede beperking is dat het gebruik van het model resulteert in een kwalitatieve analyse. De resultaten van de kwantitatieve analyse is een objectieve vaststelling van de aan- of afwezigheid van de verschillende kritische factoren en de kwaliteit van de aanwezige kritische factoren, met een subjectieve bepaling van het effect van de afwezigheid van factoren en de kwaliteit van aanwezige factoren op de mate van vluchtveiligheid. De resultaten zijn daarmee niet uitgedrukt in objectieve en meetbare kansen en effecten van de verschillende kritische factoren op de mate van vluchtveiligheid. Daarnaast is de betrouwbaarheid van de kwalitatieve weging van de effecten van verschillende kritische factoren afhankelijk van de deskundigheid van de gebruiker van het model. Deze beperking geldt overigens ook voor de toepassing van kwantitatieve (reken-)modellen, aangezien daarbij de betrouwbaarheid van het resultaat ook sterk afhankelijk is van de deskundigheid van de gebruiker.

## **2.3 Verificatie: Gebruikstest middels een case study<sup>2</sup>**

De toepassing van het 'analysemodel vluchtveiligheid' is in de praktijk getoetst door het als analysekader te gebruiken bij de evaluatie van de brand in het voetbalstadion Euroborg (april 2008). Uit deze toets is naar voren gekomen dat de toepassing van het 'analysemodel vluchtveiligheid' resulteert in een systematische analyse. Verder geeft het een duidelijk overzicht van en inzicht in de invloed van verschillende aspecten van de zelfredzaamheid van aanwezigen in een gebouw bij

---

<sup>2</sup> Gepubliceerd als Kobes M, Oberijé N, Post J, Weges J. Fire response performance model for a systematic analysis of evacuation safety in buildings – A case study of a fire in a football stadium, in: Proceedings of the 12th International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010. Interscience Communications, London, 2010; 861-872.

een brand. De kennis is nodig voor het bepalen van beleid voor brandveiligheid en voor de uitvoering van Fire Safety Engineering (FSE).

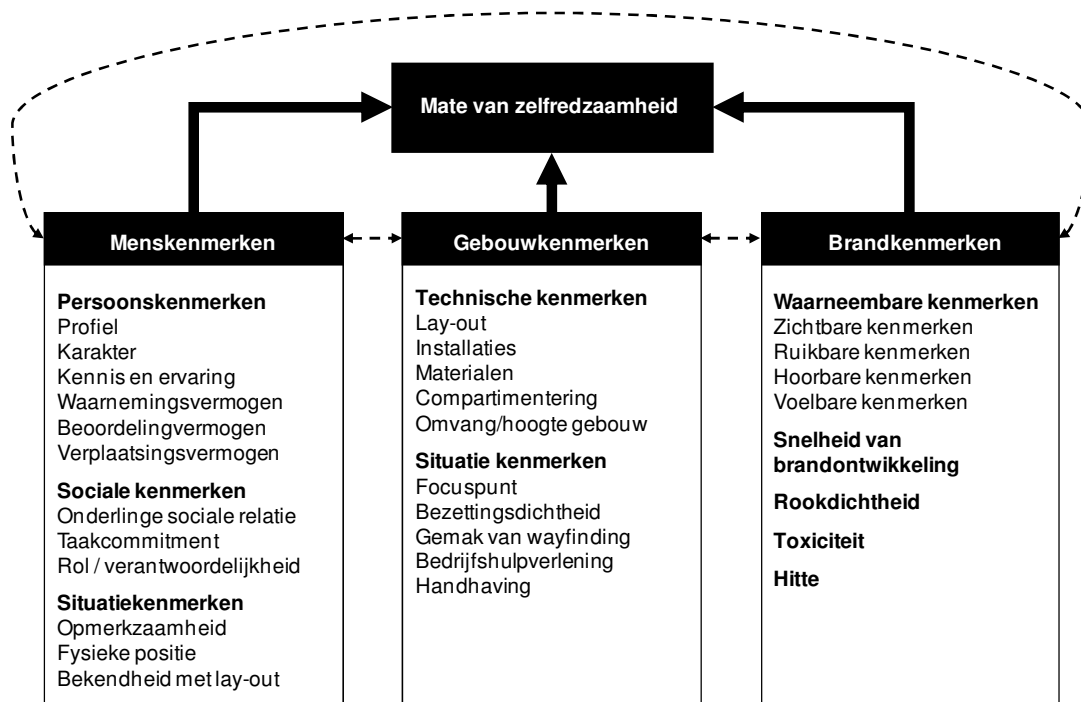
Hoewel het voetbalstadion een gebouw is, kan gesteld worden dat het geen 'typisch' gebouw is. Zo is het voetbalstadion bijvoorbeeld geen besloten ruimte, waardoor het brandverloop, de rookverspreiding, de wayfinding en andere gedragsaspecten mogelijk anders is dan in een besloten ruimte. Toch is uit de brandevaluatie naar voren gekomen dat de voorspellingen in het model, dat geënt is op onderzoek naar zelfredzaamheid bij brand in gebouwen, overeenkomen met de factoren die een rol hebben gespeeld bij de ontvluchting van de brand in het voetbalstadion.

De invloed van de persoonlijkheid van de aanwezigen, de onderlinge sociale relaties (welke supporters hoorden bij elkaar?), de alertheid (waren supporters wel of niet onder invloed van drank of drugs?) en de fysieke positie (sommige supporters stonden en anderen zaten) kon in de betreffende brandevaluatie niet vastgesteld worden vanwege onvoldoende onderzoeksgegevens. Dit is overigens geen indicatie dat de voorspellingen in het 'analysemodel vluchtveiligheid' incorrect zijn.

### 3 Kritische factoren voor vluchtveiligheid

#### 3.1 Theoretisch model

Het 'analysemodel vluchtveiligheid' geeft een overzicht van de kritische factoren die van invloed zijn op de vluchtveiligheid bij brand in een gebouw. Het overzicht van de kritische factoren zijn weergegeven in figuur 1.



**Figuur 1.** Kritische factoren voor vluchtveiligheid

Een uitvoerige beschrijving van de kritische factoren is in de volgende paragrafen opgenomen. In paragraaf 3.2 volgt eerst een beschrijving van de brandkenmerken, in paragraaf 3.3 zijn de gebouwkenmerken beschreven en paragraaf 3.4 omvat een beschrijving van de menskenmerken.

### 3.2 Beschrijving van de brandkenmerken

Brand is een belangrijke reden om uit een gebouw te vluchten. De effecten van brand beperken bovendien de mogelijkheid van mensen om een gebouw veilig te verlaten. Dit betekent dat brand invloed heeft op de mate van zelfredzaamheid. De kritische factoren voor zelfredzaamheid bij brand vanuit de brandkenmerken zijn:

- de waarneembare kenmerken van brand
- de snelheid van brandontwikkeling
- de rookdichtheid
- de toxiciteit van brand
- de hitte die bij brand vrijkomt.

#### *Waarneembare kenmerken*

De waarneembare kenmerken zijn onder te verdelen in zichtbare, ruikbare en hoorbare kenmerken. Deze kenmerken zijn van invloed op de snelheid van het ontdekken van een brand. Ook het voelen is onderdeel van het menselijk waarnemingsvermogen, maar blijkt echter geen sterke invloed te hebben op het ontdekken van brand. Uit diverse experimenten blijkt dat een ontruimingssignaal niet als een duidelijke aanwijzing voor brand wordt beschouwd<sup>3</sup>. De geur van rook of het zien van vlammen en rook zijn sterkere aanwijzingen voor een brand en de noodzaak van een ontvluchting<sup>4</sup>.

#### *Snelheid van brandontwikkeling*

De mate van brandontwikkeling kan worden bepaald aan de hand van een formule die uitgaat van een exponentiële groei. In de formule is het uitgangspunt dat de mate van brandontwikkeling afhankelijk is van de brandontwikkelingscoëfficiënt van het materiaal dat bij de brand betrokken is<sup>5</sup>. Er worden negen (standaard)brandkrommen met verschillende snelheden van brandontwikkeling onderscheiden<sup>6</sup>. De brandkromme van een ultrasnelle brandontwikkeling is van toepassing op branden waarin synthetische materialen zijn betrokken, zoals polyurethaan (PU).

De brandkrommen zijn overigens slechts een rekenkundige benadering van de brandontwikkeling en zijn niet noodzakelijkerwijs een weergave van een 'gemiddelde' brandontwikkeling. Toch is de snelheid van brandontwikkeling een belangrijke factor voor fataliteit bij brand, aangezien bij fatale branden veelal sprake is van een situatie die door overlevenden veelal wordt aangeduid als 'een plotseling zeer snelle branduitbreiding'<sup>7</sup>. Voorbeelden van fatale branden met een zeer snelle branduitbreiding zijn de brand in de Coconut Grove Dance Hall (Boston, 1942) waarbij 490 mensen zijn omgekomen, de brand in DuPont Plaza (Puerto Rico, 1986), waarbij 83 mensen het leven lieten, de brand in de discotheek in Gothenburg (Zweden, 1998) met 63 doden, de brand in café 't Hemeltje in

---

<sup>3</sup> Proulx 2003

<sup>4</sup> Proulx 2003; Tong en Canter 1985

<sup>5</sup> Tang en Beattie 1997; Chang en Huang 2005

<sup>6</sup> Chang en Huang 2005

<sup>7</sup> Sime 2001; Kobes 2008a

Volendam (2001), waarbij 14 mensen zijn omgekomen, en de brand in nachtclub/café The Station (Rhode Island, 2003), waarbij 100 dodelijke slachtoffers vielen.

#### *Rookdichtheid en toxiciteit*

De meeste<sup>8</sup> dodelijke slachtoffers bij brand zijn te wijten aan inhalatie van rook en giftige verbrandingsgassen<sup>9</sup>. Andere effecten van blootstelling aan verbrandingsgassen en rook zijn<sup>10</sup>:

- Uitschakeling van reactievermogen; bewusteloosheid.
- Vertraagde loopsnelheid of aangepast gedrag zoals de keuze voor een langere vluchtroute.
- Psychologische beperking voor ontvluchting als gevolg van de gevaarsperceptie van de betreffende persoon.
- Langdurige fysieke effecten<sup>11</sup>, zoals kanker, longbeschadiging en aantasting van het immuunsysteem<sup>12</sup>.

Verminderd zicht als gevolg van de rookdichtheid<sup>13</sup> en ademhalingsproblemen als gevolg van toxiciteit<sup>14</sup>, hebben een negatieve invloed op het gemak om de weg te vinden. Uit incidentevaluaties komt naar voren dat mensen tijdens een ontvluchting bij brand vaak geconfronteerd worden met rook<sup>15</sup>. Sommige mensen die door de rook naar buiten zijn gelopen, gaven aan dat zij tijdens de ontvluchting van route zijn gewijzigd, of zelfs zijn teruggelopen. Dit hebben zij gedaan vanwege ademhalingsproblemen, verminderd zicht, angst, of vanwege andere redenen<sup>16</sup>. Uit experimenten is gebleken dat mensen, wanneer sprake is van beperkt zicht, de neiging hebben om langs de wand te lopen<sup>17</sup>. Bovendien blijkt dat de loopsnelheid van mensen die geconfronteerd worden met rook en hitte langzamer is dan van mensen die in een situatie met een normale omgevingsconditie vluchten<sup>18</sup>. Het gebruik van geluidsbakens blijkt uit experimenten de loopsnelheid te versnellen<sup>19</sup>. Rook heeft ook invloed op de zichtlengte. De zichtlengte is de afstand waarbinnen objecten nog goed te zien zijn. Uit praktijkonderzoek door Jin<sup>20</sup> blijkt dat de zichtlengte voor mensen die bekend zijn met de omgeving ten minste 3-5 meter moet zijn. Voor mensen die niet bekend zijn met de omgeving, zoals het geval is bij bijeenkomstgebouwen, moet de zichtlengte ten minste 15-20 meter zijn. Uit praktijkonderzoek door Rasbash<sup>21</sup> komt naar voren dat de zichtlengte ten minste 10 meter moet zijn, ongeacht men wel of niet bekend is met de omgeving.

#### *Hitte*

Wanneer mensen gedurende een erg lange periode blootgesteld worden aan hitte, zullen zij negatieve effecten ervaren<sup>22</sup>. Eerst zullen zij fysieke effecten ondervinden, zoals zweten en het krijgen van een hogere hartslag<sup>23</sup>. Daardoor zal hun vermogen

<sup>8</sup> Gann 2004

<sup>9</sup> ISO 2004

<sup>10</sup> ISO 2004

<sup>11</sup> ISO 2004

<sup>12</sup> Blomqvist 2005

<sup>13</sup> Frantzich 1994; Jin 2002; Gwynne e.a. 2001; Isobe e.a. 2004; Nagai e.a. 2004

<sup>14</sup> Irvine e.a. 2000

<sup>15</sup> Frantzich 1994; Gwynne e.a. 2001

<sup>16</sup> Gwynne e.a. 2001

<sup>17</sup> Gwynne e.a. 2001; Isobe e.a. 2004; Nagai e.a. 2004; Boer 2002

<sup>18</sup> Frantzich 1994; Jin 2002; Isobe e.a. 2004; Nagai e.a. 2004

<sup>19</sup> Isobe e.a. 2004; Nagai e.a. 2004; Boer 2003

<sup>20</sup> Frantzich 1994; Jin 2002

<sup>21</sup> Frantzich 1994

<sup>22</sup> Purser 2002; Irvine e.a. 2004

<sup>23</sup> Graham en Roberts 2000

om beslissingen te nemen verslechteren. Wanneer mensen langer aan intense hitte worden blootgesteld, zullen zij gewond raken, zoals door brandwonden, wat uiteindelijk mogelijk leidt tot het overlijden van de gewonde persoon.

Aan de andere kant kan hitte voor mensen ook de belangrijkste reden zijn om te vluchten. Uit een video van de brand in het voetbalstadion Euroborg blijkt bijvoorbeeld dat de mensenmassa pas startte met vluchten nadat het extreem heet werd<sup>24</sup>. Een supporter zei namelijk: "Wat een hitte!", en vlak daarna: "Wegwezen hier!". Dat was het moment waarop de supporters van de tribune naar de uitgang vluchtten. Het is ook het moment in de brandontwikkeling waarop snel sprake kan zijn van een fatale omgevingsconditie. Er is sprake van een fatale omgevingsconditie als<sup>25</sup> de temperatuur in de omgeving hoger is dan 120°C, de hittestraling groter is dan 2.5 kW/m<sup>2</sup> of als het zuurstofgehalte lager is dan 12%. Een fatale omgevingsconditie kan snel ontstaan wanneer schuimrubbers of kunststoffen bij de brand betrokken raken. Uit videobeelden van de brand in nachtclub/café The Station blijkt bijvoorbeeld dat binnen 90 seconden na het ontstaan van de brand er al sprake was van een fatale omgevingsconditie<sup>26</sup>. Uit de metingen van de testbrand in het nagebouwde café is naar namelijk voren gekomen dat<sup>27</sup> de maximale hitteflux na 61 seconden werd bereikt, de temperatuur na 76 seconden hoger was dan 120°C en dat na 87 seconden het zuurstofgehalte lager was dan 12%.

### 3.3 Beschrijving van de gebouwenkenmerken

De tweede factor die van invloed is op de mate van zelfredzaamheid is de omgevingsfactor, het gebouw. Een gebouw is een fysiek omsloten omgeving waarin mensen aanwezig zijn en waarin activiteiten worden uitgevoerd. De fysieke kenmerken van een gebouw vormen de omgeving waarin mensen hun zelfredzame gedrag kunnen vertonen. Deze fysieke omgeving biedt de primaire voorwaarde voor de mogelijkheid van het overleven van een brandsituatie. De kritische factoren voor zelfredzaamheid bij brand vanuit de gebouwenkenmerken zijn de gebouwgebonden situatiekenmerken en de fysieke kenmerken.

#### *Gebouwgebonden situatiekenmerken*

De gebouwgebonden situatiekenmerken bestaan uit de bezettingsdichtheid, het gemak om de weg te vinden (wayfinding), de aanwezigheid van een focuspunt, het optreden van een BHV-organisatie en de mate van handhaving van de brandveiligheidsvoorzieningen. De bezettingsdichtheid is het aantal mensen in een gebouw. In de literatuur is een direct verband geconstateerd tussen een hoge bezettingsdichtheid en een hoge kans op fataliteit bij brand<sup>28</sup>. Er is sprake van een groot gemak om de weg te vinden als de lay-out van het gebouw overzichtelijk is, waardoor mensen gemakkelijk de weg kunnen vinden. Er zijn vijf categorieën van omgevingsfactoren die het gemak om de weg te vinden beïnvloeden<sup>29</sup>:

- visueel bereik
- mate van architectonische differentiatie, waarmee wordt bedoeld op de aanwezigheid van unieke gebouwenkenmerken die bij de oriëntatie gebruikt kunnen worden

<sup>24</sup> Kobes e.a. 2010

<sup>25</sup> Purser 2002

<sup>26</sup> Grosshandler e.a. 2005; Bryner e.a. 2007

<sup>27</sup> Grosshandler et al. 2005

<sup>28</sup> Sandberg 1997; Tubbs 2004

<sup>29</sup> Raubal en Egenhofer 1998

- gebruik van bewegwijzering en locatieaanduiding
- indeling van de plattegrond
- bekendheid met het gebouw.

Er is sprake van een focuspunt als de aandacht van de aanwezigen is gericht op een centraal punt, zoals in een theater of leslokaal. Wanneer de acteurs (of docent) in geval van brand doorgaan met de voorstelling (of de les), zullen de toeschouwers (of de studenten) geneigd zijn te blijven zitten<sup>30</sup>. De bedrijfshulpverlening (BHV) wordt verleend door een groep mensen die in geval van een noodgeval in actie komt. Leden van een BHV-organisatie zijn personeelsleden die normaalgesproken al in een gebouw aanwezig zijn. Deze personeelsleden zijn onder andere getraind in brandbestrijding en in de coördinatie van een gebouwontuiming. Het optreden van een goed opgeleide en getrainde BHV-organisatie heeft een positief effect op de vluchtsnelheid<sup>31</sup> en op het gebruik van nooduitgangen<sup>32</sup>. Verder is de werking van getroffen brandveiligheidsmaatregelen essentieel om bij brand veilig te kunnen vluchten. In de praktijk blijkt het echter slecht gesteld te zijn met de handhaving van de functionaliteit van brandpreventieve maatregelen<sup>33</sup>.

#### *Fysieke gebouwkenmerken*

De fysieke kenmerken van een gebouw die de zelfredzaamheid bepalen zijn vooral de lay-out, de installaties, de materialen in het gebouw, de compartimentering en de omvang van het gebouw. Onderdelen van de lay-out zijn de vluchtrouteaanduidingen, de opzet van de vluchtroutes en de uitvoering en de plaats van de (nood)uitgangen en (nood)trappenhuizen. Uit incidentevaluaties blijkt dat nooduitgangen die in normale situaties niet gebruikt worden, ook tijdens een noodsituatie niet gebruikt worden<sup>34</sup>. Dit geldt met name voor uitgangen die vergrendeld zijn met voorzieningen die het 'oneigenlijke gebruik' in normale situaties tegen gaan, zoals uitgangen die aangesloten zijn op een alarmsignaal. De installaties zijn onder te verdelen in roltrappen en liften, brandmeld- en ontruimingsalarminstallaties, noodverlichtinginstallaties en sprinklersystemen. Dit zijn installaties die toepasbaar zijn voor het merendeel van de typen gebruiksfuncties / gebouwtypen. Andere installaties, zoals warmte- en rookafvoerinstallaties, overdrukinstallaties, brandkleppen en dergelijke, worden veelal toegepast in gebouwen met specifieke brandveiligheidsproblematiek en komen daarom hier niet aan de orde. Over brandmeld- en ontruimingsalarminstallaties is bekend dat een beltoon of een slowwhoopsignaal zelden als een gevaarsignaal wordt herkend, en meestal door de aanwezigen in een gebouw wordt genegeerd<sup>35</sup>. Een brandalarm met een gesproken bericht, of een persoon die gerichte aanwijzingen geeft, wordt het meest serieus genomen<sup>36</sup>. Roltrappen en liften mogen doorgaans in geval van brand niet gebruikt worden. Uit incidentevaluatie is echter gebleken dat mensen wel geneigd zijn via roltrappen en liften te vluchten. Verder is gebleken dat het gebruik van roltrappen en liften de ontruimingstijd kan verkorten en met name in zeer hoge gebouwen levens kan redden<sup>37</sup>. Wanneer het gebruik van roltrappen en liften in geval van brand wordt toegestaan, is het noodzakelijk extra maatregelen te nemen die het veilig gebruik

---

<sup>30</sup> Sandberg 1997

<sup>31</sup> Fahy en Proulx 2001; Purser 2003; Sandberg 1997; Sime 1991

<sup>32</sup> Johnson 2005; Graham en Roberts 2000; Sandberg 1997; Benthorn en Frantzich 1996; Proulx en Richardson 2002

<sup>33</sup> VROM 2004; VROM 2006; VROM 2007; Weges 2006a; Weges 2006b

<sup>34</sup> Benthorn en Frantzich 1996

<sup>35</sup> Proulx 2000; Proulx en Laroche 2001

<sup>36</sup> Proulx en Richardson 2002; Proulx 2000; Proulx en Laroche 2001

<sup>37</sup> Fahy en Proulx 2001; Proulx 2001a; Averill e.a. 2005a

van de installaties garanderen<sup>38</sup>. Uit de studies naar de ontvluchting uit de WTC torens in 1993 en 2001 is naar voren gekomen dat meer mensen dan werd aangenomen problemen hadden met het vluchten via trappen, vooral wanneer een groot hoogteverschil overbrugd moet worden krijgen de meeste mensen vermoeidheidsproblemen<sup>39</sup>. Bovendien zijn de meeste aanwezigen in hoge gebouwen met de lift naar boven gekomen en daardoor niet bekend met de locatie van de trappenhuizen<sup>40</sup>. Bij materialen valt te denken aan de (on)brandbaarheid van de materialen die gebruikt zijn voor de constructie, de afwerking en de inrichting van het gebouw. Compartimentering betreft de fysieke barrière voor branduitbreiding en rookverspreiding. In de literatuur is geen informatie aangetroffen over de invloed van de omvang van een gebouw op de zelfredzaamheid bij brand. Er mag echter worden aangenomen dat het gemak om de weg te vinden in een omvangrijk gebouw met veel bochten en splitsingen complex zal zijn.

### 3.4 Beschrijving van de menskenmerken

Naast de gevaarsfactor brand is de menselijke factor van invloed op de zelfredzaamheid bij brand. Het gaat immers om het gedrag van mensen in een brandsituatie. Bij de bepaling van de mate van zelfredzaamheid wordt het gedrag van mensen beschouwd vanuit een individu (persoonskenmerken) en vanuit een groep personen (sociale kenmerken). De kritische factoren voor zelfredzaamheid bij brand vanuit de menskenmerken zijn de persoonskenmerken, de sociale kenmerken en de persoonsgebonden situatiekenmerken.

#### *Persoonskenmerken*

De bepalende persoonskenmerken zijn het karakter van de aanwezigen in het gebouw, de kennis en ervaring van de aanwezigen, het waarnemingsvermogen, het beoordelingsvermogen en het verplaatsingsvermogen.

Vanuit het karakter spelen drie eigenschappen een rol. De belangrijkste eigenschap is het onderscheid tussen het karakter van leider of volger. De meeste mensen vertonen in geval van brand de karaktertrekken van een volger<sup>41</sup>. Mensen die een volger zijn reageren in eerste instantie niet op de signalen van gevaar, maar wachten op anderen voordat zij zelf actie ondernemen.

De tweede karaktereigenschap die van belang is betreft de mate van stressbestendigheid. De mate van stressbestendigheid omvat ook het vermogen om met een verhoogd stressniveau om te gaan (coping, ofwel het vermogen om jezelf onder stress onder controle te houden en om het negatieve effect van stress te reduceren). De aanleidingen voor een verhoogd stressniveau bij brand kan liggen in de overschrijding van de informatieverwerkingscapaciteit<sup>42</sup> en de confrontatie met een onbekende situatie<sup>43</sup>. Te veel psychische stress kan het cognitieve proces en de reactie van mensen negatief beïnvloeden<sup>44</sup>. Een verhoogd stressniveau is overigens niet hetzelfde als paniek. Paniek kan gedefinieerd worden als irrationeel, onlogisch

---

<sup>38</sup> Voor details over de noodzakelijke extra maatregelen zie de publicaties van Proulx (2001a) en Black (2002).

<sup>39</sup> Averill e.a. 2005; Proulx 2007; Bukowski 2005

<sup>40</sup> Averill e.a. 2005

<sup>41</sup> Cornwell 2003; Galea e.a. 2007

<sup>42</sup> Proulx 1993

<sup>43</sup> Verwey 2004

<sup>44</sup> Proulx 1993

en ongecontroleerd gedrag<sup>45</sup>. Quarantelli was in 1954 de eerste sociaal wetenschapper die geen bewijs vond voor de aanwezigheid van het fenomeen paniek in geval van grootschalige incidenten<sup>46</sup>, waarna andere onderzoekers, zoals Sime, Proulx en Auf der Heide, het beeld van het ontbreken van paniek bevestigden<sup>47</sup>.

De derde eigenschap is het geloof in eigen kunnen<sup>48</sup>. Daarbij is het uitgangspunt dat de meeste mensen een innerlijk systeem hebben dat hen in staat stelt om gedachten, emoties, motivaties en acties tot op zekere hoogte onder controle te houden<sup>49</sup>. Deze interne controle is gebaseerd op persoonlijke kennis, gevoelens en biologische kenmerken. Verder kunnen acties en de invloed van onze omgeving ook een rol spelen.

Het waarnemingsvermogen is de persoonlijke eigenschap om signalen van gevaar te kunnen opmerken. Door het gebruik van alcohol, drugs en narcotica wordt het waarnemingsvermogen tijdelijk beperkt<sup>50</sup>. Ook mensen die slapen hebben een laag waarnemingsvermogen<sup>51</sup>. Het beoordelingsvermogen is de inschatting van de gevaarsdreiging. Wanneer een brand als extreem gevaarlijk wordt gezien, zijn de aanwezigen eerder geneigd te vluchten<sup>52</sup>. De meeste mensen hebben echter moeite met het inschatten van het gevaar van brand. De kennis en aannames over snelheid van de brand- en rookontwikkeling is vaak onjuist<sup>53</sup>, waardoor mensen zichzelf nog meer in gevaar brengen dan nodig is. Onder het verplaatsingsvermogen wordt de mate van mobiliteit verstaan. Zo kan er door een slechte conditie sprake zijn van een tijdelijk beperkt niveau of van een hulpbehoevend niveau wanneer mensen bedlegerig zijn of zich in een cel bevinden.

### *Sociale kenmerken*

De bepalende sociale kenmerken zijn de onderlinge sociale relatie tussen de aanwezigen, de mate van taakcommitment en de rol of de verantwoordelijkheid van de aanwezigen in het gebouw. Uit incidentevaluaties blijken mensen in geval van nood eerder geneigd om samen te werken in plaats van op individuele basis te handelen<sup>54</sup>. Wanneer sprake is van een sterke onderlinge sociale relatie tussen de aanwezigen, zoals bij familieleden, zullen mensen zolang als mogelijk proberen als groep te reageren<sup>55</sup>. Er is sprake van taakcommitment als mensen vasthouden aan rolpatronen of rolverwachtingen. Uit incidentevaluaties blijkt dat mensen bij onverwachte gebeurtenissen in eerste instantie vasthouden aan de rolverwachtingen die passen bij de functie van het gebouw waarin zij zich bevinden<sup>56</sup>. Deze rolverwachtingen beperken de herkenning van gevaar en vergroten de verwerkingstijd van de informatie over het brandgevaar<sup>57</sup>. Zo zijn mensen veelal geneigd eerst de activiteit waarmee zij bezig zijn af te ronden voordat zij de ontvluchting starten<sup>58</sup>. Verder blijken mensen die vanwege hun rol of

---

<sup>45</sup> Sime 1990

<sup>46</sup> Sime 1990

<sup>47</sup> Sime 1990; Proulx 2002; Auf der Heide 2004

<sup>48</sup> Sillem 2005

<sup>49</sup> Bandura 1989; Sillem 2005

<sup>50</sup> Bruck 2001

<sup>51</sup> Sandberg 1997

<sup>52</sup> Tong en Canter 1985

<sup>53</sup> Proulx 1997; Proulx 2001b; Purser en Bensilum 2001

<sup>54</sup> Cornwell 2003; SFPE 2002; Purser en Bensilum 2001; Proulx 2007; Galea e.a. 2007

<sup>55</sup> Sandberg 1997

<sup>56</sup> Donald en Canter 1990; Johnson 2005; Pires 2005

<sup>57</sup> Pires 2005

<sup>58</sup> Graham en Roberts 2001



functie verantwoordelijk zijn voor de organisatie in een gebouw, zoals serveersters en afdelingsmanagers, geneigd om deze verantwoordelijkheid ook tijdens een noodsituatie op zich te nemen<sup>59</sup>. Een bijzondere rol of verantwoordelijkheid is die van de BHV-er. Een goede opleiding en training van een BHV-organisatie blijkt een positieve invloed te hebben op de snelheid van ontvluchting<sup>60</sup> en op het gebruik van nooduitgangen<sup>61</sup>.

#### *Persoonsgebonden situatiemarken*

De bepalende persoonsgebonden situatiemarken zijn de opmerkzaamheid, de fysieke positie (passief of in beweging) en de bekendheid met de lay-out. De belangrijkste indicator voor opmerkzaamheid is het feit of mensen slapend of wakker zijn<sup>62</sup>. Mensen die slapen hebben een bijzonder laag niveau van opmerkzaamheid over wat er in de directe omgeving gebeurt. Verder zal de opmerkzaamheid negatief beïnvloed worden als gevolg van het gebruik van alcohol, drugs of medicijnen. Mensen die liggen of zitten zullen minder snel geneigd zijn een ruimte verlaten dan mensen die al staan of lopen<sup>63</sup>. De informatie over de invloed van de bekendheid met de lay-out is enigszins diffuus. Zo is bekend dat mensen doorgaans de route nemen waarmee zij bekend zijn<sup>64</sup>. Persoonlijke ervaringen kunnen ervoor zorgen dat iemand erg bekend is met het gebouw. Ze kunnen echter ook leiden tot selectieve kennis van het gebouw, waardoor alternatieve vluchtroutes genegeerd worden. Verder kan de bekendheid met het gebouw ertoe leiden dat mensen pas erg laat beginnen te vluchten omdat zij zich minder bedreigd voelen door de brand<sup>65</sup>. Ook blijkt dat mensen die bekend zijn met de omgeving, zoals de eigen woning, eerder geneigd zijn door rook te lopen dan wanneer zij niet bekend zijn met de lay-out van het gebouw<sup>66</sup>.

## **4 Operationalisatie van de kritische factoren voor vluchtveiligheid**

### **4.1 Mate van vluchtveiligheid**

De factoren uit het theoretisch model (zie figuur 1) zijn op basis van de literatuur geoperationaliseerd. Dat betekent dat de factoren in meetbare termen zijn gedefinieerd. Daarbij is vastgesteld in welke mate de factoren van invloed zijn op de vluchtveiligheid. De invloeden van de drie typen kenmerken op de mate van vluchtveiligheid zijn bepaald op basis van de resultaten uit een literatuuronderzoek<sup>67</sup>. De literatuur geeft maar in zeer beperkt inzicht in de mate waarin de kenmerken van invloed zijn. Daarom is het resultaat, namelijk de mate van vluchtveiligheid, als een kwalitatieve eenheid geformuleerd en niet in een kwantitatieve (rekenkundige) eenheid. De mate van vluchtveiligheid is opgedeeld

---

<sup>59</sup> Sandberg 1997; Proulx 2007; Galea e.a. 2007

<sup>60</sup> Sime 1991; Sandberg 1997; Purser en Bensilum 2001

<sup>61</sup> Graham en Roberts 2000; Johnson 2005

<sup>62</sup> Sandberg 1997

<sup>63</sup> Sandberg 1997

<sup>64</sup> Sandberg 1997

<sup>65</sup> Tong en Canter 1985

<sup>66</sup> Frantzich 1994

<sup>67</sup> Kobes 2008a

in vier kwaliteitsniveaus:

- Hoog: Dit betekent dat de toestand van een factor leidt tot een goed (of beter) niveau van vluchtveiligheid.
- Neutraal: Dit betekent dat de toestand van een factor geen effect heeft op de mate van vluchtveiligheid.
- Laag: Dit betekent dat de toestand van een factor leidt tot een slecht(er) niveau van vluchtveiligheid.
- Onbekend: Dit betekent dat het effect van de toestand van een factor niet duidelijk uit de literatuur is gebleken.

## 4.2 Operationalisatie van de brandkenmerken

De invloeden van de brandkenmerken op de mate van vluchtveiligheid zijn in tabel 1 samengevat.

**Tabel 1.** Invloed van brandkenmerken op vluchtveiligheid

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Waarneembare kenmerken	Waarneembaar	Neutraal
	Niet waarneembaar	Laag
Snelheid van brandontwikkeling	Langzaam	Hoog
	Snel	Laag
Rookdichtheid	Laag	Hoog
	Hoog	Laag
Toxiciteit	Laag	Hoog
	Hoog	Laag
Hitte	Laag	Hoog
	Gemiddeld	Hoog
	Hoog	Laag

### *Waarneembare kenmerken*

Wanneer een brand waargenomen kan worden zullen mensen beter in staat zijn om op adequate wijze op de brand te reageren, waardoor de mate van zelfredzaamheid verbeterd. Een hoge mate van zelfredzaamheid heeft een positief effect op de vluchtveiligheid. Dit betekent ook dat de mate van vluchtveiligheid laag is wanneer signalen van brand niet waarneembaar zijn. Hoewel de aanname is dat een goede waarneembaarheid van brandsignalen leidt tot een hoge mate van vluchtveiligheid, is uit diverse incidenten naar voren gekomen dat mensen nauwelijks of inadequaat reageren op deze waarneembare signalen.

### *Snelheid van brandontwikkeling*

Bij een snelle brandontwikkeling is er weinig tijd beschikbaar voor een succesvolle ontvluchting. Daarom zal een snelle brandontwikkeling resulteren in een lage mate van vluchtveiligheid.

### *Rookdichtheid*

Een hoge rookdichtheid heeft een negatief effect op de vluchtveiligheid, onder andere doordat rook het zicht belemmert.

### *Hitte*

De hitte van een brand kan de aanleiding zijn om te starten met de ontvluchting. Een gemiddelde en voor de mens fysiek toelaatbare hitte heeft daarom een positief effect op de vluchtveiligheid.

### 4.3 Operationalisatie van de gebouwkenmerken

De invloeden van de brandkenmerken op de mate van vluchtveiligheid zijn in tabellen 2 en 3 samengevat.

**Tabel 2.** Invloed van technische gebouwkenmerken op vluchtveiligheid

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Lay-out: vluchtrouteaanduiding	Aanwezig / niet aanwezig	Onbekend
	Hoge attentiewaarde	Onbekend
	Lage attentiewaarde	Laag
Lay-out: nooduitgang	Ingang / normale uitgang	Hoog
	Nooduitgang	Laag
	Afgesloten (i.v.m. voorkomen van oneigenlijk gebruik)	Laag
Lay-out: vluchtroute	Rookvrij	Hoog
	Niet rookvrij	Laag
	Toegankelijk	Hoog
	Geblokkeerd (door opslag)	Laag
Installaties: brandalarm	Slow whoop signaal	Neutraal
	Gesproken bericht	Hoog
	Niet aanwezig	Laag
Installaties: noodverlichting	Aanwezig en functionerend	Onbekend
	Niet aanwezig / niet functionerend	Onbekend
Installaties: sprinkler systeem	Aanwezig en functionerend	Hoog
	Niet aanwezig / niet functionerend	Neutraal
Installaties: rook- en warmte afvoersysteem	Aanwezig en functionerend	Hoog
	Niet aanwezig / niet functionerend	Laag
Installaties: brandslanghaspels	Aanwezig en functionerend	Neutraal
	Niet aanwezig / niet functionerend	Laag
Materialen: brandbaarheid	Onbrandbaar	Hoog
	Brandbaar	Laag
Materialen: toxiciteit	Niet-toxisch	Hoog
	Toxisch	Laag
Compartimentering (voor mensen buiten het compartiment waarin de brand is)	Aanwezig en functionerend	Hoog
	Niet aanwezig / niet functionerend	Laag
Omvang van het gebouw	Klein / Groot	Onbekend

**Tabel 3.** Invloed van situationele gebouwkenmerken op vluchtveiligheid

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Focuspunt	Niet aanwezig	Neutraal
	Aanwezig en gebruikt voor ontruimingsinstructies	Hoog
	Aanwezig en activiteit of voorstelling blijft doorgaan	Laag
Bezettingsdichtheid	Laag	Onbekend
	Hoog	Laag
Gemak van wayfinding	Hoog	Hoog
	Laag	Laag
Bedrijfshulpverlening (BHV)	Aanwezig en adequaat	Hoog
	Niet aanwezig / inadequaar	Laag
Handhaving	Adequaar	Hoog
	Inadequaar	Laag

Nooduitgangen zijn, net als de vluchtrouteaanduidingen en de uitvoering van de vluchtroutes (zoals gangen), onderdeel van de lay-out van een gebouw. Op basis van de literatuur is de aanname dat een evacuatie die zo gepland (of berekend) is dat via nooduitgangen zal worden gevlucht, zal resulteren in een lage mate van vluchtveiligheid. Dit komt doordat mensen doorgaans via bekende uitgangen vluchten en nauwelijks via nooduitgangen vluchten<sup>68</sup>. Wanneer de evacuatie uitsluitend via normale uitgangen is gepland, de uitgangen die mensen ook in normale situaties gebruiken, zullen mensen bekend zijn met deze uitgangen en ze bij brand intuïtief gebruiken. Een gebouw waarin de evacuatie via normale uitgangen is gepland zal resulteren in een hoge mate van vluchtveiligheid.

#### 4.4 Operationalisatie van de menskenmerken

De invloeden van de menskenmerken op de mate van vluchtveiligheid zijn in tabel 4 samengevat.

**Tabel 4.** Invloed van menskenmerken op vluchtveiligheid

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Profiel: geslacht	Man / vrouw	Onbekend
Profiel: leeftijd	Oud / middelbaar / jong	Onbekend
Karakter: leiderschap	Leider	Hoog
	Volger	Neutraal
Karakter: immuniteit voor stress	Aanwezig / niet aanwezig	Onbekend
Karakter: geloof in eigen kunnen	Aanwezig / niet aanwezig	Onbekend
Kennis en ervaring	Aanwezig	Hoog
	Niet aanwezig	Laag
Waarnemingsvermogen	Goed	Hoog
	Slecht	Laag
Beoordelingsvermogen	Goed	Hoog
	Slecht	Laag
Verplaatsingsvermogen	Goed	Hoog
	Slecht	Laag
Onderlinge sociale relatie	Individueel	Hoog
	Groep	Laag
Taakcommitment	Zwak	Hoog
	Sterk	Laag
Rol / verantwoordelijkheid	Verantwoordelijke positie	Hoog
	Gast	Laag
Opmerkzaamheid	Hoog (wakker)	Hoog
	Laag (slapend / onder invloed)	Laag
Fysieke positie	Actief	Hoog
	Passief	Laag
Bekendheid met lay-out	Bekend	Laag *
	Niet bekend	Onbekend

\* Gebaseerd op de analyse van de brand in voetbalstadion Euroborg (zie bijlage)

#### *Waarneming, beoordeling en verplaatsing*

De eerste fase van een brandevacuatie bestaat uit het waarnemen van brandsignalen. Wanneer de aanwezigen in een gebouw een goed waarnemingsvermogen hebben zijn zij in staat om de brand te ontdekken. Een goed waarnemingsvermogen leidt daarmee tot een hoge mate van vluchtveiligheid. De tweede fase van een brandevacuatie bestaat uit het interpreteren van signalen en uit het nemen van beslissingen over wat te doen. Een goed beoordelingsvermogen leidt daarmee tot een hoge mate van vluchtveiligheid. De derde en laatste fase van een brandevacuatie bestaat uit de daadwerkelijke

<sup>68</sup> Benthorn & Frantzich 1996; Sime 1983; Sandberg 1997; Graham & Roberts 2000

verplaatsing. Wanneer mensen mobiel zijn en in staat zijn om zich zelfstandig te verplaatsen, kunnen zij naar een veilige omgeving vluchten. Een goed verplaatsingsvermogen leidt daarmee tot een hoge mate van vluchtveiligheid.

#### *Onderlinge sociale relatie*

Een sterke onderlinge sociale relatie kan zowel een positief als negatief effect hebben op de vluchtveiligheid. Er is sprake van een positief effect wanneer mensen elkaar helpen bij de ontvluchten. Een negatief effect kan ontstaan wanneer mensen op elkaar wachten om samen te vluchten, of wanneer mensen teruggaan in een brandend pand om kwijtgeraakte vrienden of familieleden te zoeken.

#### Taakcommitment

Een hoge mate van taakcommitment heeft een negatief effect op de vluchtveiligheid: wanneer mensen geneigd zijn om vast te houden aan de activiteit waarmee ze bezig zijn, zullen zij moeite hebben om naar een andere 'taak' te switchen, namelijk de taak om te vluchten.

#### Bekendheid met de lay-out

De aanname is dat als mensen goed bekend zijn met de lay-out van een gebouw, dit een positief effect heeft op de vluchtveiligheid. Maar uit onderzoeken blijkt dat dit verband tussen een hoge mate van bekendheid en een hoge mate van vluchtveiligheid niet altijd aanwezig is. Een hoge mate van bekendheid met de lay-out kan er namelijk ook toe leiden dat mensen de uitgangen op de bekende route negeren en via de normale uitgangen vluchten. Als de normale uitgang niet de dichtstbijzijnde uitgang is, dan kan de bekendheid met de lay-out een negatief effect op de vluchtveiligheid hebben.

## Literatuur

- Auf der Heide E. Common misconceptions about disasters: Panic, the “disaster syndrome,” and looting; in: O’Leary M. *The First 72 Hours: A Community Approach to Disaster Preparedness*, Lincoln, Nebraska, 2004.
- Averill JD, Mileti DS, Peacock RD, Kuligowski ED, Groner N, Proulx G, Reneke PA, Nelson HE. *Occupant Behavior, Egress, and Emergency Communications. NIST NCSTAR 1-7, Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster*, NIST, USA, 2005.
- Bandura A. Human Agency in Social Cognitive Theory. *American Psychologist* 1989; 44; 1175-1184.
- Benthorn L, Frantzich H. *Fire alarm in a public building: How do people evaluate information and choose evacuation exit?* Department of Fire Safety Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden, 1996.
- Black BD. Life safety, fire protection, and mobility-impaired persons. *Journal of Fire Protection Engineering* 2002; 16; 26-29.
- Blomqvist P. *Emissions from fire. Consequences for human safety and the environment. Doctoral thesis. Lund University. Lund, Sweden, 2005.*
- Boer LC. *Gedrag van automobilisten bij evacuatie van een tunnel. TNO, Soesterberg, 2002.*
- Boer LC. *Praktijkproef geluidsbakens bij ontruiming tunnel in dichte rook. TNO, Soesterberg, 2003.*
- Bruck D. The who, what, where and why of waking to fire alarms: A review. *Fire Safety Journal* 2001; 36; 623-639.
- Bryner N, Madrzykowski D, Grosshandler W. *Reconstruction The Station Nightclub fire. Computer modeling of the fire growth and spread; in: Interflam 2007, conference proceedings volume 2. 11th international fire science and engineering conference. Interscience, London, 2007; 1181-1192.*
- Bukowski RW. Protected elevators and the disabled. *Journal of Fire Protection Engineering* 2005; 28; 42-49.
- Chang C-H, Huang H-C. A water requirements estimation model for fire suppression: A study based on integrated uncertainty analysis. *Fire Technology* 2005; 41; 5-24.
- Cornwell B. Bonded fatalities: Relational and ecological dimensions of a fire evacuation. *The Sociological Quarterly* 2003; 44; 617-638.
- Donald I, Canter D. *Behavioural aspects of the King's Cross Disaster*, in: Canter D (Ed.), *Fires and human behaviour. Second edition. David Fulton Publishers Ltd, London, 1990; 15-30.*
- Fahy RF, Proulx G. *Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Evacuation Modelling. 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire, Boston, 2001; 175-183.*
- Frantzich H. *A model for performance-based design of escape routes. Department of Fire Safety Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden, 1994.*
- Galea ER, Sharp G, Lawrence PJ, Dixon A. *Investigating the impact of occupant response time on computer simulations of the WTC North tower evacuation; in: Interflam 2007, conference proceedings volume 2. 11th international fire science and engineering conference. Interscience, London, 2007; 1435-1442.*
- Gann RG. Estimating data for incapacitation of people by fire smoke. *Fire Technology* 2004; 40; 2; 201-207.
- Graham TL, Roberts DJ. Qualitative overview of some important factors affecting the egress of people in hotel fires. *Hospitality Management* 2000; 19; 79-87.
- Grosshandler W, Bryner N, Madrzykowski D, Kuntz K. *Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire. NIST NCSTAR 2. U.S. Government Printing Office, Washington DC, 2005, vol. I, chapter 4.6.*
- Gwynne S, Galea ER, Lawrence PJ, Filippidis L. *Modelling occupant interaction with fire conditions using the building EXODUS evacuation model. Fire Safety Journal* 2001; 36; 327-357.
- Irvine DJ, McCluskey JA, Robinson IM. *Fire hazards and some common polymers: Review paper. Polymer Degradation and Stability* 2000; 67; 383-396.



- ISO. Guidelines for assessing the fire threat to people. ISO/TS 19706: 2004.
- Isobe M, Helbing D, Nagatani T. Many-particle simulation of the evacuation process from a room without visibility. *Physical Review E* 2004; 69.
- Jin T. Visibility and Human Behavior in Fire Smoke, in: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2002.
- Johnson CW. Lessons from the evacuation of the world trade centre, 9/11 2001 for the development of computer-based simulations. *Cognition, Technology and Work*; 2005; 7; 214-240.
- Kobes M. Zelfredzaamheid bij brand; Kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen. Boom Juridische uitgevers, Den Haag, 2008.
- Kobes M, Oberijé N, Post J, Weges J. Fire response performance model for a systematic analysis of evacuation safety in buildings – A case study of a fire in a football stadium, in: *Proceedings of the 12th International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010*. Interscience Communications, London, 2010; 861-872.
- Nagai R, Nagatani T, Isobe M, Adachi T. Effect of exit configuration on evacuation of a room without visibility. *Physica A* 2004; 343; 712-724.
- Pires TT. An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models. *Fire Safety Journal* 2005; 40; 177-189.
- Proulx G, Laroche D. Study Shows Low Public Recognition of the Temporal-Three Evacuation Signal. *Construction Innovation* 2001; 6; 4; 1-6.
- Proulx G, Richardson JK. The Human factor: Building designers often forget how important the reactions of the human occupants are when they specify fire and life safety systems. *Canadian Consulting Engineer* 2002; 43; 35-36.
- Proulx G. A stress model for people facing a fire. *Journal of Environmental Psychology* 1993; 13; 137-147.
- Proulx G. Misconceptions about human behaviour in fire emergencies. *Canadian Consulting Engineer* 1997; 36-38.
- Proulx G. Why Building Occupants Ignore Fire Alarms. *Construction Technology Update* 42. IRC-NRCC, Ottawa, 2000.
- Proulx G (2001a). High rise Evacuation: A Questionable Concept; in: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire 2001*. Interscience Communications, London, 2001; 221-230.
- Proulx G (2001b). Occupant behaviour and evacuation; in: *Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium, Munich, 2001*; 219-232.
- Proulx G. Cool under fire. *Fire Protection Engineering* 2002; 16; 33-35.
- Proulx G. Playing with fire: Understanding human behavior in burning buildings. *ASHRAE journal* 2003; 45; 33-35.
- Proulx G. High-rise office egress: the human factors; in: *Proceedings of Symposium on High-Rise Building Egress Stairs*. New York, 2007.
- Purser DA. Data benefits: fire prevention. *Fire engineers journal* 2003; 21-24.
- Purser DA, Bensilum M. Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations. *Safety Science* 2001; 38; 157-182.
- Raubal M, Egenhofer MJ. Comparing the complexity of way finding tasks in built environments. *Environment & Planning B* 1998; 25; 895-913.
- Sandberg A. Unannounced evacuation of large retail-stores. An evaluation of human behaviour and the computer model Simulex. Lund University, Sweden, 1997.
- SFPE. Engineering guide to human behaviour in fire. SFPE, 2002.
- Sillem S. Een psychologisch perspectief op evacuatie uit gebouwen, in: Brand, R van der (Ed.), *Zelfredzaamheid en fysieke veiligheid van burgers: Verkenningen*. Nibra Publicatierreeks nr. 18. Nibra, Arnhem, 2005.
- Sime JD. Affiliative behaviour during escape to building exits. *Journal of Environmental Psychology* 1983; 3; 21-41.
- Sime JD. The concept of 'Panic'; in: Canter D (Ed.), *Fires and human behaviour*. Second edition. David Fulton Publishers Ltd, London, 1990, pp. 63-81.
- Sime JD. Accidents and disasters: vulnerability in the built environment. *Safety Science* 1991; 14; 109-124.
- Sime JD, An occupant response shelter escape time (ORSET) model. *Safety Science* 2001; 38; 109-125.

- Tang D, Beattie K. Integrated prediction of fire, smoke and occupants' evacuation of buildings. Dublin Institute of Technology/IES Limited, 1997.
- Tong D, Canter D. The decision to evacuate: a study of the motivations which contribute to evacuation in the event of fire. Fire Safety Journal 1985; 9; 257-265.
- Tubbs JS. Developing trends from deadly fire incidents: A preliminary assessment. ARUP, Westborough, MA, 2004.
- Verwey WB. Psychologische Functieleer en Cognitieve Ergonomie: een Siamese tweeling? Tijdschrift voor Ergonomie 2004; 29; 2; 4-9.
- VROM. Brandveiligheid bij zorginstellingen. Beoordeling van brandveiligheidsvoorzieningen in dertig zorginstellingen. VROM-Inspectie, regio Noord-West, Haarlem, The Netherlands, 2004.
- VROM. Onderzoek veiligheid bij overdekte speeltuinen. Beoordeling van de naleving van de VROM-regelgeving bij 30 overdekte speeltuinen. VROM-Inspectie, regio Noord-West, Haarlem, The Netherlands, 2006.
- VROM. Onderzoek veiligheid hotels. Brandveiligheid en legionella-preventie van 12 hotels in Zuid-Holland en Zeeland. VROM-Inspectie, regio Zuid-West, Rotterdam, The Netherlands, 2007.
- Weges JM. Brandveiligheidsscan aanmeldcentra voor asielzoekers. Netherlands Institute for Safety, NIFV/Nibra, Arnhem, The Netherlands, 2006a.
- Weges JM. Uitvoering brandveiligheid dakconstructies van stalen damwandprofiel. Netherlands Institute for Safety, NIFV/Nibra, Arnhem, The Netherlands, 2006b.



## Bijlage

### Casus: Evaluatie van een brand in een voetbalstadion

*De beschrijving van de casus is op onderdelen geheel, en op andere onderdelen gedeeltelijk, overgenomen uit de NIFV rapportage 'Brand in Euroborg: Onderzoek naar bouwkundige aspecten en menselijk gedrag'<sup>69</sup>. Die rapportage is als bijlage 5 opgenomen in het evaluatierapport 'Brand Euroborgstadion: Bevindingen van het Auditteam Voetbalvandalisme' (DSP 2008). De analyse van de brand-, mens- en gebouwkenmerken met behulp van het analysemodel vluchtveiligheid is overgenomen uit het artikel 'Fire response performance model for a systematic analysis of evacuation safety in buildings – A case study of a fire in a football stadium'<sup>70</sup>.*

#### 1. Brand in voetbalstadion Euroborg

Op 13 april 2008 werd, voorafgaand aan de (later afgelaste) wedstrijd tussen FC-Groningen en Ajax, door de supporters van FC-Groningen een 'sfeeractie' gepland, op de noord-tribune van het Stadion Euroborg. De sfeeractie werd, onder andere, uitgevoerd met behulp van 15.000 rollen toiletpapier en enkele (vuilnis)zakken gevuld met confetti. Bij en na het afgerold gooien van de toilettrollen zijn deze in brand geraakt. Die kleine brandjes hebben er uiteindelijk in geresulteerd dat de kunststofstoelen op de tribune in brand raakten en dat een gedeeltelijke ontruiming van het stadion moest plaatsvinden. Daarbij zijn enkele gewonden gevallen.



**Figuur 1.** Brandbare wc-rollen op de omloop en tribune

<sup>69</sup> Kobes M. Gedrag en begeleiding aanwezigen, In: Weges JM, Kobes M. Brand in Euroborg. Onderzoek naar bouwkundige aspecten en menselijk gedrag. NIFV, Arnhem, 2008; 22-45.

<sup>70</sup> Kobes M, Oberijé N, Post J, Weges J. Fire response performance model for a systematic analysis of evacuation safety in buildings – A case study of a fire in a football stadium, in: Proceedings of the 12th International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010. Interscience Communications, London, 2010; 861-872.



**Figuur 2.** Wc-rollen worden het veld met kleine brandhaarden gegooid

In de media werd over het incident in de Euroborg gekopt met "Paniek bij brand in stadion" (AD, 13-04-2008), "Chaos in stadion FC Groningen" (AD, 13-04-2008), "Chaos door brand in stadion Groningen (ANP, 13-04-2008) en "Supporters moesten rennen voor hun leven"(ANP, 13-04-2008). De vele beelden, die al vrijwel direct na het incident door supporters op internet waren geplaatst, geven een heel ander beeld van het incident. Uit deze beelden komt naar voren dat de meeste supporters in eerste instantie met enige hilariteit in de rook naar de brand blijven staan kijken. Ook klinkt op de achtergrond een FC Groningen lied, dat uit volle borst door de supporters op de noordtribune wordt meegezongen.

Hoewel aanvankelijk door de media wordt gesproken van 'paniek' en 'chaos' zijn bij de brand in het voetbalstadion gelukkig slechts weinig gewonden gevallen. De media berichtten dat 28 supporters naar het ziekenhuis werden vervoerd. De meeste van hen met ademhalingsproblemen, een enkeling met brandwonden of een beenfractuur.

## 2. Beschrijving bouwkundige situatie Euroborg



**Figuur 3.** Plattegrond Euroborg

### *Algemeen*

Het stadion bestaat uit twee ringen en biedt plaats aan circa 20.000 toeschouwers. De ingangen van het stadion zijn gesitueerd tussen de twee ringen waardoor een esplanade / boulevard is ontstaan waar tal van horeca- en cateringfaciliteiten, de sanitaire installaties en de ingangen van de kantoren zich bevinden. De tribunes bevinden zich dicht bij het veld zodat de zichtbaarheid in alle opzichten optimaal is. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door het ontbreken van hekken.

### *Noordtribune*

De situatie bij het gebruik van het stadion is met betrekking tot de brandpreventie voorzieningen anders dan bij het stadion 'in ruste'. In de 'rustsituatie' zijn de (nood)uitgangen (af)gesloten, doorgangen tussen tribunes en dergelijk zijn open, de losse verkoopkraam van de supportersvereniging staat op de tribune omloop, de dranghekken staan binnen het gebouw, enzovoorts.

Bij het gebruik is de lexan-wand op de omloop, ter hoogte van vak G, gesloten, is de verkoopkraam van de supportersvereniging verplaatst naar buiten het stadion, zijn de doorgangen tussen de tribunes (af)gesloten, zijn de deuren van de omloop op laag 0 (begane grond) naar de bovenring zijn ontsloten, worden de dranghekken gebruikt voor binnenkomend publiek enzovoorts. In het geval van de calamiteit 'brand' moet de lexan-wand volgens het Bedrijfshulpverleningplan en de ontruimingsberekeningen ontsloten zijn en worden de uitgangen 1 en 2 gebruikt als (nood)uitgang voor de noordtribune. Het betreden van de supporters op de noordtribune van het stadion gaat via ingang 1 (is tevens uitgang 1). De deuren van in-/uitgang 1 zijn dan geheel in geopende stand vastgezet. Het is de onderzoekers niet duidelijk geworden of en wanneer deze deuren worden gesloten (hoeveel tijd na het begin van de wedstrijd).

## **3. Toepassing Analysemodel Vluchtveiligheid**

### *3.1 Brandkenmerken*

In deze paragraaf volgt een beschrijving van de brandkenmerken die van invloed zijn op de zelfredzaamheid bij brand. In tabel 1 is de invloed van de aspecten samengevat met een beoordeling van de invloed in een positief of negatief effect op de zelfredzaamheid bij brand.

#### *Waarneembare kenmerken*

Vanaf het ontstaan van de brand waren de vlammen en de rook zichtbaar voor het merendeel van de supporters op de benedenring van de noordtribune. Voor de supporters op de bovenring was alleen de rook zichtbaar. Deze signalen van gevaar leidden er echter niet toe dat mensen zich 'bedreigd voelden door de brand'. Pas toen de brand de tribune op kwam besepte het publiek op de benedenring dat er echt iets aan de hand was en maakten ze aanstalten om te vluchten.

De rook heeft het werk van de beveiligers bemoeilijkt. Het aspect van zichtbelemmering door rook is door de beveiligers als een verrassing gekomen. Dit was iets waar ze eigenlijk nooit bij stil hadden gestaan. Een beveiligers geeft aan dat de afgesproken procedures in theorie goed zijn, maar dat je er in de praktijk, als je zicht door de rook wordt belemmerd, niet zo veel aan hebt. De beveiligers hebben vooral op eigen initiatief en vanuit hun intuïtie gewerkt.

#### *Snelheid van brandontwikkeling / hitte*

Op de bovenring was vooral de hitte de aanleiding om te vluchten. Op videobeelden zegt iemand op de noordtribune dat het erg heet wordt en dat de mensen weg moeten gaan. Dit is ongeveer 47 seconden nadat op de video luid gejuich klinkt (vermoedelijk omdat de supporters het veld opkomen) en vele slierten wc-papier naar beneden vallen. Ongeveer een halve minuut daarvoor (ongeveer 17 seconden nadat het luid gejuich klinkt) roept iemand in het publiek dat het fout gaat en dat de mensen moeten stoppen met gooien. Uit de juichende reacties van het publiek had de mensen daarvoor nog niet in de gaten dat de brand zich zo snel kon ontwikkelen.



**Figuur 4.** Mensen vluchten pas als het letterlijk te heet onder de voeten wordt

#### *Toxiciteit (van rook)*

Een aantal supporters geeft in het live-verslag van Radio Noord aan dat zij ademhalingsproblemen hebben gehad. De beveiligers geven aan dat vooral de kunststof spandoeken voor een benauwende rookontwikkeling hebben gezorgd. Zij geven aan dat de rook van de slierten wc-papier 'redelijk te doen' was. Een beveiligers is als gevolg van de rook flauwgevallen en naar het ziekenhuis gebracht.

#### *Samenvatting van brandkenmerken*

Bij het incident in het voetbalstadion hadden de volgende brandkenmerken een negatieve invloed op de mate van zelfredzaamheid:

- Snelheid van brandontwikkeling
- Rookdichtheid
- Toxiciteit van de rook.

De bevindingen uit de toepassing van het analysemodel vluchtveiligheid zijn in tabel 1 samengevat.

**Tabel 1.** Waargenomen invloed van brandkenmerken

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Waarneembare kenmerken	Waarneembaar	Neutraal
Snelheid van brandontwikkeling	Snel	Laag
Rookdichtheid	Hoog	Laag
Toxiciteit	Hoog	Laag
Hitte	Gemiddeld	Hoog

De hitte van de brand heeft geen negatief effect gehad op de mate van zelfredzaam, aangezien de brand gelukkig al geblust was voordat het naar het gehele stadion kon uitbreiden. De hitte heeft daarentegen een positief effect gehad omdat de hitte uiteindelijk voor de aanwezigen op de tribune de aanleiding was om te vluchten.

### 3.2 Gebouwkenmerken

In deze paragraaf is een beschrijving opgenomen van de gebouwkenmerken die van invloed zijn op de zelfredzaamheid bij brand. In tabel 2 is de invloed van de aspecten samengevat met een beoordeling van de invloed in een positief of negatief effect op de zelfredzaamheid bij brand.

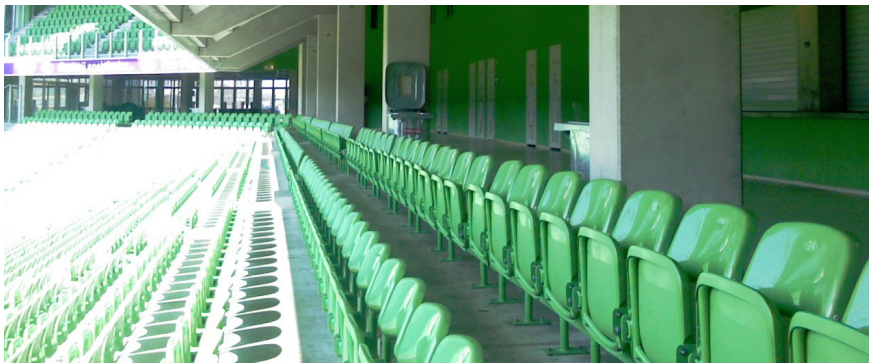
#### Lay-out

De tribune is zodanig gebouwd dat de supporters op de benedenring bovenaan de tribune binnenkomen en naar beneden moeten lopen om bij hun zitplaats te komen (in de praktijk blijven de supporters in het noordvak staan en laten de stoeltjes omhoog geklapt). Bij de brand moesten de supporters omhoog vluchten. Dit betekent dat zij in de richting van de rook en de hitte moeten vluchten. Het zou beter zijn als mensen naar beneden konden vluchten. Verder zou het makkelijker moeten zijn om in geval van nood het veld op te kunnen vluchten. Het veld ligt immers op het laagste deel en men kan ver van de brandlocatie af vluchten. Dit zou wel afgestemd moeten worden op aspecten van security.



**Figuur 5.** Mensen vluchten in opgaande richting, met de rook en hitte mee

De mensen op de bovenring moeten via een trappenhuis naar beneden vluchten. Uit het interview met de beveiligers bleek dat mensen voor het trappenhuis bleven staan wachten omdat er rook in het trappenhuis stond. De hoofdvluchtroute (zoals ze het stadion binnen waren gekomen) was daarmee geblokkeerd. De tweede vluchtroute was via de lexan-wand. Veel mensen realiseren zich waarschijnlijk niet dat ook via de lexan-wand gevlucht kan worden. De verslaggever van RTV Noord, die tijdens het incident op de tribune zat, geeft in haar verslag bijvoorbeeld aan dat 'er maar één uitgang is, je kunt als het ware geen kant op'. Bovendien bleek er in vak AA een probleem te zijn met het openen van de deur in de lexan-wand. Vanaf de tribune op de benedenring is de uitgang duidelijk zichtbaar: je hoeft alleen maar richting 'het licht' te lopen. Toch zijn veel supporters pas laat met de ontvluchting begonnen en bleven de meeste supporters vervolgens nog lang op de omloop staan kijken naar de brand. Het aspect van het focuspunt en/of het beoordelingsvermogen heeft in deze situatie mogelijk sterker gewerkt dan de goede zichtlijnen naar de uitgangen.



**Figuur 6.** De uitgang is vanaf de tribune duidelijk zichtbaar

### *Installaties*

De brandslanghaspels bevinden zich op de omloop, bovenaan de benedenring. Op de bovenring bevinden zich geen brandslanghaspels. De kleine brandjes waren eerst op het veld. De brandslanghaspels zijn pas gebruikt toen de brand zich verplaatste naar de tribune. De beveiligers wisten hoe het systeem voor de brandslanghaspels werkt. Als de knop naast de haspel (handbrandmelder) wordt ingedrukt zou er automatisch druk op de leiding moeten komen. Er bleek echter geen waterdruk op de brandslangen te zijn. De brand was toen ook al zodanig dat het mogelijk lastig was om deze met de brandslang te blussen. Een ander bijkomend probleem is, als wel waterdruk op de slangen had gestaan, dat de uitgerolde brandslangen de vluchtroute op de omloop had geblokkeerd. De kleine brandjes op het veld hadden in een eerder stadium mogelijk geblust kunnen worden door gebruik te maken van de veldsproeiers die daar aanwezig zijn voor het onderhoud van het speelveld. Hoewel de veldsproeiers niet bedoeld zijn om een brand te blussen, had het kluwen wc-papierslierten daarmee wel nat gemaakt kunnen worden.

De elektronische ontgrendeling van de lexan-wand en de deur in de lexan-wand heeft niet voldoende gefunctioneerd. De beveiligers kunnen deze deur zelf niet openen en zijn voor het openen van de deur afhankelijk van de acties in de commandokamer. Een beveiligers heeft meerdere keren via de portofoon gevraagd de deur te openen, maar vanuit de commandokamer kwam geen reactie. Er zou een minuut vertragingstijd op de elektronische ontgrendeling aanwezig zijn. Het is

niet duidelijk of de nooduitgang werkelijk na 1 minuut open zou zijn gegaan. De beveiligers hebben na meerdere verzoeken aan de commandokamer uiteindelijk de deur handmatig geopend, door eerst over de lexan-wand te klimmen. Deze actie toont aan dat mensen in geval van nood niet bereid zijn een tijd voor een nooduitgang te wachten voordat deze door derden geopend wordt.

De beveiligers geven aan dat de opdracht om de tribune te ontruimen is omgeroepen. Het is uit de interviews door DSP echter niet duidelijk geworden of de omroepinstallatie werkelijk is gebruikt om mensen aan te sporen de tribune te verlaten. Uit een literatuurstudie<sup>71</sup> komt naar voren dat mensen eerder geneigd zijn te vluchten als mensen via een gesproken bericht aangespoord worden te vluchten. Wel is uit de interviews met de beveiligers naar voren gekomen dat zij het publiek hebben aangespoord om de tribune te verlaten. Ook hebben de beveiligers aangegeven dat het moeilijk was het publiek in beweging te krijgen. De extra factor dat in dit geval sterker werkte dan de 'opdracht om te vluchten' was het feit dat toen nog niet duidelijk was of de wedstrijd wel of niet door zou gaan. Zie daarvoor verder de tekst bij 'focuspunt'.

#### *Materialen*

De materialen die zijn toegepast in het voetbalstadion zijn niet brandgevaarlijk. Echter, de wc-rollen die in het stadion zijn gebracht zijn wel brandgevaarlijk. Het mag duidelijk zijn dat het brandbare papier heeft geleid tot een verhoogd brandgevaar in het stadion. Bij de brand zijn enkele kunststof stoeltjes verloren gegaan. Het is volgens de beveiligers echter een misvatting dat de stoeltjes hebben gebrand. Het papier, de jassen en de tassen op de stoeltjes hebben gebrand en daardoor zijn de stoeltjes gaan smeulen. Dat heeft volgens de beveiligers ook de enorme rook veroorzaakt. De verslaggever van RTV Noord die tijdens het incident op de tribune zat, gaf aan dat vooral de kunststof spandoeken voor een flinke rookontwikkeling hebben gezorgd.

#### *Compartimentering*

Wat betreft rook en brandveiligheid was de noordtribune één compartiment. Het trappenhuis van de bovenring naar de benedenring raakte uiteindelijk onbruikbaar door de rookontwikkeling, waardoor mensen via de aansluitende tribunes moesten vluchten.

#### *Omvang van het gebouw*

Het stadion is een omvangrijk gebouw, maar door de lay-out en het focuspunt redelijk overzichtelijk. Vanaf de tribunes zijn de uitgangen ook duidelijk zichtbaar.

#### *Focuspunt*

In het stadion is sprake van een focuspunt. Dat betekent dat alle aandacht is gericht op een centraal punt, in dit geval de spelers op het veld. Gedurende (het begin van) de brand waren de spelers op het veld, waardoor de mensen de tribune niet wilden verlaten, in de angst iets van de mogelijke wedstrijd te missen. De beveiligers geven bijvoorbeeld aan dat zij erg hun best hebben moeten doen om mensen in beweging te krijgen. Zij geven ook aan dat zij door sommige supporters bedreigd zijn, omdat de betreffende supporters bang waren iets van de wedstrijd te missen. De beveiligers geven aan dat het incident zo uit de hand is gelopen door dat de spelers het veld mochten betreden nog voordat de brandjes geblust waren. Als de spelers niet het veld op waren gegaan voordat de brandjes op het veld

---

<sup>71</sup> M. Kobes, 2008. Zelfredzaamheid bij brand. Kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen. Boom Juridische uitgeverij, Den Haag.

waren geblust, was de brand waarschijnlijk niet uitgebreid naar de tribune. Zie verder ook de tekst bij 'rol / verantwoordelijkheid'.

#### *Bezettingsdichtheid*

In het stadion was sprake van een hoge bezettingsdichtheid. Dit heeft een negatief effect op de ontruimingssnelheid. Uit het interview met de beveiligers is bijvoorbeeld gebleken dat een beveiligers ongeveer 15 minuten nodig had om vanuit vak DD naar de toegang van het trappenhuis te lopen.

#### *Wayfinding / routekeuze*

Mensen vluchten doorgaans via de route zoals ze binnen zijn gekomen. Het gemak om de 'normale uitgang' te vinden is in het stadion zeer hoog te noemen. De 'normale uitgangen' zijn duidelijk te herkennen vanwege het vele licht dat daardoor het stadion binnenkomt. Het gemak om de 'nooduitgang' te vinden is daarentegen zeer laag, aangezien de nooduitgang via de lexan-wand loopt. Deze deur mag in 'normale situaties' niet gebruikt worden en kan bovendien alleen vanuit de commandokamer geopend worden. Nooddeuren met dergelijke beveiligingen hebben een negatieve associatie en in geval van nood worden ze nauwelijks gebruikt. In het geval van het incident in de Euroborg is door de beveiligers wel verschillende malen aan de commandokamer gevraagd de deur te openen, maar op de verzoeken is niet adequaat gereageerd.

#### *Handhaving*

De handhaving van de brandveiligheidsaspecten van het gebouw was niet voldoende:

- de brandslanghaspels functioneerden niet
- de ontgrendeling van de lexan-wand is niet adequaat geweest
- er is tegen de voorschriften van de gebruiksvergunning in brandbaar materiaal in het stadion gebracht.

#### *Samenvatting van gebouwkenmerken*

Bij het incident in het voetbalstadion hadden de volgende gebouwkenmerken een negatieve invloed op de mate van zelfredzaamheid:

- Lay-out
- Installaties
- Focuspunt
- Bezettingsdichtheid
- Gemak van wayfinding
- Handhaving.

De omvang van het gebouw had geen invloed op de vluchtveiligheid. De bedrijfshulpverleningsorganisatie had zowel een negatief als een positief effect op de vluchtveiligheid. De compartimentering was niet van toepassing was omdat het gebouw niet in compartimenten opgedeeld was.

De bevindingen uit de toepassing van het analysemodel vluchtveiligheid zijn in tabel 2 samengevat.



**Tabel 2.** Waargenomen invloed van gebouwkenmerken

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Lay-out: vluchtrouteaanduiding	Lage attentiewaarde	Laag
Lay-out: nooduitgang	Ingang / normale uitgang	Hoog
	Afgesloten	Laag
Lay-out: vluchtroute	Omhoog: niet rookvrij	Laag
Installaties: brandalarm	Geen informatie	
Installaties: noodverlichting	Geen informatie	
Installaties: sprinkler systeem	Niet functionerend	Laag
Installaties: rook- en warmte afvoersysteem	Niet functionerend	Laag
Installaties: brandslanghaspels	Niet functionerend	Laag
Materialen: brandbaarheid	Bouwconstructie onbrandbaar, decoraties brandbaar	Laag
Materialen: toxiciteit	Toxisch	Laag
Compartimentering	Niet van toepassing	
Omvang van het gebouw	Groot	Neutraal
Focuspunt	Aanwezig en activiteit of voorstelling blijft doorgaan	Laag
Bezettingsdichtheid	Hoog	Laag
Gemak van wayfinding	Hoog, maar supporters waren niet op de hoogte van de nooduitgang via de lexanwand	Hoog / Laag
Bedrijfshulpverlening (BHV)	Gedeeltelijk inadequaot	Hoog / Laag
Handhaving	Inadequaot	Laag

### 3.3. Menskenmerken

In deze paragraaf is een beschrijving opgenomen van de menskenmerken die van invloed zijn op de zelfredzaamheid bij brand. In tabel 3 is de invloed van de aspecten samengevat met een beoordeling van de invloed in een positief of negatief effect op de zelfredzaamheid bij brand.

#### *Karakter*

Op de noordtribune zat een gemengd publiek, waaronder oudere mensen, vaders met kinderen, maar ook de 'harde kern' van FC Groningen. De beveiligers hebben aangegeven dat de meeste mensen over het algemeen zeer rustig reageerden. Dit is ook in de videobeelden waargenomen. Een enkeling (de harde kern) was niet bereid naar de beveiligers te luisteren en hebben bedreigingen geuit. In de live-uitzending van Radio Noord reageerden veel mensen enigszins laconiek op het incident: er was geen paniek, het viel allemaal wel mee.

#### *Kennis en ervaring*

Hoewel het niet is onderzocht mag worden aangenomen dat de algemene kennis van en ervaring met brand en ontvluchting bij de supporters zeer beperkt is. Dit geldt namelijk voor de meeste burgers in Nederland. Ook uit de videobeelden en uit de interviews komt naar voren dat de supporters het gevaar van de situatie in het begin niet juist hebben ingeschat. Daardoor leek de ontwikkeling van de brand zeer snel te gaan. Echter, hadden de supporters het gevaar juist ingeschat, dan was de tweede lading wc-rollen niet naar beneden gegooid. De meeste supporters zijn pas in beweging gekomen toen de brand zich naar de tribune verplaatste en de hitte en de rook op de tribune bijna ondragelijk werd. Mensen vluchten blijkbaar pas wanneer het letterlijk te heet onder de voeten wordt.

De beveiligers hebben vanwege hun BHV-training kennis en ervaring met brand en ontvluchting. Zij geven aan op hun intuïtie en op eigen initiatief gewerkt te hebben, aangezien de sturing vanuit de commandokamer grotendeels ontbrak. De beveiligers hebben adequaat gehandeld door mensen aan te sporen het stadion te verlaten.

#### *Waarnemingsvermogen*

De eerste fase van een ontvluchting is het waarnemen van signalen van gevaar. Hoewel het niet is onderzocht, mag worden aangenomen dat het waarnemingsvermogen van de aanwezigen in het stadion goed is: ze komen immers om naar een wedstrijd te kijken. Op de video's (vanaf de benedenring) is ook duidelijk te zien dat er op het veld kleine brandjes plaatsvonden. De beveiligers op de bovenring gaven aan dat zij deze kleine brandjes niet hebben gezien, maar pas merkten dat er iets aan de hand was toen er rook zichtbaar was en het heet werd op de tribune. Zij staan echter via portofoons in contact met de andere beveiligers en de commandokamer. De locatie van de commandokamer is (in dit geval) zodanig dat het commandoteam goed zicht zou kunnen hebben op de plaats waar het incident plaats vond.

#### *Beoordelingsvermogen*

De tweede fase van een ontvluchting is het interpreteren van de waargenomen signalen van gevaar en het nemen van beslissingen. Hoewel duidelijk zichtbaar was dat er gevaar dreigde (vlammen en veel papier zichtbaar), bleven de meeste mensen op de tribune in hun rolpatroon van supporter (zie tekst bij rol / verantwoordelijkheid). Een aantal mensen, waaronder mensen met kleine kinderen en mensen die kortademig zijn, hebben het stadion al in een eerder stadium van het incident verlaten. Mogelijk waren zij zich er van bewust dat zij verminderd zelfredzaam zijn in geval van brand. De beveiligers geven aan dat tijdens de massale ontvluchting (toen het als echt gevaarlijk voelde) een aantal mensen naar de toiletruimten zijn gevlucht om de drukte te vermijden. Dit waren vooral mensen met kleine kinderen. Uit de literatuur over fatale branden blijkt dat dodelijke slachtoffers (ook) in de toiletruimten aangetroffen worden. De toiletruimten worden in het beginstadium van een brand blijkbaar als een veilige plaats beschouwd, terwijl er een grote kans bestaat op insluiting door de brand.

#### *Verplaatsingsvermogen*

De derde en laatste fase van een ontvluchting is de verplaatsing naar een veilige plaats. Hoewel het niet is onderzocht mag worden aangenomen dat de meeste supporters goed mobiel zijn, met een normale tot goede conditie. Door de beveiligers is geconstateerd dat een aantal mensen niet direct wilde vluchten, waardoor anderen via de stoeltjes omhoog probeerden te vluchten. Anderen probeerden via de boarding het veld op te vluchten. Hiervoor is toch enige lenigheid nodig. De ontvluchting van tribunes verdient daarmee in het ontwerp speciale aandacht. Het gedrag van mensen kan er namelijk toe leiden dat niet via de 'ontworpen' vluchtroutes gevlucht zal worden.

#### *Onderlinge sociale relatie*

Een supporter vertelt in een tv-interview dat hij samen met zijn kinderen op de tribune was. Hij geeft verder aan dat omhoog (richting zijn kinderen) wilde vluchten, maar dat hij niet zo snel was. Hij heeft er toen voor gekozen om niet samen met zijn kinderen te vluchten, maar over de boarding te klimmen en het veld op te vluchten. Ook de beveiligers geven aan dat zij kinderen hebben aangetroffen die op zoek waren naar hun ouders. Mensen die in groepen in een gebouw aanwezig zijn, proberen zo lang mogelijk als groep te vluchten. Blijkbaar

spelen er in een voetbalstadion andere factoren, waardoor mensen toch niet als groep samen (kunnen) blijven.

Een ander punt is de onderlinge sociale relatie tussen supporters van FC Groningen en de supporters van Ajax. Vanuit sociale veiligheid zijn bouwtechnische beveiligingsmaatregelen (lexan-wand met beveiligde nooduitgang) getroffen waardoor de confrontatie tussen supporters op de noordtribune met supporters op de oost- en westtribune wordt verhinderd. Deze maatregelen zorgen er in geval van brand ook voor dat de tweede vluchtmogelijkheid verhinderd wordt. De evacués werden buiten het stadion opgewacht door mensen van de ME. Er zijn volgens de verslaggever van Radio Noord geen rellen ontstaan tussen Ajax supporters en FC-Groningen supporters. Het is niet duidelijk of dit dankzij of ondanks de aanwezigheid van de ME niet heeft plaatsgevonden. Wel is duidelijk dat de supporters over het algemeen gelaten en rustig op het incident hebben gereageerd.

#### *Rol / verantwoordelijkheid*

De supporters zijn naar het stadion gekomen om een voetbalwedstrijd te kijken. Uit de videobeelden en uit de interviews komt naar voren dat het publiek zeer lang in de rol van supporter is blijven hangen. Er waren kleine brandjes zichtbaar en mensen in het publiek reageerden daarop met gejuich. Slechts een enkeling schatte de ernst van de situatie juist in door aan te geven dat het niet goed zou gaan. Anderen wuifden de terechte angst weg met laconieke uitspraken als 'dit is toch mooi'. De sociale druk van een groep is veelal sterker dan de individuele beoordeling van een situatie. Verder komt naar voren dat opdrachten van BHV-ers leiden tot een snelle(re) ontvluchting. De beveiligers geven aan dat zij hun verantwoordelijkheid als BHV-er hebben opgepakt door mensen aan te sporen de tribune te verlaten. Zij geven verder aan dat het moeilijk was om het publiek in beweging te krijgen. Pas toen de ernst van de situatie letterlijk voelbaar was (hitte) en de vlammen dichtbij kwamen begon het publiek met de ontvluchting. Tijdens het incident hebben de beveiligers vele malen geprobeerd contact te krijgen met de commandokamer. De beveiligers geven aan dat er problemen waren met de communicatie en dat zelfs een 'portostilte' werd afgekondigd. Een aantal supporters wilde de tribune niet verlaten uit angst iets van de wedstrijd te missen. Een aantal mensen dat wel naar buiten was gevlucht gaf aan dat zij hoopten dat de wedstrijd toch door zou gaan: daarvoor waren zij toch immers naar het stadion gekomen. De verslaggever van Radio Noord constateert later, als iedereen terug het stadion in loopt, dat mensen 'weer staan te hossen, alsof er niets gebeurd is'. De invloed van het rolpatroon van supporter is blijkbaar zo sterk dat een brand op de tribune mensen er niet toe aanzet om over te schakelen naar een gedragspatroon dat past bij de (duidelijke maar toch wel zeer ongebruikelijke) gevaarsituatie. Een supporter die in een tv-interview vertelde over zijn ontvluchting, waarbij zijn broek had vlam gevat, had zelfs zijn manshoge spandoek mee naar buiten genomen. In een dergelijke gevaarlijke situatie is het niet passend dergelijke spullen koste wat het kost te 'redden' maar het past wel bij zijn rol als supporter.

#### *Opmerkzaamheid*

De reactie van mensen op signalen van gevaar wordt beïnvloed door de opmerkzaamheid, de mate van alertheid. Zo reageren mensen die onder invloed zijn van drank en andere verdovende middelen minder alert en adequaat als mensen die nuchter zijn. Ook kan de activiteit die in een gebouw plaatsvindt van invloed zijn op het wel of niet waarnemen van signalen van gevaar. De situatie in het voetbalstadion was echter zodanig dat alle aandacht van het publiek op het veld gericht was. De spelers waren al op het veld geweest voor de warming-up en zouden binnen korte tijd weer het veld opkomen voor de aftrap van de wedstrijd.

De eerste brandjes vonden plaats op het moment dat de bezetting van de beveiligers op de noordtribune nog niet op volledige sterkte was. Een aantal beveiligers was nog bij de ingang aanwezig om laatkomers te fouilleren. Daarmee was sprake van een verminderde opmerkzaamheid de bedrijfshulpverleningsorganisatie aangezien die niet op volle sterkte was. Verder kan geconcludeerd worden dat ook bij het commandoteam sprake was van een verminderde opmerkzaamheid. De locatie van de commandokamer was namelijk zodanig dat de branden zichtbaar waren. Toch is niet alert en adequaat gereageerd. Een adequate beslissing zou zijn geweest om de spelers niet het veld op te laten komen voordat de branden geblust waren.

#### *Fysieke positie*

Als het publiek op de stoelen had gezeten was er sprake geweest van een beperkende fysieke houding voor het starten van een ontvluchting. Het publiek en de beveiligers stonden echter op de noordtribune en waren daarmee in een enigszins actieve fysieke positie. Doordat de mensen stonden was het relatief eenvoudig te beginnen met de ontvluchting.

#### *Bekendheid met lay-out*

Van de supporters op de noordtribune (de Z-side) mag worden aangenomen dat zij bekend zijn met de lay-out en de locatie van de 'normale' uitgangen. Of de mensen bekend waren met de ontvluchtingsmogelijkheid via de lexan-wand is niet relevant, aangezien beveiligers aanwezig waren die de mensen hebben aangespoord via de lexan-wand te vluchten.

#### *Samenvatting van menskenmerken*

Bij het incident in het voetbalstadion hadden de volgende menskenmerken een negatieve invloed op de mate van zelfredzaamheid:

- Kennis en ervaring
- Beoordelingsvermogen
- Taakcommitment
- Rol / verantwoordelijkheid van supporters
  
- Fysieke positie
- Bekendheid met de lay-out.

De volgende kenmerken hadden een negatief effect op de vluchtveiligheid:

- Waarnemingsvermogen
- Verplaatsingsvermogen
- Rol / verantwoordelijkheid van ouders met kinderen.

In tabel 3 zijn de waargenomen invloeden van de menskenmerken samengevat.

**Tabel 3.** Waargenomen invloed van menskenmerken

Factor	Toestand van factor	Mate van vluchtveiligheid
Profiel and karakter	Niet vastgesteld	
Kennis en ervaring	Niet aanwezig	Laag
Waarnemingsvermogen	Goed	Hoog
Beoordelingsvermogen	Slecht	Laag
Verplaatsingsvermogen	Goed	Hoog
Onderlinge sociale relatie	Niet vastgesteld	
Taakcommitment	Sterk	Laag
Rol / verantwoordelijkheid	Gast	Laag
	Verantwoordelijke positie: ouders	Hoog
Opmerksaamheid	Niet vastgesteld	
Fysieke positie	Actief	Laag
Bekendheid met lay-out	Bekend	Laag <sup>a</sup>

a In het analysemodel vluchtveiligheid onbekend

Het beoordelingsvermogen heeft de sterkste invloed gehad op de vertraagde start van de ontvluchting. Het beoordelingsvermogen van de supporters werd (zeer waarschijnlijk) beïnvloed door het gebrek aan kennis van en ervaring met de gevaren van brand en ontruiming, alsook door een gebrek aan verantwoordelijkheidsgevoel. Bovendien werd het beoordelingsvermogen waarschijnlijk negatief beïnvloed door het taakcommitment: de mensen op de tribune bleven in hun rol van supporter, ook toen de omgevingsconditie op de tribune al enige tijd verslechterd was door de rook.

#### 4. Conclusies en aanbevelingen

Uit de brand in het voetbalstadion is duidelijk naar voren gekomen dat de handhaving van veiligheidsvoorschriften een essentiële rol speelt bij het ontstaan van een incident. Als de toeschouwers geen brandbare materialen konden meenemen in het voetbalstadion, en als de brandslanghaspels hadden gefunctioneerd, zou het incident niet geleid hebben tot een situatie die een evacuatie onvermijdelijk maakte.

##### Conclusie 1:

Het ontoereikende onderhoudsniveau van de veiligheidsvoorzieningen in het voetbalstadion en het feit dat de toeschouwers brandbare spullen naar binnen konden brengen hebben geleid tot een lage mate van zelfredzaamheid. Uit andere case studies is vaker gebleken dat een slecht onderhoudsniveau en slechte handhaving van gebruiksvoorschriften kan leiden tot een ernstig incident.

##### Aanbeveling 1:

Om de zelfredzaamheid vanuit de gebouwenmerken te verbeteren, is duidelijk dat er een grotere nadruk op onderhoud en handhaving zou moeten liggen. Daarnaast wordt geadviseerd om bij het ontwerp van een voetbalstadion rekening te houden met de factor van rookverspreiding.

De rook was één van de kenmerken die het sterkst van invloed is geweest op de zelfredzaamheid bij brand. De rook blokkeerde een van de vluchtroutes en belemmerde het zicht op de vluchtrouteaanduidingen. Twee belangrijke redenen voor de vertraagde ontvluchting waren de bekendheid van de supporters met de lay-out van het stadion, en de moeilijkheid om de weg naar de nooduitgangen te vinden. Omdat de aanwezigen de locaties van de normale uitgangen kenden,

zochten zij geen alternatieve uitgang op het moment dat de gebruikelijke uitgangen geblokkeerd waren.

**Conclusie 2:**

Twee situationele factoren, namelijk het focuspunt en het BHV-team, droegen eveneens bij aan de vertraging in de evacuatie tijd. De supporters kregen geen signalen dat de wedstrijd werd uitgesteld. Daarom bleven zij wachten op de start van de wedstrijd.

**Aanbeveling 2:**

Om de zelfredzaamheid te verbeteren, wordt aanbevolen dat het gebouwmanagement of het BHV-team meer inzet op communicatie wanneer zich een ongeval voordoet. Dit zou bij voorkeur via meerdere communicatiemiddelen gedaan moeten worden. Het is raadzaam duidelijk aan de supporters mee te delen dat de situatie niet normaal is en dat daarom aangepast gedrag nodig is. Met andere woorden, zij moeten ondersteund worden in hun beoordelingsvermogen.