

ONTVLUCHTING BIJ HOGE BEZETTINGEN

COLOFON

Opdrachtgever	: Ministerie van VROM en Ministerie van BZK
Project	: Ontvluchting bij hoge bezettingen
Projectnummer	: T0651.01.01/db060110
Datum	: 12 oktober 2006
Status	: Definitief
Auteur(s)	: Peter-Willem van Calis en Rick Bleeker
Autorisatie inhoud	: Guido Coppens

SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie van VROM en het Ministerie van BZK heeft PRC divisie Bouwcentrum een onderzoek verricht naar ontvluchting uit ruimten met een hoge bezetting. Doel van dit onderzoek was om, in het licht van het vigerende veiligheidsniveau overeenkomstig Bouwbesluit 2003, na te gaan welke maatregelen nodig zijn voor ruimten met een hogere bezetting dan B1, dat wil zeggen een bezetting van meer dan 2 personen per m², de hoogste bezetting waarvoor het Bouwbesluit thans prestatie-eisen geeft.

Als onderzoeksbronnen is onder meer gebruik gemaakt van literatuurstudie en van interviews met deskundigen.

Uit het onderzoek blijkt dat het mogelijk is eisen te formuleren voor rookcompartimenten met hoge bezettingen, die resulteren in een zelfde niveau van brandveiligheid als de eisen uit het Bouwbesluit 2003 voor lagere bezettingen.

De belangrijkste conclusies zijn als volgt:

- Binnen de huidige systematiek van bezettingsgraadklassen kan een nieuwe bezettingsgraadklasse B0 worden toegepast. De minimale bezetting bij bezettingsgraadklasse B0 bedraagt 2 personen per m² vloeroppervlakte aan verblijfsgebied; de maximale bezetting 4 personen per m² vloeroppervlakte aan verblijfsgebied.
- De eisen die gesteld moeten worden ten aanzien van de aanwezigheid van noodverlichting, het aantal uitgangen, de uitgangsbreedte en de draairichting van de deuren, zijn afhankelijk van het totaal aantal aanwezige personen in het rookcompartiment, niet van de hoogte van de bezetting.

Het rapport geeft een concreet voorstel voor invoering van de bezettingsgraadklasse B0 in het Bouwbesluit 2003, dat aansluit bij de huidige systematiek van bezettingsgraadklassen. Daarnaast geeft het rapport een concreet voorstel voor de inhoud van een richtlijn die de praktijk zou kunnen hanteren, vooruitlopend op een wijziging van het Bouwbesluit 2003.

Uit de literatuurstudie en de interviews zijn suggesties naar voren gekomen voor aanvullende maatregelen, waarmee de brandveiligheid bij hoge bezettingen extra zou kunnen worden verhoogd. Hoewel het, voor het bereiken van een gelijk veiligheidsniveau, niet nodig is om deze maatregelen voor te schrijven, hebben de onderzoekers gemeend er goed aan te doen toch over deze (niet vereiste) maatregelen te rapporteren.

INHOUDSOPGAVE		pagina
1.	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding voor het onderzoek	5
1.2	Vraagstelling	5
1.3	Onderzoeksaanpak	6
1.4	Begeleidingscommissie	6
1.5	Opbouw van de rapportage	7
2.	PROBLEEMVERKENNING	8
2.1	Afbakening van het onderzoek	8
2.2	Kenmerken van gebouwen met een hoge bezetting	9
3.	BEVINDINGEN UIT INTERVIEWS EN LITERATUURONDERZOEK	10
3.1	Het vluchtverloop	10
3.1.1	Ontdekken van de brand	11
3.1.2	Waarschuwen van de aanwezigen	12
3.1.3	Reageren op de waarschuwing	14
3.1.4	Ontruimen	15
3.2	Menselijk gedrag bij brand	16
3.3	De rol van installaties	19
3.4	De rol van gebruiksvoorschriften	20
4.	EISEN VOOR ONTVLUCHTING IN DE BOUWREGELGEVING	21
4.1	Voorschriften uit het Bouwbesluit 2003	21
4.2	Brandveiligheidsvoorschriften in de gemeentelijke bouwverordening	21
4.3	Systematiek van vluchten in het Bouwbesluit 2003	22
5.	EISEN VOOR BEZETTINGSGRAADKLASSE B0	23
5.1	Aanwezigheid van noodverlichting	23
5.2	Eisen aan loopafstand, aantal toegangen en uitgangsbreedte	23
5.2.1	Eisen ten aanzien van de loopafstand	24
5.2.2	Eisen ten aanzien van het aantal uitgangen	24
5.2.3	Eisen ten aanzien van de totale uitgangsbreedte	25

5.3	Draairichting van deuren	27
5.4	Rookvrije vluchtroutes en hoge bezettingen	28
5.5	Bovengrens van bezettingsgraadklasse B0	29
5.6	Extra voorschriften en eigenschappen van hoge bezettingen	29
5.7	Brandveiligheidseisen zonder direct relatie met de bezetting	29
5.8	Prestatie-eisen en mogelijke richtlijn	29
6.	VOORGESTELDE TOEPASSING VAN BEZETTINGSGRAADKLASSE B0	31
7.	AANBEVELINGEN	33
7.1	Het verkorten van de waarschuwings- en reactietijd	33
7.2	Het verlagen van de ontruimingstijd	34
8.	BIJLAGEN	37

1. INLEIDING

Deze rapportage geeft de resultaten weer van het onderzoek 'ontvluchting bij hoge bezettingen' dat door PRC divisie Bouwcentrum is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van VROM en het Ministerie van BZK. De resultaten van het onderzoek kunnen dienen als basis voor uitbreiding van het Bouwbesluit 2003 met voorschriften voor veilig vluchten bij brand uit ruimten met een hoge bezetting en voor het publiceren van een eventueel daarop vooruitlopende richtlijn.

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Het Bouwbesluit 2003 stelt eisen aan de aanwezigheid en inrichting van vluchtroutes in een bouwwerk zoals:

- Loopafstanden binnen verblijfsruimten en rookcompartimenten
- Aantal toegangen van verblijfsruimten en rookcompartimenten
- Breedte toegangen van verblijfsruimten en rookcompartimenten
- Inrichting van rookvrije vluchtroutes.

Deze eisen zijn onder meer afhankelijk van de bezettingsgraadklasse. Doel van de bedoelde voorschriften is te garanderen dat bij een brand in een gebouw alle aanwezige personen veilig kunnen vluchten.

Voor gebruiksfuncties met een bezettingsgraad hoger dan klasse B1 kent het Bouwbesluit 2003 geen prestatie-eisen. In gebruiksfuncties waarin een dergelijke hoge bezetting, die vaak gemakshalve wordt aangeduid als bezettingsgraadklasse B0, aan de orde is, is de bouwpraktijk daarom aangewezen op het aantonen van gelijkwaardige veiligheid. Er bestaat behoefte aan eenduidige (praktijk)voorschriften die handvatten geven om het vereiste veiligheidsniveau te kunnen vormgeven. VROM heeft er daarom voor gekozen onderzoek te laten doen naar voorschriften voor B0 die kunnen worden opgenomen in het Bouwbesluit, de Regeling Bouwbesluit of een richtlijn.

1.2 Vraagstelling

In deze notitie wordt met de term 'hoge bezetting' bedoeld dat de bezetting van een ruimte hoger is dan 2 personen per m². Voor een dergelijke bezetting bevat het Bouwbesluit 2003 op dit moment geen prestatie-eisen.

De volgende vraag staat in het onderzoek centraal:

Geef aan welke extra maatregelen, ten opzichte van de eisen uit het vigerende Bouwbesluit (Bouwbesluit 2003) nodig zijn, voor ruimten met een bezettingsgraad hoger dan B1 (dat wil zeggen een bezetting van meer dan 2 personen per m²).

In dit rapport wordt met de term 'bezetting' steeds bedoeld: 'bezettingsgraad' (aantal personen per m²).

1.3 Onderzoeksaanpak

Deze rapportage doet verslag van het onderzoek en de onderzoeksresultaten. In het onderzoek zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Nagaan of er ten opzichte van de voorschriften uit het Bouwbesluit 2003 extra eisen noodzakelijk zijn voor bezettingen hoger dan 2 personen per m² ('hoge bezettingen') Deze analyse is gericht op het hanteren van eenzelfde veiligheidsniveau als is vastgelegd in het Bouwbesluit voor lagere bezettingen.
2. Het formuleren van eventuele eisen en aangeven op welke wijze deze kunnen worden vastgelegd, als prestatie-eis in het Bouwbesluit 2003 of in een aparte richtlijn.
3. Het doen van aanbevelingen voor mogelijkheden voor een verhoging van het veiligheidsniveau voor hoge bezettingen.

In elke fase van het onderzoek is gebruik gemaakt van literatuurstudie en zijn interviews met deskundigen gehouden.

In bijlage 1 is de gebruikte literatuurlijst weergegeven. In de tekst zijn daar waar relevant verwijzingen naar deze lijst opgenomen.

In overleg met de begeleidingscommissie zijn vijf te interviewen personen/organisaties geselecteerd, ieder vanuit een eigen expertise-/ervaringsgebied. Het betreft de volgende personen/organisaties:

- Mw. C. Reitsma en dhr. P. van Bergen, afdeling Preventie brandweer Den Bosch
- Dhr. W. Mulder en dhr. A. de Vries, dienst Milieu- en Bouwtoezicht gemeente Amsterdam
- Dhr. M. Evers, brandweer Den Haag
- Dhr. M. Veen, General Manager Bob's Party Palace Uitgeest
- Dhr. H. Vos, Beleidsmedewerker evenementen, Hulpverleningsdienst Kennemerland.

De resultaten van de interviews zijn geanalyseerd en gebruikt bij het opstellen van deze rapportage. De verslagen van de interviews zijn opgenomen in bijlage 2.

1.4 Begeleidingscommissie

Ten behoeve van de begeleiding van het onderzoek is een werkgroep ingesteld. In deze werkgroep zijn de volgende partijen vertegenwoordigd:

- Ministerie van VROM
- Ministerie van BZK
- LNB
- VNG

De onderzoeksrapportage is opgesteld door PRC divisie Bouwcentrum.

1.5 **Opbouw van de rapportage**

In deze rapportage wordt verslag gedaan van het onderzoek en de hieruit volgende conclusies en aanbevelingen. De onderzoekers hebben geconcludeerd dat het mogelijk is prestatie-eisen te formuleren voor hoge bezettingen die resulteren in een zelfde niveau van veiligheid als de eisen uit het (vigerende) Bouwbesluit 2003 voor lagere bezettingen. De prestatie-eisen kunnen worden opgenomen als wijziging in het Bouwbesluit 2003 of in een separate richtlijn.

Hoofdstuk 2 beschrijft de probleemverkenning. Het betreft een analyse van de situaties waarin het vóórkomen van een hoge bezetting kan worden verwacht en de specifieke kenmerken van dergelijke situaties.

De literatuurstudie en de resultaten van de interviews met deskundigen worden behandeld in hoofdstuk 3. Zij vormen de basis voor de hoofdstukken 5, 6, en 7. De voor dit onderzoek relevante voorschriften en uitgangspunten van het Bouwbesluit 2003 worden besproken in hoofdstuk 4.

De eisen voor hoge bezettingen en de onderbouwing ervan zijn opgenomen in hoofdstuk 5. De wijzigingen die in het vigerende Bouwbesluit doorgevoerd kunnen worden of vooruitlopend daarop in een richtlijn kunnen worden opgenomen, zijn in hoofdstuk 6 specifiek omschreven.

Uit de literatuurstudie en de interviews zijn suggesties voor aanvullende maatregelen naar voren gekomen, waarmee de brandveiligheid bij hoge bezettingen zou kunnen worden verhoogd. Hoewel het, voor het bereiken van een gelijk veiligheidsniveau, niet nodig is om deze maatregelen voor te schrijven, hebben de onderzoekers gemeend er goed aan te doen toch over deze (niet vereiste) maatregelen te rapporteren, in hoofdstuk 7.

2. PROBLEEMVERKENNING

Dit onderzoek heeft betrekking op ontvluchting bij hoge bezettingen. De volgende vragen staan hierin centraal:

- Wanneer is er sprake van een hoge bezetting?
- Welke specifieke kenmerken van de hoge bezetting zijn van invloed op de ontvluchting?
- Op welke manier beïnvloeden deze kenmerken de ontvluchting?
- Wat voor soort eisen moeten worden geformuleerd?

In dit hoofdstuk en de hoofdstukken die volgen worden deze bovenstaande vragen behandeld.

2.1 Afbakening van het onderzoek

Volgens het Bouwbesluit 2003 heeft een ruimte of een gebouw een hoge bezetting als er in een ruimte meer personen aanwezig zijn dan 2 per m². Hierbij wordt ervan uitgegaan dat deze personen gelijkmatig verdeeld zijn over de ruimte, dat wil zeggen op iedere vierkante meter evenveel personen.

De ondergrens die het Bouwbesluit 2003 nu stelt aan een hoge bezetting hoort bij bezettingsgraadklasse B1 en bedraagt 2 personen per m². Hieruit volgt dat de beschikbare vloeroppervlakte per persoon in dat geval maximaal 0,5 m² bedraagt.

De brandveiligheidseisen van het Bouwbesluit 2003 zijn alleen afhankelijk van de bezetting als het gaat om de eisen die worden gesteld aan het vluchten binnen een rookcompartiment. Daarom is het onderzoek met name hierop gericht. Het gaat dus om de brandveiligheid in een rookcompartiment gedurende de eerste minuten nadat daarin brand is ontstaan. Deze eerste minuten vormen de periode waarin alle aanwezigen een veilig heenkomen moeten hebben gevonden, voordat het verblijf in (het gedeelte van) het gebouw waarin de brand woedt niet langer mogelijk is. Verondersteld wordt dat na het verlaten van het rookcompartiment het onmiddellijke gevaar is geweken. Dit betekent niet noodzakelijkerwijs dat alle aanwezige personen op dat moment ook daadwerkelijk in veiligheid zijn. De capaciteit van rookvrije vluchtroutes moet zodanig zijn dat iedereen het gebouw heeft kunnen verlaten, voordat brand en rook overslaan naar andere rookcompartimenten. Indien sprake is van een hoge bezetting zullen de rookvrije vluchtroutes moeten worden afgestemd op het grote aantal personen. In het onderzoek wordt aandacht besteed aan de vraag in hoeverre de rookvrije vluchtroute aanvullende eisen behoeft die zijn gerelateerd aan de hoge bezetting in het rookcompartiment.

De inzet van de brandweer wordt niet geacht sterk afhankelijk te zijn van een hoge bezetting. Dit geldt ook voor de maatregelen uit het Bouwbesluit 2003 en de Modelbouwverordening die gericht zijn op het voorkomen van brand en de ontwikkeling hiervan. In het Bouwbesluit 2003 en de Modelbouwverordening worden de voorschriften die beide aspecten 'regelen' niet afhankelijk gesteld van de bezettingsgraadklasse.

Een hoge bezetting kan zowel betrekking hebben op een verblijfsgebied, op een verblijfsruimte als op een heel rookcompartiment, bijvoorbeeld als de ruimte met de hoge bezetting ook tegelijk een rookcompartiment is.

Naast bezetting speelt ook het begrip 'personendichtheid' een belangrijke rol. Binnen verblijfsruimte, een verblijfsgebied, een rookcompartiment of een gebouw kan deze dichtheid sterk wisselen. Dit houdt in dat in werkelijkheid het uitgangspunt van evenveel personen per vierkante meter niet voorkomt. Het gebruik kan ertoe leiden dat plaatselijk sprake is van een hele hoge personendichtheid, terwijl elders aanzienlijk minder mensen aanwezig zijn. Denk bijvoorbeeld aan een popconcert waar in de buurt van het podium vaak veel meer mensen aanwezig zijn dan achter in de zaal. Bij de bepaling van de bezetting(sgraadklasse) kunnen daardoor grote verschillen bestaan tussen een verblijfsruimte en een verblijfsgebied enerzijds en een rookcompartiment anderzijds¹.

2.2 Kenmerken van gebouwen met een hoge bezetting

Een hoge bezetting zal vrijwel uitsluitend optreden bij bijeenkomstfuncties. De belangrijkste gebouwtypen die hierbij kunnen worden onderscheiden zijn:

- Cafés en feestzalen
- Discotheken
- Concertzalen met staanplaatsen
- Kerken

Op grond van het Bouwbesluit 2003 moet voor deze gebruikfuncties worden uitgegaan van minimaal bezettingsgraadklasse B3 (maximaal 3,3 m² per persoon). In de praktijk zal de bezetting echter vaak veel hoger kunnen zijn. B2, B1 en mogelijk ook B0 zullen geen uitzondering zijn.

Een hoge bezetting kan gepaard gaan met andere verschijnselen die de brandveiligheid negatief kunnen beïnvloeden. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de staat van de bezoekers en de 'omstandigheden' van de hoge bezetting. De hoge bezetting treedt op tijdens feesten en evenementen. Dit zijn omstandigheden die vaak gepaard gaan met alcohol- en in sommige gevallen drugsgebruik.

Daarnaast zal in veel gevallen sprake zijn van warmte, harde muziek, minimale verlichting en rook die het zicht verslechteren.

Al deze omstandigheden kunnen uitgangspunt zijn voor het vaststellen van maatregelen of eisen die noodzakelijk zijn voor de ontvluchting bij hoge bezettingen.

¹ Op grond van het Bouwbesluit 2003 artikel 4.29 heeft een verblijfsruimte dezelfde bezettingsgraadklasse als het verblijfsgebied waarvan deze deel uitmaakt.

3. BEVINDINGEN UIT INTERVIEWS EN LITERATUURONDERZOEK

Aan de hand van interviews en literatuurstudie hebben de onderzoekers een overzicht gemaakt van de huidige ideeën en kennis over brandveiligheid van gebouwen in het algemeen en met hoge bezetting in het bijzonder. Doel van dit overzicht is te bepalen welke maatregelen (of eisen) er specifiek noodzakelijk zijn voor rookcompartimenten met een hoge bezetting. Deze maatregelen kunnen hetzij worden vertaald naar prestatie-eisen in het Bouwbesluit, hetzij worden opgenomen in een richtlijn voor vluchten uit rookcompartimenten met hoge bezettingen.

In paragraaf 3.1 wordt het vluchtverloop in een ruimte met hoge bezetting behandeld. De paragrafen 3.1.1 t/m 3.1.4 gaan dieper in op de te onderscheiden fasen van de ontruiming. In paragraaf 3.2 is algemeen beknopt de huidige stand van de wetenschap met betrekking tot menselijk gedrag bij brand geschetst. In paragraaf 3.3 wordt bijzondere aandacht besteed aan de rol van installaties en in 3.4 aan de rol van gebruiksvoorschriften.

Enkele van de aspecten die genoemd worden in dit hoofdstuk zijn onderwerp van een onderzoek dat recentelijk door het Ministerie van BZK is opgestart naar menselijk gedrag bij brand.

3.1 Het vluchtverloop

Veilig vluchten uit een ruimte waarin een brand woedt, wordt beschreven in het vluchtverloop. Het vluchtverloop beschrijft de gebeurtenissen die zich voor iedere afzonderlijke persoon in de betreffende ruimte afspelen vanaf het ontstaan van de brand totdat een veilige plaats is bereikt. Dit verloop is voor iedere persoon anders. Grofweg kan onderscheid gemaakt worden in twee categorieën:

1. Personen die zich in de onmiddellijke nabijheid van de brand bevinden.
2. Personen die zich elders in de ruimte bevinden.

Voor de eerste categorie personen zijn in grote lijnen de volgende handelingen te onderscheiden:

1. De aanwezige personen moeten zich snel uit de onmiddellijke nabijheid van de brand kunnen verwijderen. Zij zijn door de directe nabijheid onmiddellijk gealarmeerd en doordrongen van het feit dat vluchten noodzakelijk is².
2. Er moet snel kunnen worden bepaald welke vluchtroute onder de gegeven omstandigheden optimaal is.
3. Als éénmaal een keuze is gemaakt voor een vluchtroute, moet deze snel leiden naar een veilige plaats. Deze vluchtroute leidt achtereenvolgens naar de deur van een verblijfsruimte, naar een deur van een rookcompartiment, via een rookvrije vluchtroute naar een deur van een brandcompartiment, via een brand- en rookvrije vluchtroute naar het aansluitende terrein en vandaar naar de openbare weg.

² Het Bouwbesluit 2003 stelt geen specifieke eisen aan de veiligheid van mensen die zich in de onmiddellijke nabijheid van een brand bevinden. Derhalve is hier in het onderzoek niet nader op ingegaan.

Voor de tweede categorie personen zijn in grote lijnen de volgende handelingen te onderscheiden:

1. De aanwezige personen moet snel weten dat er brand is.
2. Men moet snel besluiten dat het noodzakelijk is om te starten met vluchten.
3. Er moet snel kunnen worden bepaald welke vluchtroute onder de gegeven omstandigheden optimaal is.
4. Als éénmaal een keuze is gemaakt voor een vluchtroute, moet deze snel leiden naar een veilige plaats.

Dit leidt ertoe dat de volgende indeling kan worden gemaakt ten aanzien van de fasen in het brand- en vluchtverloop:

- Ontdekken
- Waarschuwen
- Reageren
- Ontruimen

3.1.1 Ontdekken van de brand

Een brand kan op twee verschillende wijzen ontdekt worden:

1. Automatisch door een brandmeld- of sprinklerinstallatie
2. Door menselijke waarneming (zien, ruiken, horen, voelen)

Automatische detectie kan plaats vinden via rookmelders, via temperatuur- of vlamdetectie. In bijeenkomstgebouwen is de toepassing van rookmelders vaak beperkt of niet mogelijk. Gezien het gebruik van het gebouw zal er veel rook aanwezig zijn, waardoor de kans op valse meldingen (te) groot is. De toepassing van temperatuur- of vlammelders is in principe een mogelijkheid, maar dergelijke melders zullen wel veel minder snel reageren als een rookmelder. Naar verwachting zal een brand eerder door de aanwezigen worden ontdekt. Geconcludeerd kan worden dat in veel ruimten met hoge bezettingen de invloed van brandbeveiligingsinstallaties op de ontdekking van een brand beperkt zal zijn.

De toepassing van automatische (rook)detectie kan zeer nuttig zijn in bijeenkomstgebouwen, bijvoorbeeld voor de periode dat het gebouw niet in gebruik is of voor ruimten elders in het gebouw waarin niemand aanwezig is.

Nadat een brand is ontdekt door een menselijke waarnemer dient de brand nog gemeld te worden alvorens anderen gewaarschuwd kunnen worden. Het melden van een brand door een menselijke waarnemer is afhankelijk van drie factoren:

1. Beschikbaarheid van handbrandmelders of andere alarmeringsmogelijkheden
2. Situatie/toestand waarin de persoon zich bevindt/gevaarsherkenning
3. Bekendheid van de aanwezigen met de wijze van alarmeren

Ad 1.

Om adequaat op te kunnen treden en de brand snel te kunnen melden dienen in het gebouw voldoende alarmeringsmogelijkheden aanwezig te zijn. Dit kunnen handbrandmelders zijn die voor het publiek toegankelijk zijn of handbrandmelders die alleen door bevoegden te bedienen zijn (bijvoorbeeld in de vorm van een knop achter de bar).

In het eerste geval zorgt de hoge bezetting ervoor dat indien een waarnemer midden in een ruimte de brand ontdekt, het lang kan duren voordat de afstand tot de handbrandmelder is afgelegd. Door meer handbrandmelders aan te brengen kan de afstand van een punt in het gebouw tot een handbrandmelder worden tot een, gezien de hoge bezetting, aanvaardbaar niveau teruggebracht worden. De handbrandmelders dienen goed zichtbaar te zijn. Door een juiste afstemming van zichtbaarheid en hoeveelheid is de tijd tussen waarnemen en melden zo kort mogelijk. Vooral de zichtbaarheid vergt in bijeenkomstgebouwen met een hoge bezetting aandacht. Door de hoge bezetting zullen handmelders die niet zijn aangegeven door middel van een (hooggeplaatst) transparant slecht te zien zijn. Gezien de hoge bezetting zal vrijwel altijd iemand voor de handbrandmelder zelf staan.

Ad 2.

Ook al zijn er voldoende handbrandmelders (die goed zichtbaar zijn) aanwezig, of de brand ook snel gemeld wordt is afhankelijk van de persoon die de brand waarneemt. Hierbij speelt zowel het besef dat er gehandeld moet worden een rol als het feit dat deze persoon weet hoe hij of zij moet handelen. Indien de waarnemer een goed getraind personeelslid is, zal deze de brand waarschijnlijk eerder melden. Indien de waarnemer een bezoeker is die onder invloed van alcoholische dranken of verdovende middelen is, dan is een mogelijke reactie 'niets doen'. In de literatuur zijn geen gegevens te achterhalen waaruit af te leiden is wat de meest voorkomende reactie van bezoekers is bij het waarnemen van brand. De aanwezigheid van waarnemers in de vorm van voldoende, goed getraind personeel is van belang om de zekerheid te hebben van een snelle, adequate melding.

Aan de aanwezigheid van handbrandmelders kleeft een belangrijk nadeel. De kans op misbruik en vandalisme is aanwezig. Er dient aandacht te worden besteed aan de keuze van de plaats van handbrandmelders.

Ad 3.

De effectiviteit van alarmering staat of valt met de bekendheid van de wijze van alarmeren. Als er voldoende alarmeringsmogelijkheden zijn, maar men maakt hiervan geen gebruik of weet ze niet te vinden dan kunnen kostbare seconden verloren gaan. Naar verwachting zullen bezoekers zich bij calamiteiten snel wenden tot eventueel aanwezig personeel. Het is dus van belang dat zij bekend zijn met de wijze van alarmeren.

3.1.2 Waarschuwen van de aanwezigen

Nadat de brand is gemeld dienen de aanwezigen op de hoogte gebracht te worden van de situatie. Daarbij dient er rekening mee gehouden te worden dat het vaak niet noodzakelijk is om direct alle in het gebouw aanwezige personen te waarschuwen, maar alleen die personen die in direct gevaar verkeren. Door alleen deze groep personen te waarschuwen kan de ontruiming beter gestuurd worden. Ook kunnen problemen die kunnen ontstaan bij een massale ontruiming worden voorkomen of afgezwakt door gedeeltelijk of gefaseerd te ontruimen. Zie verder paragraaf 3.1.4 Ontruimen.

De aanwezigen kunnen op diverse manieren gewaarschuwd worden:

- Geluidssignaal (Slow Whoop)
- Gesproken woordsysteem met vooraf opgenomen boodschap
- Systeem met live gesproken woord
- Door het aanwezige personeel (bijvoorbeeld met behulp van megafoons)

Al deze methoden hebben hun eigen voor en nadelen. Achtereenvolgens zullen de verschillende mogelijkheden worden besproken.

Geluidssignaal (slow whoop)

Dit systeem met de slow whoop als kenmerkend geluid wordt veel toegepast. Dit brengt als voordeel met zich mee dat veel mensen bekend zijn met het geluid van de slow whoop. Dit voordeel brengt tevens een nadeel met zich mee. Veel mensen reageren niet direct op een slow whoop signaal omdat in veel situaties een dergelijk signaal als een oefening of een vals alarm wordt beschouwd, indien valse meldingen veel voorkomen [1]. Het achterliggende probleem is dat een slow whoop signaal geen informatie verschaft over de situatie en de te ondernemen actie. Dit probleem is te ondervangen door een gesproken woord systeem.

Gesproken woord met vooraf opgenomen boodschap

Een gesproken woord systeem kan de aanwezigen informeren over de werkelijke situatie en de te onder nemen acties. De effectiviteit van een gesproken woord systeem is afhankelijk van de boodschap die het systeem weergeeft. Een goede boodschap bevat drie elementen [2]:

- Wat is er aan de hand
- Waar is het gevaar
- Wat dient men te doen

Indien een van deze elementen ontbreekt of niet juist is, hebben de gealarmeerden niet voldoende informatie om een goede keuze voor de te nemen actie te kunnen maken.

De juistheid van het bericht is het probleem van het vooraf opgenomen gesproken woord systeem. Om te zorgen voor een goede informatievoorziening zal in een gebouw met meerdere ruimten een boodschap per ruimte opgenomen moeten worden, zodat gesignaleerd kan worden waar het gevaar is. Daarnaast dient per ruimte voor iedere mogelijke calamiteit een boodschap opgenomen te worden. Daarnaast kunnen de te nemen acties per ruimte verschillen. Dit leidt er toe dat een grote hoeveelheid vooraf opgenomen mededelingen is vereist. Een complex systeem is nodig om er zorg voor te dragen dat de juiste boodschap wordt afgespeeld in de juiste ruimte. Daarmee zal dit een kostbaar systeem worden, dat gevoelig is voor fouten. Het alternatief is dus een gesproken woord systeem dat live van informatie wordt voorzien.

Systeem met live gesproken woord

Het systeem waarbij het gesproken woord systeem live wordt gebruikt ondervangt de nadelen dat een systeem met vooraf opgenomen boodschappen heeft. Dit systeem leunt echter zwaar op de persoon die het systeem bedient / inspreekt en op de informatie die deze persoon tot zijn beschikking heeft. Er kan immers pas goede informatie worden verschaft indien de operator van het systeem zelf (tijdig) volledig op de hoogte is van de situatie. Een gedegen training van de operator is in ieder geval vereist.

Het systeem kan zodanig ingericht worden dat per ruimte een boodschap uitgestuurd kan worden, of waarbij slechts voor het gehele gebouw één boodschap uitgestuurd kan worden. Bij deze laatste mogelijkheid is het van belang de boodschap zo duidelijk te maken dat alleen degenen die in direct gevaar zijn ontluchten en de overige aanwezigen rustig afwachten.

Daarnaast is het een mogelijkheid het gesproken woord systeem te combineren met een PA systeem (Public Adress-systeem) dat aanwezig is. Daardoor is de geluidskwaliteit en het volume van het systeem gewaarborgd.

Een gesproken woord systeem is effectiever van een algemeen alarm signaal [2]. Een gesproken woord systeem dient bij voorkeur voorafgegaan te worden door een waarschuwingssignaal om de aandacht te trekken [3].

Voordat de bezoekers zullen reageren op een waarschuwing zal de aandacht getrokken moeten worden. Uit diverse onderzoeken blijkt dat indien een waarschuwingssignaal wordt gegeven, dat de meeste bezoekers niet direct starten met vluchten [4,5,6]. Ze wachten af tot er iets gaat gebeuren of gaan op onderzoek uit naar de oorzaak van de waarschuwing.

De aandacht kan getrokken worden door een plotselinge verandering van situatie. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld het stilleggen van de activiteit die bezig is, het uitschakelen van geluid bij een optreden of het volledig aanzetten van het licht indien het licht gedimd is in de ruimte.

Indien in de bijeenkomstfunctie een activiteit gaande is waarbij veel geluid wordt geproduceerd (bijvoorbeeld bij een concert of optredende DJ) dan dient er altijd voor gezorgd te worden dat het geluidsniveau wordt teruggebracht tot een zodanig niveau dat het waarschuwingssignaal duidelijk te horen is.

Of de aanwezigen uiteindelijk werkelijk gewaarschuwd worden is afhankelijk van de aandacht die gewekt is voordat het werkelijke waarschuwingssignaal wordt gegeven.

3.1.3 Reageren op de waarschuwing

De reactietijd is niet voor iedere individu in de ruimte met hoge bezetting gelijk. De reactietijd is afhankelijk van het individu, alsmede van de (deel)groep. Er zijn aspecten van groepsgedrag die lastig of niet te beïnvloeden zijn en andere die wel gestuurd kunnen worden. Groepsgedrag wat niet te beïnvloeden valt zijn de vooral sociale aspecten van groepen. Indien één individu die behoort tot de groep zich elders in het gebouw bevindt, zal de groep mogelijk pas starten met vluchten op het moment dat de groep weer compleet is. De groep kan daartoe afwachten of actief op zoek gaan naar de ontbrekende persoon. Ook kan in een groep de situatie ontstaan dat men eerst gaat overleggen welke actie te ondernemen. Deze sociale aspecten zijn alleen te doorbreken door de groep er van te doordringen dat het individu zich zelf in veiligheid zal moeten stellen en dat het te risicovol is het betreffende individu te gaan zoeken of te gaan overleggen welke actie te ondernemen.

Afhankelijk van de situatie en de beleving van die situatie door het individu en de groep kan de reactietijd langer of korter zijn. Door de situatie zodanig aan te passen dat een individu of groep snel een goede keuze kan maken om een veilige plaats te bereiken kan de reactietijd worden bekort.

In de reactietijd zijn er twee stappen die doorlopen worden (ik weet dat er brand is, maar wellicht niet hoe ernstig):

1. Wat ga ik doen / wat gaan we doen

Als ik ga vluchten,

2. Waar ga ik heen / waar gaan we heen

De eerste stap kan bekort worden door een goede informatievoorziening. In een onderzoek naar de reactie tijd, afhankelijk van de informatievoorziening bleek dat bij goede informatie het ontvluchten binnen één minuut op gang was gekomen. In de situatie waarbij alleen een bel klonk was het vluchten na 15 minuten nog niet op gang gekomen [7]. Indien de informatievoorziening slecht is, begint men niet snel met ontvluchten. De informatievoorziening door het personeel kan goed bijdragen aan het verkorten van de reactietijd [8].

Hieruit blijkt ook weer dat een gesproken woordsysteem de voorkeur heeft boven alleen het geven van een alarmsignaal. Een gesproken woordsysteem zal de reactietijd bekorten.

Wat betreft het tweede punt is het van belang dat de nooduitgangen duidelijk zijn aangegeven, op logische plaatsen zitten en dat het duidelijk is dat deze snel naar een veilige plaats leiden. Indien één van deze aspecten betreffende een nooduitgang ontbreekt, dan zal de reactietijd langer worden. De overweging welke uitgang te nemen wordt dan lastiger. Het is makkelijker om een bekende route te kiezen dan een onbekende, waarbij men niet zeker weet waar die heen leidt [9]. Tevens worden onbekende opties/nooduitgangen/vluchtroutes vaak beschouwd als gevaar verhogend [10]. Indien het niet direct duidelijk is dat een vluchtweg naar een veilige plaats leidt, zal de overweging de nooduitgang te kiezen moeilijker zijn en dus langer duren. Een goede oplossing is dan ook om zoveel mogelijk nooduitgangen aan te brengen die direct naar buiten leiden, dus waarbij het direct duidelijk is dat deze naar een veilige plaats leiden. Daarbij kan het wel noodzakelijk zijn mensen te trainen in het kiezen voor nooduitgangen [10].

3.1.4 Ontruimen

Op het moment dat het werkelijke ontruimen start kunnen er in situaties met een hoge bezetting een aantal problemen ontstaan. Deze problemen zijn niet altijd specifiek van toepassing op ruimten met hoge bezettingen, maar ze treden wel sneller op of hebben groter gevolgen. Dat er, ook in een ruimte met hoge bezetting, voldoende uitgangsbreedte aanwezig dient te zijn, is een open deur. Minder duidelijk is hoe de verdeling en plaatsing van deze uitgangsbreedte moet zijn.

Het Bouwbesluit 2003 gaat ervan uit dat vluchtende personen zich evenredig verdelen over de beschikbare toegangen. Er is geen door de wetgever voorgeschreven hiërarchie in de toedeling, anders dan de beschikbare capaciteit van de toegangen. Een leegstromende concertzaal kan vergeleken worden met een leegstromende bak water met meerdere gaten. Water gedraagt zich volledig volgens natuurkundige principes en zal niet bewust kiezen voor een uitstroomopening. Vluchtende personen kiezen wel. Dit betekent dat ze niet zonder meer naar de toegewezen toegang zullen gaan. De keuze is afhankelijk van bekendheid met de situatie, de overzichtelijkheid van de situatie en de mate van keuzevrijheid. De personen die verder van de toegangen verwijderd zijn, hebben in principe de mogelijkheid om voor een andere toegang te kiezen om eerder uit de ruimte te kunnen zijn. Een verschijnsel dat ook zichtbaar is bij instappende mensen in een drukke trein. Bij lagere bezettingen zal het eenvoudiger zijn om snel een andere toegang te bereiken. Naarmate de bezetting toeneemt, zal er sprake zijn van een impliciete verdeling van personen over de aanwezige deuren. Het is de vraag in hoeverre hiermee voor iedere persoon een optimale vluchtroute is gewaarborgd.

Hoe hoger de bezetting hoe lager dus de keuzevrijheid en hoe kleiner de kans op een overzichtelijke situatie. In deze fase is het van belang de keuze van de meest optimale vluchtroute zoveel mogelijk te ondersteunen. Wellicht is het noodzakelijk bij hoge bezettingen juist daarom aandacht te schenken aan de overzichtelijkheid van de situatie. Ook kan de positionering van vluchtmogelijkheden worden aangepast aan verondersteld gedrag van vluchtende personen.

Hierbij kan er bijvoorbeeld van worden uitgegaan van het gegeven dat mensen in eerste instantie via de uitgang vluchten via welke zij ook binnen zijn gekomen. Ook al betekent dit dat zij daarbij diverse nooduitgangen voorbij lopen [11]. Het handige is, dat men die route al op natuurlijke wijze heeft verkend.

Vluchtende personen kunnen pas kiezen als ze weten welke opties er voor hen open staan. De herkenbaarheid van vluchtwegen is dus te allen tijde van belang. Vluchtrouteaanduiding speelt daarom ook bij hoge bezettingen een belangrijke rol. De specifieke karakteristieken van ruimten met een hoge bezetting zouden ertoe kunnen leiden dat er meer aandacht aan de zichtbaarheid van de vluchtrouteaanduiding moet worden besteed.

3.2 Menselijk gedrag bij brand

Bij de ontvluchting van een gebouw speelt het menselijk gedrag een cruciale rol. In de bouwregelgeving wordt namelijk uitgegaan van zelfredzaamheid, zodat de handelingen van de aanwezige personen bepalend zijn voor de snelheid waarmee een gebouw kan worden ontruimd.

Ontvluchting is het proces waarbij de aanwezigen in een gebouw te weten komen dat er brand is en zich begeven naar een veilige plaats. Voorafgaand aan en tijdens het zich begeven naar een veilige plaats maken zij een scala aan mentale processen door. Het zijn juist die mentale processen die het menselijk gedrag bij brand verklaren.

Het proces kan grofweg als volgt worden beschreven:

1. Start met waarnemen van waarschuwingssignalen en het interpreteren hiervan.
2. Beslissen hoe te handelen en starten met het verlaten van het rookcompartiment.

Waarnemen en interpreteren van signalen

Het waarnemen van ontruimingssignalen en interpreteren van waarschuwingen hangt in belangrijke mate af van de staat waarin personen verkeren.

In de literatuur zijn veel aanwijzingen te vinden die erop wijzen dat de personen die in een ruimte aanwezig zijn niet direct reageren op signalen dat er brand is en starten met vluchten. Afhankelijk van de activiteiten waarmee men bezig was, kunnen de volgende reacties optreden:

- Zoeken naar bevestiging
- Wachten op informatie
- Anderen waarschuwen
- Het vuur bestrijden
- Niets doen

Men zal eerder geneigd zijn een alarmsignaal serieus te nemen als het gepaard gaat met andere door de zintuigen waar te nemen signalen of vluchtgedrag van anderen. Dit komt overeen met de behoefte aan bevestiging, voordat beslist wordt over de te ondernemen actie. Bij een brand in de ruimte waarin zich een concentratie van personen bevindt zelf, zal zich vaak eerder een bevestiging aandienen in de vorm van brand- of rookverschijnselen.

Al deze handelingen zorgen ervoor dat er enige tijd verloopt tussen het moment dat mensen gewaarschuwd zijn en het moment dat ze besluiten te gaan starten met vluchten. Dit is de persoonlijke reactietijd.

Beslissen en starten met ontruimen

Gedragstheorieën

In de literatuur [10] komt naar voren dat de wijze waarop mensen handelen bij brand op één van de volgende manieren te beschrijven is:

- **Beslissen (decision making):**
Deze theorie gaat ervan uit dat mensen ook in gevaarlijke situaties hun opties kunnen afwegen, rationeel kunnen handelen en tot op zekere hoogte overwogen beslissingen kunnen nemen. Dit verklaart waarom zelfs in gevaarlijke situaties sociaal gedrag zichtbaar is.
- **Ernst van de situatie (gevaarsherkenning):**
Doordrongen zijn van de ernst van de situatie of gevaarsherkenning zorgt ervoor dat mensen zichzelf zo snel mogelijk in veiligheid willen brengen. Dit kan ertoe leiden dat zich nabij de uitgangen van een door brand bedreigde ruimte opstoppingen gaan optreden. Hoe meer mensen doordrongen zijn van de ernst van de situatie en hoe sterker hun gevoel is dat ze 'moeten maken dat ze weggkomen', hoe groter de kans op duwen, dringen en blokkades bij de uitgangen. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de beleving van de ernst van de situatie bepalend is. Dit hoeft niet noodzakelijkerwijs overeen te komen met de werkelijke situatie.
- **Paniek:**
De 'paniek'-theorie gaat ervan uit dat wanneer mensen voelen dat ze in gevaar zijn, ze irrationeel gaan handelen ('ze zijn zichzelf niet meer en kunnen niet rationeel denken') en primair overlevingsgedrag (vechten, verdrukken en vertrappen) vertonen. Wanneer er een sterke sociale invloed (bijvoorbeeld een leider) aanwezig is, kan dit een positief effect hebben op het handelen. Vaak wordt er verondersteld dat er in een gebouw waarin brand uitbreekt altijd paniek ontstaat. Uit verschillende studies [12] is gebleken dat slechts af en toe paniek uitbreekt en dan ook nog bij een klein gedeelte van de groep mensen die zich in direct gevaar bevindt.

Hoewel ieder van deze theorieën aspecten van het gedrag van mensen bij brand verklaren, is er tot op heden geen eenduidig model voor menselijk gedrag bij brand beschikbaar. In dit onderzoek is ervan uitgegaan dat mensen handelen volgens de eerstgenoemde theorie. Geconcludeerd kan worden dat deze theorie ten grondslag moet liggen aan de brandveiligheidsvoorschriften. In hoofdstuk 5 wordt hierop nader ingegaan.

Als het gaat om menselijk gedrag bij brand kan onderscheid worden gemaakt tussen individueel gedrag en groepsgedrag. In het laatste geval is de interactie tussen personen bepalend voor het vluchtgedrag.

Individueel gedrag

Individueen in een groep gedragen zich anders en beslissen anders dan wanneer ze alleen zijn of zich in een kleine groep bevinden. Die beslissingen komen op één van de volgende manieren tot stand [10]:

- **Begrensde rationaliteit**
Men neemt beslissingen op basis van de beschikbare informatie. De beslissing is 'begrensd' omdat de beslissing onder grote tijdsdruk wordt genomen, vaak niet alle opties bekend zijn en niet alle alternatieven in overweging worden genomen. Voor een buitenstaander kan het daarom lijken dat de persoon in kwestie geen rationele beslissing neemt. Een rationele beslissing volgt immers het volgende traject: beschouw alle beschikbare alternatieven en selecteer het alternatief dat het beste resultaat oplevert.
- **Vertrouwen op ervaring**
Bedreigde personen zullen handelen op een manier waarmee ze vertrouwd zijn of die ze eerder (succesvol) hebben gebruikt. Hun beslissingen zullen worden bepaald door de mate waarin ze vertrouwd zijn met een gebouw of de eventuele ontruimingsoefeningen waaraan zij hebben deelgenomen. Uitgaande van deze veronderstelling is het ook te verklaren dat mensen vaak geneigd zijn een ruimte te verlaten door de toegang waardoor ze binnen zijn gekomen en de nooduitgangen negeren.
- **Instinct volgen**

Groepsgedrag

In situaties waarin onvoldoende informatie beschikbaar is, zullen mensen zich vaak richten op anderen. Men kijkt wat anderen doen en als men waarneemt dat veel mensen hetzelfde doen, dan wordt verondersteld dat zij wel over meer informatie beschikken en hun handelen juist is. Dit fenomeen wordt 'kuddegedrag' (eng: herding) genoemd. Het zal er vaak toe leiden dat men de groep achterna loopt. In stress-situaties zullen mensen zo geneigd zijn elkaar blindelings te volgen, wat kan leiden tot juiste of onjuiste keuzes.

Onderzoek naar evacuatiemodellen (= ontruiming) [13] heeft aangetoond dat dit groepsgedrag een bijdrage kan leveren aan het veilig ontluchten van een bedreigde ruimte, maar dat uitsluitend vertrouwen op dit gedrag en negeren van individuele ontvluchtingstrategieën onwenselijk kan zijn.

In de reactie van een groep en de individuen in die groep op een noodsituatie blijkt sociaal gedrag en sociale hiërarchie een belangrijke factor te zijn. Ook in dergelijke situaties blijven sociale structuren in de groep in stand. Dit kan ertoe leiden dat in plaats van het vertonen van overlevingsgedrag mensen de leiding gaan nemen, elkaar gaan helpen of op zoek gaan naar bekenden. Mensen die samen naar het gebouw zijn gegaan, vertonen bijvoorbeeld de neiging om bij elkaar te blijven en hun gedrag op elkaar af te stemmen.

Bij omstandigheden waarin een sterke natuurlijke hiërarchie of een duidelijke organisatiestructuur aanwezig is, is het aannemelijk dat men zal afwachten en vertrouwen op instructies.

Menselijk gedrag en hoge bezettingen

Het geschetste gedrag van individuen en groepen geldt in principe voor iedere groep en is dus geen specifieke eigenschap van hoge bezettingen. Hoge bezettingen kunnen er wel voor zorgen dat enkele van de genoemde factoren worden versterkt.

Zo kan in ruimten met hoge bezettingen sneller sprake zijn van een verhoogde mate van stress en agitatie, omdat er weinig tot geen persoonlijke ruimte is. Daarnaast wordt de bewegingsvrijheid beperkt, zodat wanneer een groep eenmaal in beweging komt er geen andere mogelijkheid is dan mee te gaan in de stroom. Het gedrag van de groep is derhalve zeer belangrijk. Met toenemende bezetting neemt de (fysieke) ruimte voor individuele ontvluchtingstrategieën af.

3.3 De rol van installaties

In de voorgaande paragrafen zijn al enkele opmerkingen gemaakt over de installaties.

Welke rol kunnen installaties spelen in het vluchten uit ruimten met een hoge bezetting?

- **Brandmeldinstallatie**
Vanuit de brandmeldinstallatie kunnen automatische sturingen worden verricht naar brandveiligheidsinstallaties, maar ook naar andere gebouwgebonden installaties of voorzieningen. Op de toepassingen van automatische sturingen vanuit de brandmeldinstallatie zal nader worden ingegaan in hoofdstuk 5.
- **Ontruimingsinstallatie met gesproken woord/omroepinstallatie**
De ontruimingsinstallatie kan de aanwezige personen waarschuwen en informeren over de wijze waarop zij het pand kunnen verlaten. Op de toepassingen van een ontruimingsinstallatie zal nader worden ingegaan in hoofdstuk 5.
- **Rook- en warmte-afvoer installatie en/of luchtbehandeling voor snelle afvoer van rook**
Een rook- en warmte-afvoer installatie is vooral in hoge ruimten geschikt als maatregel om de tijd te verlengen die verloopt totdat de ruimte gevuld is met rook. Er is in dat geval een langere ontruimingstijd mogelijk en grotere loopafstanden of een hogere bezetting zijn mogelijk.
- **Sprinklerinstallatie**
Een sprinklerinstallatie zorgt voor:
 - koeling van een brand
 - beheersing van de brandoppervlakte
 - rookbeheersing

Deze eigenschappen zorgen ervoor dat de ruimte waarin een brand woedt een langer een verblijf van mensen mogelijk maakt. Dit kan voor vluchtende personen waardevolle seconden opleveren zodat zij een veilige plaats kunnen bereiken. De precieze effecten van een sprinklerinstallatie op brand- en rookgedrag zijn echter nog niet bekend, zodat moeilijk te kwantificeren is hoeveel extra ontruimingstijd er beschikbaar is. Een bekend nadelig effect van een sprinklerinstallatie is de vorming van stoom dat ontvluchting en redding door de brandweer bemoeilijkt.

Installaties kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het veiligheidsniveau in ruimten of gebouwen met hoge bezettingen. De sprinkler- en de rook- en warmte-afvoerinstallatie worden vaak gebruikt om invulling te geven aan een gelijkwaardige veiligheid als beoogd met de voorschriften uit het Bouwbesluit 2003. De toepassing ervan is echter maatwerk en gaat vaak gepaard met een hoge investering.

3.4 De rol van gebruiksvoorschriften

Naast bouwkundige en installatie-technische aspecten kunnen ook gebruiksvoorschriften een zinvolle aanvulling zijn op de brandveiligheid van ruimten met hoge bezettingen. Deze maatregelen moeten wel altijd in combinatie met andere maatregelen worden genomen. Gebruiksvoorschriften of organisatorische maatregelen worden niet geacht in de plaats te kunnen treden van bouwkundige maatregelen. Zij zijn erop gericht de nadelige gevolgen van een brand zoveel mogelijk te beperken.

Te denken valt aan in ieder geval de volgende maatregelen:

- Handhaving van bezetting. De toegestane hoeveelheid personen die is opgenomen in de gebruiksvergunning kan op twee manieren worden gehandhaafd:
 - actief door de gebruiker (exploitant) zelf
 - door de gemeente

In de praktijk zal een systeem van zelfcontrole naar verwachting alleen bij grote gebouwen goed kunnen werken. Deze gelegenheden kunnen beschikken over toegangscontrolesystemen of portiers die de bezetting kunnen registreren.

De handhaving door de gemeente lijkt niet reëel. Zeker bij hoge bezettingen is het door een visuele controle onmogelijk vast te stellen hoeveel personen er exact in een ruimte of een gebouw aanwezig zijn.

- De aanwezigheid van een goed getrainde calamiteitenorganisatie
Een goed getrainde calamiteitenorganisatie kan de leiding nemen bij de ontruiming. Zij kunnen de ontruiming initiëren en vluchtende personen ondersteunen bij de keuze van uitgangen. Zo kan een ontruiming worden bespoedigd. Voorwaarden voor de succesvolle toepassing van deze maatregel zijn een goed ontruimingsplan, een laag personeelsverloop en een professionele instelling. De aanwezigheid, in toenemende mate, van (professioneel) beveiligingspersoneel kan hierin een rol spelen.
De bewijslast voor een dergelijke maatregel zal altijd bij de gebruiker liggen. Deze zal aan de gemeente moeten aantonen dat de manier waarop de ontruiming bij brand is georganiseerd zodanig is dat er een hoger veiligheidsniveau wordt bereikt. Een succesvolle implementatie kan er, in combinatie met andere maatregelen, toe leiden dat een groter aantal personen in een ruimte of gebouw kan worden toegelaten.
- Instructie van bezoekers
In vliegtuigen worden de inzittenden voor iedere vlucht op de hoogte gebracht van de veiligheidsvoorzieningen in het vliegtuig. Het wordt in de praktijk niet haalbaar geacht om alle bezoekers van een gebouw met een hoge bezetting te instrueren over 'hoe te handelen bij brand'. In algemene zin is er echter nog veel te winnen wat betreft de bewustwording van mensen ten opzichte van calamiteiten. Het veiligheidsbesef van de reizigers in de Londense metro kan hierbij als voorbeeld dienen.
- Indeling van een ruimte, plaatsing van het meubilair. Rondom de toegangen moet een obstakelvrije zone worden aangehouden. Een vluchtroute met ten minste de breedte van de breedste toegang van de ruimte moet overal in de ruimte beschikbaar zijn.

4. EISEN VOOR ONTVLUCHTING IN DE BOUWREGELGEVING

De voorschriften uit de bouwregelgeving op het gebied van brandveiligheid zijn vastgelegd in het Bouwbesluit en in de Modelbouwverordening. In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van brandveiligheidseisen die betrekking hebben op ontvluchting en wordt tevens het vluchtverloop waarvan het Bouwbesluit 2003 uitgaat besproken.

4.1 Voorschriften uit het Bouwbesluit 2003

De technische eisen op het gebied van brandveiligheid zijn vastgelegd in het Bouwbesluit 2003. Deze eisen zijn gericht op de passieve brandbeveiliging en zijn hoofdzakelijk bouwkundig van aard. De eisen die het Bouwbesluit 2003 afhankelijk stelt van de bezetting zijn:

- Aanwezigheid van noodverlichting (artikel 2.59)
- Loopafstand tot toegang van een rookcompartiment (artikel 2.136)
- Loopafstand tot toegang van een verblijfsruimte (artikel 2.146)
- Breedte van de toegang van een verblijfsruimte (artikel 2.146)
- Breedte van de toegang van een rookcompartiment (artikel 2.148)
- Vluchtroutes vanaf de toegang van een rookcompartiment (artikel 2.156)
- Draairichting van deuren van verblijfsruimten (artikel 2.146) en rookcompartimenten (artikel 2.148)
- Draairichting van deuren in rookvrije vluchtroutes (artikel 2.171)

Een vluchtroute voert vanaf een willekeurig punt in een gebouw tot aan het aansluitende terrein en vandaar naar de openbare weg. Dit onderzoek is met name gericht op het gedeelte van de vluchtroute binnen het rookcompartiment waarin brand woedt. Wanneer dit rookcompartiment is verlaten, begint een rookvrije vluchtroute. Het Bouwbesluit 2003 geeft voorschriften ten aanzien van aanwezigheid, aantal, inrichting en de opvang- en doorstroomcapaciteit van rookvrije vluchtroutes.

Verder zijn in het Bouwbesluit 2003 eisen opgenomen ten aanzien van materiaalgedrag bij brand van constructie-onderdelen, het voorkomen van het ontstaan van brand en de beredding door de brandweer. Deze eisen hebben geen directe relatie met de bezetting.

4.2 Brandveiligheidsvoorschriften in de gemeentelijke bouwverordening

De niet-technische voorschriften op het gebied van brandveiligheid zijn vastgelegd in de modelbouwverordening. Deze voorschriften hebben betrekking op brandbeveiligingsinstallaties en op het brandveilig gebruik van een gebouw. De brandbeveiligingsinstallaties zijn gericht op het vluchten uit gebouwen met een publieksfunctie. Het betreft hier:

- de brandmeldinstallatie (artikel 2.6.1)
- de ontruimingsinstallatie (artikel 2.6.5)
- de vluchtroutemarkering (artikel 2.6.8).

De voorschriften zijn niet direct afhankelijk van de bezetting zoals de voorschriften uit het Bouwbesluit. Het zijn installaties die als doel hebben mensen bij brand zo snel mogelijk te alarmeren en naar een veilige plaats te leiden.

4.3 Systematiek van vluchten in het Bouwbesluit 2003

Voor normale brandcompartimenten (kleiner dan 1.000 m²) kan worden geconcludeerd dat het uitgangspunt is dat alle aanwezigen binnen 60 seconden een rookcompartiment waarin brand woedt, moeten kunnen hebben verlaten. Het 'startpunt' van deze 60 seconden is gedefinieerd als het moment waarop de helft van de aanwezigen is gestart met vluchten. De periode van 60 seconden is de ontruimingstijd.

Als gevolg daarvan worden onder andere eisen gesteld aan de breedte van de toegangen van het rookcompartiment.

Verder worden eisen gesteld aan de loopafstand tot de toegang van een rookcompartiment. Met het stellen van deze eisen wil de wetgever erop toezien dat de looptijd, de tijd die ten minste gelijk is aan de tijd die een vluchtende persoon nodig heeft om naar een toegang van het rookcompartiment te lopen, maximaal 30 seconden bedraagt. Degenen die zich dicht bij de toegang bevinden, zullen een kortere looptijd hebben. De looptijden van maximaal 30 seconden en een wachttijd/reactietijd (beide zijn een vorm van wachten, hetzij voor de toegang, dan wel op de plaats waar men zich bevindt) van maximaal 30 seconden zorgen er gezamenlijk voor dat het aanbod van vluchtenden bij de toegangen constant is. Aangenomen wordt dat de mensen die zich het dichtst bij de toegangen bevinden als eerste het rookcompartiment verlaten.

De maximale 'persoonlijke ontruimingstijd' van 60 seconden is dus een combinatie van reactietijd, looptijd en wachttijd.

De eisen ten aanzien van de breedtes van toegangen zijn gebaseerd op een (gelijkmatige) doorstroming van 2,25 personen per seconde per meter deurbreedte. Dit komt overeen met de capaciteit die in de SBR-publicatie B29-2 'Menselijk gedrag bij brand' [14] en het 'Brandbeveiligingsconcept Gebouwen met een publieksfunctie' van het Ministerie van Binnenlandse Zaken [15] wordt genoemd als normale doorstroming.

5. EISEN VOOR BEZETTINGSGRAADKLASSE B0

Het Bouwbesluit 2003 legt het brandveiligheidsniveau vast voor bezettingen van minder dan 2 personen per m². Met name voor het aspect 'veilig vluchten' speelt de bezetting een belangrijke rol (zie 4.1). In paragraaf 4.3 is aangegeven welke uitgangspunten het Bouwbesluit 2003 hierbij hanteert.

In dit hoofdstuk worden de voorschriften voor ontvluchting uit het Bouwbesluit 2003 geanalyseerd. Doel van deze analyse is om na te gaan of een hogere bezetting om aanvullende maatregelen vraagt om een zelfde niveau van veiligheid te realiseren.

5.1 Aanwezigheid van noodverlichting

De aanwezigheid van noodverlichting is afhankelijk van de bezettingsgraadklasse van een verblijfsruimte. Naarmate de bezettingsgraadklasse toeneemt, is bij geringere vloeroppervlakten noodverlichting vereist.

Conclusie

De eisen van het Bouwbesluit 2003 voor de bezettingsgraadklassen B1 tot en met B4 zijn zodanig dat, onafhankelijk van de bezetting, noodverlichting is vereist zodra er meer dan 112 personen in een ruimte worden toegelaten. Dit komt erop neer dat noodverlichting is vereist in rookvrije vluchtroutes en bij verblijfsruimten met een vloeroppervlakte groter dan 25 m².

Het bewijs voor deze stelling kan worden afgeleid uit de onderstaande tabel. Hierin is de grenswaarde voor de oppervlakte voor de bezettingsgraadklassen B1 tot en met B5 uit tabel 2.59.1 is vermenigvuldigd met het maximaal aantal personen per m² dat binnen een bezettingsgraadklasse mogelijk is³. De uitkomst is voor alle bezettingsgraadklasse min of meer constant.

Bezettings- graadklasse	Artikel 2.59		
	Waarde tabel 2.59.1	Bezetting	Waarde/bezetting
		Personen per m ²	Aantal personen
B1	60	1/0,5	120
B2	150	1/1,3	115
B3	375	1/3,3	113,6
B4	900	1/8	112,5
B5	> 900	1/20	112,5

5.2 Eisen aan loopafstand, aantal toegangen en uitgangsbreedte

De aanwezigen moeten tijdig een uitgang (in termen van het Bouwbesluit: een toegang) kunnen bereiken en passeren.

In verband hiermee stelt het Bouwbesluit 2003 eisen aan de loopafstand tot een uitgang, aan het aantal uitgangen en aan de totale breedte van de uitgangen.

³ Dit volgt uit tabel 1 in artikel 1.1 lid 6 van het Bouwbesluit 2003.

5.2.1 Eisen ten aanzien van de loopafstand

De eis in het Bouwbesluit 2003 aan de werkelijke loopafstand bij hogere bezettingen (30 m bij B1 t/m B3) is gebaseerd op een loopsnelheid van 1 m/s. Dit is dus onafhankelijk van de variatie in bezetting.

Zeker is echter dat de loopsnelheid grofweg afneemt als de (plaatselijke) personendichtheid toeneemt. Het verband tussen de maximale loopsnelheid en de personendichtheid is door diverse onderzoekers bepaald, met uiteenlopende resultaten.

De hoogste waarde van de maximale loopsnelheid die in de literatuur [14], [15] is gevonden bij een dichtheid van 4 personen per m² is echter niet hoger dan 0,5 m/s (als iedereen dezelfde kant oploopt). Consequent redenerend vanuit de eis dat de looptijd naar een uitgang niet meer dan 30 seconden mag bedragen, zou de werkelijke loopafstand bij B0 dus niet groter mogen zijn dan 15 m.

Een dergelijke eis is volgens de literatuur en de geïnterviewden echter helemaal niet nodig. Ook bij een loopafstand van maximaal 30 m, zal de ontruimingstijd van een rookcompartiment met een bezetting B0 worden bepaald door de capaciteit van de uitgangen, niet door de loopafstand. Hetzelfde geldt voor de loopafstand tot de toegang van een verblijfsruimte. De onderzoekers onderschrijven deze opvatting. In bijlage 3 is een en ander nader onderbouwd.

Conclusie

Het stellen van extra of nadere eisen aan de werkelijke loopafstand is daarom niet noodzakelijk. Ook voor bezettingen hoger dan bezettingsgraadklasse B1 kan een maximale loopafstand van 30 m (rookcompartiment) respectievelijk 20 m (verblijfsruimte) worden aangehouden.

5.2.2 Eisen ten aanzien van het aantal uitgangen

In artikel 2.148 van het Bouwbesluit 2003 wordt aangegeven wanneer niet meer kan worden volstaan met één toegang. Bij hogere bezettingen (B1 tot en met B3) is dit het geval als er meer dan 150 personen aanwezig zullen zijn. Zie onderstaande tabel⁴.

Bezettings- graadklasse	Artikel 2.148		
	Waarde tabel 2.145.2	Bezetting	Waarde/bezetting
		Per- sonen per m ²	Aantal personen
B1	120	1/0,8	150
B2	300	1/2	150
B3	750	1/5	150
B4	1000	1/12	83
B5	1000	1/30	33

Er is geen reden om bij B0 reeds bij een lager aantal aanwezigen dan 150 personen meer dan één uitgang te eisen.

⁴ Deze conclusie is tot stand gekomen op dezelfde wijze als in paragraaf 4.3.2

Conclusie

Het stellen van zwaardere eisen aan het aantal toegangen is voor bezettingen hoger dan bezettingsgraadklasse B1 niet nodig.

5.2.3 Eisen ten aanzien van de totale uitgangsbreedte

In artikel 2.146 en 2.148 van het Bouwbesluit 2003 worden de eisen ten aanzien van de uitgangsbreedte van verblijfsruimten en rookcompartimenten gekoppeld aan de oppervlakte die op een toegang is aangewezen.

De minimaal toelaatbare deurbreedte van de toegang waarop een deel van de oppervlakte van de ruimte is aangewezen wordt bepaald op basis van een maximaal toelaatbare doorstroomtijd van 60 seconden en een theoretische doorstroomcapaciteit van 2,25 personen per meter per seconde. Dit komt overeen met 1 meter deurbreedte per 135 aanwezigen⁵. Een en ander volgt uit de onderstaande tabel³.

Bezettingsgraadklasse	Waarde tabel 2.145.1	Vloeroppervlakte per meter toegangsbreedte	Bezetting	Aantal vluchtenden per meter toegangsbreedte
	waarde	= 1000/waarde	personen per m ²	personen/m
B1	13,75	72,73	1/0,5	145,45
B2	5,5	181,82	1/1,3	139,86
B3	2,2	454,55	1/3,3	137,74
B4	0,92	1086,96	1/8	135,87
B5	0,37	2702,70	1/20	135,14
Bezettingsgraadklasse	Waarde tabel 2.145.2	Vloeroppervlakte per meter toegangsbreedte	Bezetting	Aantal vluchtenden per meter toegangsbreedte
	waarde	= 1000/waarde	personen per m ²	personen/m
B1	9,2	109	1,25	136
B2	3,7	270	0,5	135
B3	1,5	667	0,2	133
B4	0,6	1667	0,083	138
B5	0,2	5000	0,033	165

Negatieve effecten

Een oppervlakte, die verder van de uitgang af ligt dan de toegestane loopafstand, kan niet zijn aangewezen op die toegang.

Als er vanaf een punt in de ruimte meer dan één uitgang binnen een loopafstand van 30 m liggen, dan is niet meer duidelijk op welke toegang dit punt is aangewezen.

De ontwerper zal dan delen van de oppervlakte van de ruimte arbitrair aanwijzen op elke toegang, rekening houdend met het te verwachten aantal personen in het betreffende gebied.

⁵ In buitenlandse bouwregelgeving wordt gerekend met een lagere doorstroomcapaciteit van toegangen, maar met een (aanzienlijk) langere ontruimingstijd. Om deze reden kunnen er in dat geval meer personen worden toegewezen aan een toegang van een ruimte.

Daarmee is natuurlijk niet geregeld dat de aanwezigen bij brand vluchten naar de voor hen theoretisch aangewezen uitgang. Zie ook bijlage 4.

De praktijk bij een deur kan op verschillende punten negatief afwijken van de theorie. De belangrijkste afwijkingen zijn:

1. De aanwezigen verdelen zich niet over de uitgangen zoals bedacht door de ontwerper.
2. Als de brandhaard zich in de buurt van een uitgang bevindt, zullen personen die eigenlijk op die uitgang zijn aangewezen, zich naar een andere uitgang begeven, en
3. De werkelijke doorstroomcapaciteit van een uitgang is lager dan de theoretische, vanwege verstoringen in de buurt van de uitgang, zoals boogvorming en ongevallen.

Deze afwijkingen kunnen altijd optreden, onafhankelijk van de hoogte van de bezetting.

Verdeling over de uitgangen

Zodra zich meer personen naar een uitgang begeven dan waarop de ontwerper heeft gerekend, is ontruiming binnen 60 seconden niet meer mogelijk.

De onderzoekers verwachten dat de uitgangen bij een hoge bezetting, door de hoge bezetting, een grotere aanzuigfunctie vervullen dan bij lagere bezettingen. De kans op een verkeerde keuze van de uitgang is dus bij hogere bezettingen kleiner dan bij lagere.

Brand bij een uitgang

Brand bij een uitgang zal grote invloed hebben op de verdeling over de uitgangen. Het Bouwbesluit 2003 gaat er van uit dat er geen brand ontstaat bij een uitgang.

Boogvorming en ongevallen

De minimumbreedte van een uitgang is volgens het Bouwbesluit 2003 altijd 0,85 m. Bij een rookcompartiment voor 150 personen kan, bij bezettingen B1 tot en met B3, worden volstaan met één uitgang met een breedte van 1,12 m of twee uitgangen, ieder met een breedte van 0,85 m.

Als er vóór de uitgang boogvorming optreedt of een ongeluk, dan valt de praktische doorstroomcapaciteit in een keer ver terug, vaak zelfs tot 0.

De regelgeving kan niets anders doen dan zodanige eisen aan de uitgang stellen dat geen boogvorming of ongelukken optreden. De bepaling van de doorstroomcapaciteit moet daarom gebaseerd zijn op die situatie.

In principe is het ter plaatse van een uitgang bij een bezetting B0 even druk als ter plaatse van een uitgang bij bijvoorbeeld een bezetting B2. Althans, als men aanneemt dat de deurbreedte juist voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.

In de literatuur worden maatregelen voorgesteld ter voorkoming van boogvorming. Het betreft de volgende voorstellen:

- Het zorgen voor voldoende doorgangen (hierin wordt door de bouwregelgeving voorzien).
- Het zorgen voor voldoende brede doorgangen (een grenswaarde wordt hierbij niet genoemd).
- Het plaatsen van een wig of een kolom op enige afstand voor de toegang. De literatuur [13] geeft echter geen uitsluitsel ten aanzien van de precieze plaatsing en uitvoering van zo'n wig of kolom.

Boogvorming is een verschijnsel van massa- en competitiegedrag. Zolang mensen normaal met elkaar kunnen communiceren, zijn zij in staat boogvorming te voorkomen. Waarschijnlijk is de kans op boogvorming bij bredere uitgangen kleiner dan bij smalle.

Positieve effecten

In de praktijk treden ook effecten op die de veiligheid verhogen. De belangrijkste effecten zijn:

1. Bij het gebruik worden minder personen toegelaten dan mogelijk is op basis van de bouwkundige maatregelen. In een ruimte waarop voor de bouwvergunning is gerekend met een maximale bezetting van 4 personen per m² zal in de praktijk een hoger veiligheidsniveau optreden, omdat het feitelijk aantal voor personen beschikbare m², als gevolg van de aanwezigheid van een bar, een podium, tafels en zitplaatsen lager is. Dit leidt tot een kleiner aantal personen, indien ook in de gebruiksvergunning deze maximale bezetting wordt aangehouden.
2. De uitgangsbreedte is vaak groter dan minimaal vereist volgens het Bouwbesluit 2003.

Conclusie

Het hanteren van andere uitgangspunten dan 1 meter deurbreedte per 135 aanwezigen voor de uitgangsbreedte is voor bezettingen hoger dan bezettingsgraadklasse B1 niet nodig.

Opmerking

De waarde van 135 voor het maximaal per meter uitgangsbreedte toe te laten aantal personen in een rookcompartiment staat ter discussie. Dit geldt niet speciaal voor hoge bezettingen, maar in wezen voor alle bezettingen.

Het is niet uitgesloten, maar ook niet zeker, dat die waarde zal worden aangepast. In deze studie is het dus verantwoord om van deze waarde uit te gaan.

Het Ministerie van BZK is dit jaar een fundamenteel onderzoek begonnen naar menselijk gedrag bij brand.

De waarde van 135 is gebaseerd op de SBR-publicatie B29-2 'Menselijk gedrag bij brand' [14] en het 'Brandbeveiligingsconcept Gebouwen met een publieksfunctie' [16] van het Ministerie van Binnenlandse Zaken.

Diverse partijen twijfelen aan het uitgangspunt dat 135 personen binnen 60 seconden een deur met een breedte van 1 meter kunnen passeren.

Uit de interviews is gebleken dat in de praktijk door de brandweer vaak wordt teruggegrepen naar de voorschriften uit de 'Algemene Richtlijn voor Ontvluchting en Redding (AROR)' [17]. De AROR gaat uit van een uitgangsbreedte van 90 personen per meter.

In buitenlandse publicaties worden waarden als 80 personen per meter deurbreedte per minuut (Verenigde Staten [18,19]) aangehouden. Zoals hiervoor is aangegeven wordt het huidige uitgangspunt in het Bouwbesluit 2003 als krap beschouwd.

5.3 Draairichting van deuren

Het tegen de vluchtrichting indraaien van deuren kan vertraging van de doorstroming tot gevolg hebben. De kans wordt groter naarmate het aanbod van personen nabij de deur in het beginstadium van de ontvluchting hoger is. Bij ruimten met hoge bezettingen is de kans hierop groter. Dit betekent dat ook al bij bezettingen lager dan 2 personen per m² het aanbod van vluchtende personen nabij een tegen de vluchtrichting indraaiende deur te groot is. Éénmaal geopend zal de draairichting van de deur een kleinere rol spelen, mits de deur over 180 graden kan worden geopend.

Het Bouwbesluit 2003 stelt al eisen ten aanzien van de draairichting van de deur wanneer er meer dan 37 personen voor het vluchten uit dat verblijfsgebied of uit die verblijfsruimte op die toegang zijn aangewezen. De deur van een toegang van een verblijfsgebied of een verblijfsruimte mag in dat geval bij het openen niet tegen de vluchtrichting in draaien.

Conclusie

Het stellen van extra of nadere eisen aan de draairichting van deuren is voor ruimten met hoge bezettingen niet noodzakelijk. Verblijfsruimten respectievelijk rookcompartimenten met een vloeroppervlakte die groter is dan 10 m² respectievelijk 12 m² mogen geen tegen de vluchtrichting indraaiende deuren hebben.

Voor ruimten of rookcompartimenten met meerdere deuren mogen maximaal deze vloeroppervlakten zijn aangewezen op een tegen de vluchtrichting indraaiende deur.

5.4 **Rookvrije vluchtroutes en hoge bezettingen**

In het algemeen stelt het Bouwbesluit 2003, in artikel 2.173, eisen aan de capaciteit van rookvrije vluchtroutes. De nadere detaillering van deze eisen is gegeven in Regeling Bouwbesluit 2003, artikel 3.1. De eis aan de capaciteit is daar afhankelijk gesteld van het aantal personen dat op de vluchtroute is aangewezen. Een prestatie-eis voor de capaciteit is nog niet voorhanden. Wel zijn in de toelichting op de Regeling Bouwbesluit 2003 aanwijzingen gegeven voor het beoordelen van de capaciteit. Het Nederlands normalisatie-instituut heeft overigens een NEN-norm op dit gebied in ontwikkeling (NEN 6089)⁶. Uitgangspunt bij het ontwikkelen van een prestatie-eis voor de capaciteit van rookvrije vluchtroutes moet, hoe dan ook, zijn dat de capaciteit van een totale vluchtroute niet mag worden bepaald door de capaciteit van het rookvrije gedeelte van die vluchtroute. Bepalend voor de capaciteit van de totale vluchtroute is de capaciteit van de toegangen van en in het rookcompartiment. Anders gezegd, de capaciteit van de rookvrije vluchtroute moet zodanig zijn, dat de capaciteit van de toegang van het rookcompartiment volledig kan worden benut. Dit uitgangspunt geldt in dezelfde mate voor alle bezettingsgraden. Een hoge bezetting vraagt op dit punt dus niet om bijzondere eisen.

Conclusie

De breedte van trappen en verkeersruimten die aansluiten op een toegang van een ruimte met een hoge bezetting moeten ten minste dezelfde capaciteit (som van de opvang- en doorstroomcapaciteit) hebben als die toegang. Dit kan ertoe leiden dat brede(re) trappen en/of grote bordessen noodzakelijk zijn. Ook is het mogelijk dat de toegangen van ruimten met hoge bezettingen rechtstreeks naar buiten voeren. De onderzoekers zien geen aanleiding op dit punt extra voorschriften te formuleren voor hoge bezettingen.

Opmerking

In rookvrije vluchtroutes moet aandacht worden besteed aan plaatselijke versmallingen en verbredingen. Onderzoek heeft aangetoond dat dit tot een afname van de doorstroomcapaciteit kan leiden [13].

⁶ Bij de totstandkoming van deze rapportage heeft NEN 6089:2005 nog de concept-status.

5.5 Bovengrens van bezettingsgraadklasse B0

Het is gebruikelijk om in het kader van de gebruikseisen (Modelbouwverordening en toekomstig Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken) het aantal toe te laten personen te begrenzen. Reden hiervoor ligt onder meer besloten in het feit dat boven een bepaalde bezetting de loopsnelheid door een gang of een toegang afneemt tot 0. Daarmee neemt ook de doorstroming in principe af tot 0. Uit de interviews is gebleken dat de niet alleen de loopsnelheid, maar ook de barometrie in horecagelegenheden sterk afneemt naarmate de bezetting toeneemt. Dit is naar voren gekomen door onderzoek van een horeca-exploitant in Amsterdam.

Conclusie

Vooralsnog gaan de onderzoekers ervan uit dat de bovengrens voor B0 gesteld dient te worden op 4 personen per m².

5.6 Extra voorschriften en eigenschappen van hoge bezettingen

In de paragrafen 5.1 tot en met 5.5 is aangegeven welke extra eisen er noodzakelijk worden geacht voor hoge bezettingen om een zelfde niveau van veiligheid te realiseren als voor lagere bezettingen. Geconcludeerd kan worden dat er bij het stellen van eisen geen aanleiding is om rekening te houden met andere karakteristieken van gebouwen met hoge bezettingen (zie paragraaf 2.2) dan de hoge bezetting zelf. Deze andere karakteristieken zijn immers niet noodzakelijkerwijs uniek voor hoge bezettingen.

5.7 Brandveiligheidseisen zonder direct relatie met de bezetting

Zoals in hoofdstuk 4 als is aangegeven zijn er in de bouwregelgeving brandveiligheidsvoorschriften die geen directe relatie hebben met de bezetting, zoals bijvoorbeeld de brandtechnische eigenschappen van materialen. Deze voorschriften zijn bij het formuleren van eisen voor bezettingsgraadklasse B0 niet geanalyseerd, omdat geen specifieke relatie met hoge bezettingen verondersteld wordt. In het Bouwbesluit gelden zij immers voor alle bezettingsgraadklassen. Het stellen van strengere eisen aan de brandbaarheid van bouwconstructies bij rookcompartimenten waarin veel personen aanwezig zijn, is denkbaar. Het Bouwbesluit 2003 doet dit echter niet. Voor strengere eisen vanwege een hoge bezetting op zichzelf, bestaat geen reden.

5.8 Prestatie-eisen en mogelijke richtlijn

Het is mogelijk de eisen voor B0 als prestatie-eisen in het Bouwbesluit 2003 op te nemen. De wijzigingen die daartoe moeten worden doorgevoerd, zijn samengevat in hoofdstuk 6.

Vanuit de praktijk is er grote behoefte aan voorschriften voor hoge bezettingen. De eerstvolgende wijziging van het Bouwbesluit 2003 zal naar verwachting niet op korte termijn in werking treden. Vooruitlopend op deze wijziging zouden de onderzoeksresultaten kunnen worden gepubliceerd in de vorm van een richtlijn, zodat de praktijk de resultaten meteen kan gaan gebruiken.

Het Ministerie van VROM overweegt om de huidige systematiek van bezettingsgraadklassen te herzien. Een wijziging van deze systematiek leidt uiteraard tot een andere formulering dan zoals voorgesteld in hoofdstuk 6.

In het voorstel van hoofdstuk 6 is uiteraard ook nog geen rekening gehouden met resultaten van verder onderzoek van het Ministerie van VROM naar de vereenvoudiging van de brandveiligheidsvoorschriften.

Door het Ministerie van BZK wordt momenteel gewerkt aan fundamenteel onderzoek naar menselijk gedrag bij brand. Te zijner tijd zal moeten worden gezien of en in hoeverre de resultaten van dat onderzoek ander licht werpen op het veiligheidsniveau van de vigerende eisen van het Bouwbesluit.

6. VOORGESTELDE TOEPASSING VAN BEZETTINGSGRAADKLASSE B0

In het vorige hoofdstuk zijn de voorschriften uit het Bouwbesluit 2003 die afhankelijk zijn van de bezettingsgraadklasse geanalyseerd. Aangegeven is welke grenswaarde van toepassing is op bezettingsgraadklasse B0. In dit hoofdstuk is invulling gegeven aan de toepassing van bezettingsgraadklasse B0 ten behoeve van een wijziging van het Bouwbesluit of daarop voortvloeiend de publicatie van een richtlijn over ontvluchting bij hoge bezettingen. Zoals in hoofdstuk 2 is geconcludeerd zijn de prestatie-eisen voor B0 alleen van toepassing op bijeenkomstfuncties.

Artikel 1.1

Lid 6

In tabel 1 moet de rij B0 worden toegevoegd. In de tweede kolom (gebruiksoppervlakte per persoon) moeten de grenswaarden $> 0,4 - \leq 0,8$ worden opgenomen. In de derde kolom (verblijfsgebied per persoon) moeten de grenswaarden $> 0,25 - \leq 0,5$ worden opgenomen.

Artikel 2.59

Lid 1: Aanwezigheid van noodverlichting

In tabel 2.56 moet bij artikel 2.59 lid 1 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 25 m^2 worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Artikel 2.136

Lid 2 en 3: Loopafstand tot toegang van een rookcompartiment

In tabel 2.134 moet bij artikel 2.136 lid 2 en 3 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 30 m worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Artikel 2.146

Lid 8: Breedte van de toegang van een verblijfsruimte

In tabel 2.145.1 moet bij artikel 2.146 lid 8 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 30 worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Lid 9: Draairichting van deuren van verblijfsruimten

In tabel 2.145.1 moet bij artikel 2.146 lid 9 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 10 m^2 worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Lid 10: Loopafstand tot toegang van een rookcompartiment

In tabel 2.145.1 moet bij artikel 2.146 lid 10 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 20 m worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Artikel 2.148

Lid 2: Aantal toegangen van een rookcompartiment

In tabel 2.145.2 moet bij artikel 2.148 lid 2 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 50 m² worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Lid 3: Breedte van de toegang van een rookcompartiment

In tabel 2.145.2 moet bij artikel 2.148 lid 3 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 20 worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Lid 4: Draairichting van deuren van rookcompartimenten

In tabel 2.145.2 moet bij artikel 2.148 lid 4 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 12 m² worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Artikel 2.156

Lid 5: Vluchtroutes vanaf de toegang van een rookcompartiment

In tabel 2.153 moet bij artikel 2.156 lid 5 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 12 m² worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Lid 6: Vluchtroutes vanaf de toegang van een rookcompartiment

In tabel 2.153 moet bij artikel 2.156 lid 6 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 50 m² worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

Artikel 2.171

Lid 2: Draairichting van deuren in rookvrije vluchtroutes

In tabel 2.166 moet bij artikel 2.1171 lid 2 de kolom B0 worden toegevoegd. Als grenswaarde moet voor bijeenkomstfuncties 12 m² worden opgenomen. Bij de overige gebruiksfuncties moet 'n.t.' worden aangegeven.

7. AANBEVELINGEN

In hoofdstuk 3 is de huidige kennis beschreven over het ontruimen van ruimten, in het bijzonder ruimten met een hoge bezetting. In de hoofdstukken 5 en 6 is aangegeven welke voorschriften voor bezettingsgraadklasse B0 kunnen worden gehanteerd om een zelfde niveau van veiligheid te realiseren als voor lagere bezettingen. In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gegeven voor maatregelen die buiten de scope van het Bouwbesluit vallen. Deze aanbevelingen kunnen worden gebruikt als:

1. Aanknopingspunten voor de onderbouwing voor een gelijkwaardigheidsaanvraag.
2. Leidraad voor het creëren van een hoger niveau dan het huidige niveau van veiligheid dat is vastgelegd in het Bouwbesluit 2003.

Een en ander gaat verder dan de onderzoeksvraag uit hoofdstuk 1.

Hoewel niet direct vereist volgens de bouwregelgeving kunnen de maatregelen in dit hoofdstuk een rol spelen bij een gelijkwaardigheidsvoorstel op het gebied van ontvluchting. Daarnaast zijn het nuttige aanbevelingen voor ondernemers die op vrijwillige basis het veiligheidsniveau van hun bouwwerk willen verbeteren. Indien men de maatregelen wil verwerken in een richtlijn of eventueel een prestatie-eis, zullen ze echter wel concreter moeten worden uitgewerkt.

De genoemde maatregelen zijn niet uitsluitend van toepassing op hoge bezettingen. Ook bij lagere bezettingen en in andere typen gebruiksfuncties kunnen zij tot een hoger veiligheidsniveau leiden.

De maatregelen in dit hoofdstuk hebben betrekking op:

- Het verkorten van de waarschuwings- en reactietijd.
- Het verlagen van de ontruimingstijd.

De ontruimingstijd is de tijd die verloopt tussen het moment dat de helft van alle aanwezigen is gestart met vluchten tot het moment dat iedereen de ruimte heeft verlaten.

Gebouwen en ruimten met hoge bezettingen komen in allerlei soorten en maten voor. Het kan gaan om grote discotheken maar ook om kleinere cafés. Hoe groter het gebouw of de ruimte hoe meer maatregelen als reëel kunnen worden beschouwd, met name als het gaat om installatietechnische maatregelen. Voor kleine gebouwen met een hoge bezetting zullen de in dit hoofdstuk genoemde maatregelen naar verwachting beperkt kunnen worden toegepast. Echter op het gebied van de projectering en inrichting van vluchtroutes kunnen kosteneffectieve maatregelen worden genomen.

7.1 Het verkorten van de waarschuwings- en reactietijd

Om ervoor te zorgen dat de in een ruimte met hoge bezetting aanwezige personen zo snel mogelijk starten met vluchten, moeten zij snel bewust worden van de ernst van de situatie en geïnformeerd worden over de te ondernemen actie.

Duidelijke waarschuwing

De omstandigheden rondom hoge bezettingen en de staat waarin de aanwezigen kunnen verkeren, zorgen ervoor dat er een overmaat aan prikkels van de zintuigen aanwezig is. Om op een ef-

fectieve manier de aandacht te kunnen vestigen op een alarmering en de aanwezigen alerter te krijgen, is een abrupte verandering van de condities in de ruimte noodzakelijk. In cafés, discotheken en concertzalen kan dit worden gerealiseerd door de zaalverlichting en de geluidsinstallatie te schakelen bij een brandmelding.

Conclusie

Bij een calamiteit moet de zaalverlichting automatisch op vol vermogen worden ingeschakeld en de geluidinstallatie moet volledig worden uitgeschakeld.

Deze signalen moeten de aanwezigen erop wijzen dat er iets aan de hand is.

Het automatisch schakelen van de installaties is in hoofdzaak een technische ingreep die kan worden ingepast in de bestaande technische infrastructuur. Afhankelijk van de opbouw van de installatie kan het noodzakelijk zijn de stuurkabels uit te voeren met functiebehoud.

Relevante informatie

Nadat een alarmsignaal is gegeven en dit ook als zodanig is herkend, zullen de in de ruimte aanwezige personen besluiten hoe te gaan handelen. Een gebrek aan informatie kan ertoe leiden dat men niets doet en doorgaat waar men mee bezig was, gaat doen wat anderen doen of op zoek gaat naar/wacht op bevestiging van de ernst van de situatie en de te ondernemen actie. Het ligt voor de hand dat de gebruiker van een gebouw op dat moment de 'leiding op zich neemt'.

Conclusie

De ontruimingsinstallatie moet een installatie zijn met gesproken woord (type A- installatie).

Een ontruimingsinstallatie met gesproken woord is een uitbreiding op een slow whoop installatie die hogere kosten met zich mee zal brengen. In de typen gebruiksfuncties die onderwerp zijn van dit onderzoek is echter vaak al een technische infrastructuur (geluidsinstallatie) aanwezig die geschikt te maken is voor omroepberichten.

Ontruimingsplan

In bijlage 3 van de Modelbouwverordening is aangegeven dat een ontruimingsplan vereist is als een gebouw voorzien is van een ontruimingsinstallatie. De eis tot het opstellen en onderhouden van een ontruimingsplan is dus niet nieuw ten opzichte van de huidige praktijk. Er moet wellicht meer nadruk worden gelegd op de kwaliteit van het ontruimingsplan, de rol van het personeel hierin en de mate van training. Deze verantwoordelijkheid kan echter volledig worden gelegd bij de exploitant van een ruimte met een hoge bezetting. Het ontruimingsplan kan een belangrijke aanvulling zijn op de bovengenoemde maatregelen.

7.2 Het verlagen van de ontruimingstijd

De maatregelen die zijn gericht op het verlagen van de ontruimingstijd kunnen worden ingedeeld in twee categorieën:

- Het bevorderen van de doorstroming in de ruimte
- Ondersteunen van het kiezen van de optimale vluchtroute door het uitgangen 'gekend' en 'aantrekkelijk' te maken.

Automatische sturing van deuren

Het automatisch opensturen van deuren moet de personen die zich in de nabijheid van de deuren bevinden ertoe aanzetten de ruimte snel te verlaten. Hoe sneller er ruimte wordt gecreëerd nabij de toegangen hoe sneller voor de elders in de ruimte aanwezige personen de ruimte ontstaat om te kunnen starten met vluchten.

De automatische aansturing vanuit de brandmeldinstallatie heeft als nadeel dat ook bij een onterechte melding de deuren worden opengestuurd. Dit kan tot misbruik leiden. Om dit te voorkomen, kunnen beveiligingsmaatregelen worden getroffen aan de deuren zoals een akoestische en/of visuele signalering. Ook kan ervoor gekozen worden de branddetectie zodanig in te richten dat de kans op onterechte meldingen of vandalisme minimaal is. Toepassing van handbrandmelders in publieksruimten is bijvoorbeeld niet gewenst.

Situering van uitgangen

In de 'Life Safety Code' NFPA 101 [18] wordt voorgeschreven dat de uitgangsbreedte van de (normale, gebruikelijke) toegangen tot een ruimte in een bijeenkomstfunctie ten minste 50% van de voor die ruimte benodigde capaciteit aan uitgangsbreedte moet bedragen. Hiermee wordt tegemoet gekomen aan het feit dat mensen geneigd zijn een ruimte of een gebouw te verlaten via een 'vertrouwde' weg (zie ook paragrafen 3.1.4 en 3.2).

Conclusie

Ontwerp de routing van een naar een ruimte met een hoge bezetting zo dat ten minste 50% van de benodigde uitgangsbreedte aanwezig is in de reguliere toegangen van de ruimte. Er kan ook voor gekozen worden de nooduitgangen als reguliere in- en uitgangen te gaan gebruiken en zo de bezoekers te 'trainen' in het gebruik van de nooduitgangen.

Herkenbaarheid van uitgangen

De ervaringen met nooduitgangen in tunnels hebben geleerd dat een nooduitgang zeer duidelijk als zodanig herkenbaar is zodat de aanwezige personen er niet aantwifelen dat het een vluchtroute is. Dit geldt zowel in omstandigheden waarin door rook in de ruimte de zichtbaarheid slecht is als wanneer dit nog niet het geval is. In het laatste geval moeten vluchtende personen overtuigd worden van het feit dat de uitgang leidt naar een veilige plaats.

Conclusie

Toegangen moeten goed verlicht zijn. Dit geldt niet alleen voor het transparant boven de nooduitgang, maar ook voor de deur zelf. De deur moet voorzien worden van symbolen waardoor duidelijk wordt dat de deur een nooduitgang is, bijvoorbeeld kleur en/of accentverlichting op de deur. In NEN 1838 zijn hiertoe reeds enkele eisen aanwezig.

Breedte van uitgangen

Mensen willen ook tijdens een ontruiming vaak als groep bij elkaar blijven. Hoe beter men elkaar kent, hoe groter dit effect is. Uitgangen moeten er daarom op ingericht zijn groepen te kunnen laten passeren. Dit levert een bijdrage aan het voorkomen van boogvorming bij de toegangen. Deuren moeten daarom niet alleen voldoende breed zijn. Ook de ruimte achter de deur moet minimaal dezelfde breedte hebben om de doorstroming aan te kunnen.

Een brede en goed verlichte vluchtroute zal de indruk versterken dat deze toegang leidt naar een veilige plaats. Hiermee worden vluchtende personen 'verleid' om de ruimte via de meest voor de hand liggende toegang te verlaten.

Conclusie

Toegangen van een ruimte met een hoge bezetting moeten ten minste 1,80 m breed zijn. De verlichtingssterkte in de gehele rookvrije vluchtroute moet minimaal 10 Lux bedragen (artikel 2.57 Bouwbesluit 2003). Dit geldt ook voor een eventuele buitenruimte die achter de toegang ligt.

Opgemerkt wordt dat de minimumbreedte van 1,80 m arbitrair is en door de onderzoekers niet nader kan worden onderbouwd. Het is een minimale maat die verondersteld wordt in de praktijk haalbaar te zijn.

8. BIJLAGEN

Bijlage 1	Literatuurlijst
Bijlage 2	Interviewverslagen
Bijlage 3	Eisen aan de loopafstand
Bijlage 4	Het toewijzen van vloeroppervlakten op toegangen

Bijlage 1

Literatuurlijst

- [1] 'Do Smoke Detectors Work in College Dormitories?'. D. Breen. SFPE Technology Report 84-8, Bethesda, Md., Society of Fire Protection Engineers, 1984
- [2] 'The Impact of Voice Communication Messages During a Residential High-Rise Fire'. G. Proulx. Human Behavior in Fire - proceedings of the first international symposium, Belfast University of Ulster, 1998.
- [3] 'People Care in Fire Emergencies – Psychological Aspects'. J. Keating, E. Loftus. Society Fire Protection Engineers, Technical Report, 1975.
- [4] 'Implications for Codes and Behavior Models from the Analysis of Behavior Response Patterns in Fire Situations as Selected from the Project People and Project People II Study Programs'. J. Bryan. NBS-GCR-83-425, Washington, National Bureau of Standards, Center for Fire Research, March 1983.
- [5] 'Studies of Human Behavior in Fire: Empirical Results and their Implications for Education and Design'. D. Canter. U.K., Building Research Establishment, Department of the Environment, 1985.
- [6] 'A Survey of Behavior in Fires,' Fires and Human Behavior, D. Canter, ed., Chichester, John Wiley and Sons Ltd. , 1980.
- [7] 'To Prevent Panic in an Underground Emergency: Why Not Tell People the Truth?'. G. Proulx, J. Sime. Elsevier Applied Science, 1991.
- [8] 'Towards the Characterization of Large Retail Stores,'. T. Shield, K. Boyce, G. Silcock. Proceedings of the 2nd Symposium on Human Behavior in Fire, London, InterScience Communications, 2001.
- [9] 'Movement Toward the Familiar Person and Place Affiliation in Fire Entrapment Setting,' . J. Sime. Environment and Behavior 17:6, 1985.
- [10] 'Human and Social Behavior in Computational Modeling and Analysis of Egress'. X. Pan, K. Dauber, C. Han, K. Law. Stanford University, 2005.
- [11] 'Occupant Behavior and Response Time Results From Evacuation Experiments,' . H. Frantzich. Proceedings of the 2nd Symposium on Human Behavior in Fire, London, InterScience Communications, 2001.
- [12] 'The Sociology of Panic'. E. Quarantelli, 2001.
- [13] 'Simulating Dynamical Features of Escape Panic'. D. Helbing, I. Farkas, T. Vicsek. Nature, vol. 407, 2000.
- [14] 'B 29-2 Menselijk gedrag bij brand'. Stichting Bouwresearch. Rotterdam, 1984.
- [15] 'Engineering Guide to Human Behavior in Fire'. Society Fire Protection Engineers. Bethesda, 2003.
- [16] 'Brandbeveiligingsconcept gebouwen met een publieksfunctie'. Ministerie van BZK, 1995.
- [17] 'Algemene Richtlijn Ontvluchting en Redding bij brand in gebouwen (AROR)'. 1984.
- [18] 'NFPA 101 Life Safety Code'. National Fire Protection Agency, 2003.
- [19] 'The Basis for Egress Provisions in US Building Codes'. R. Bukowski, E. Kuligowski. NIST Building and Fire Research Laboratory.
- [20] 'Computational Modeling of Nonadaptive Crowd Behaviors for Egress Analysis'. K. Law, K. Dauber, X. Pan. Stanford University, 2005.

- [21] Modelbouwverordening, 10^e serie wijzigingen. Vereniging Nederlandse Gemeenten, 2004.
- [22] Bouwbesluit 2003 'Besluit van 7 augustus 2001, houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen van bouwwerken uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu'. Ministerie van VROM, 2001.
- [23] 'MG 2003 –19 Brandveiligheid: Bouwbesluit 2003 in relatie tot aanschrijven en gebruiksvergunningen'. Ministerie van VROM, 2003.
- [24] 'Basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen'. Belgisch Staatsblad, 30 december 1997.
- [25] Ontwerp NEN 6089 'Bepaling van de opvang- en de doorstroomcapaciteit van een gebouw', Nederlands Normalisatie Instituut, 2005.

Bijlage 2

Interviewverslagen

Interview Martin Evers – 23 januari 2006

Brandweer Den Haag. Ervaring met crowd management bij evenementen (North Sea Jazz, Koninginnenach, evenementen in Statenthal).

- Ervaring met brand in Mondriaanzaal:
 - Vrijwel alle bezoekers onbekend met de brand
 - Buiten was het koud
 - Alle bezoekers vluchten via de weg waar zij via binnen zijn gekomen, maar pas nadat zij bij de garderobe hun jas hebben gehaald
 - Oplossing: maak meerdere toegangen waardoor mensen naar binnen komen, dan pas vluchten zij ook naar meerdere richtingen, aangezien iedereen blijkbaar vlucht via de route die bekend is. Mogelijke oorzaak voor dit vluchten is dat men in grote ruimten niet kan overzien via welke weg men het snelste kan vluchten. Dat kan tot paniek leiden, maar ook tot de keuze te vluchten via de weg die men kent.
- Er is een grens van personendichtheid waarbij het simpelweg niet meer mogelijk is een menigte beheersbaar te houden. Bij grote evenementen is dit vaak het geval. Op het moment dat er iets gebeurd valt de menigte niet meer te sturen.
- In gebouwen zijn schuin aflopende vloeren risicovol, alsmede schuine vloeren en trappen in vluchtwegen. Door het schuin aflopen zal eerder verdrukking van mensen plaatsvinden
- Bij evenementen kan het signaal om te vluchten het beste gegeven worden door de persoon die de aandacht reeds op eist. Dit is de optredende artiest. Deze dient dan natuurlijk wel voldoende geïnstrueerd te worden.
- Om het probleem van zichtlijnen naar vluchtroutes op te kunnen lossen valt te denken aan verlichte routes op de vloer zoals in vliegtuigen. Het is de vraag of deze zichtbaar zijn. Een andere mogelijkheid is om schijnwerpers op de nooduitgangen te richten, zodat deze worden uitgelicht.
- Gevaardetectie dient onderdeel te zijn van het bedrijfsnoodplan of het evenementenplan. Daardoor kan personeel snel reageren.
- Beveiligingspersoneel wat extra wordt ingehuurd zou getraind moeten worden hoe te handelen bij calamiteiten in plaats van dat ze alleen op kunnen treden tegen hetgeen waarvoor ze zijn ingeschakeld (illegaal betreden, etc). Dit is eerder een taak van de beveiligingsbranche.

Interview Martijn Veen - 1 februari 2006

General Manager Bob's Party Palace, Uitgeest. Evenementenlocatie, waar diverse soorten feesten worden gegeven.

- Zelf geen ervaring met calamiteiten, uitgezonderd:
 - Kleine brandjes die in de kiem gesmoord worden, omdat deze door het personeel snel worden ontdekt en er adequaat actie wordt ondernomen
 - Een keer een situatie waarbij de stroom uitviel. Niemand reageerde direct, niemand verliet het pand
- Het complex beschikt over meerdere zalen. Om te voorkomen dat er een te hoge bezetting ontstaat in één van de zalen worden de volgende maatregelen getroffen:
 - Zorgen voor een overcapaciteit, ofwel nooit het maximale aantal mensen toelaten. Het aantal toe te laten personen wordt afgestemd op de optredende artiesten
 - Indien er verwacht wordt dan een artiest veel bezoekers trekt, dan wordt een andere artiest die ook een groot aantal bezoekers trekt tegelijk in een andere zaal gepland. Op die wijze wordt ervoor gezorgd dat het publiek zich zal verdelen
- Ervaringen betreffende het sturen van mensenmassa's
 - Mensen doen uit zichzelf vaak niets, zoals bleek tijdens de stroomuitval
 - Het personeel is goed getraind in het handelen bij calamiteiten, eigen personeel is goed te trainen.
 - Er zijn goede ervaringen met megafoons die op diverse plekken in het gebouw aanwezig zijn en die plekken zijn bekend bij het personeel. Door middel van de megafoons is het publiek in geval van een calamiteit goed te sturen
 - De ervaring is dat door het gebruik van alcohol en/of verdovende middelen het publiek juist meer relaxed is en dat de toestand van het publiek dus geen extra risico vormt
- Naleving gebruikseisen:
 - Zelf wordt er goed gelet op de naleving op de gebruikseisen. Wel wordt gesignaleerd dat er in de praktijk vaak nooddeuren geblokkeerd (kunnen) zijn. Dit om te voorkomen dat (ongewenste) bezoekers via de nooduitgang binnendringen. Bob's saloon heeft dit ondervangen door een 500Watt lamp op de deur te richten die aan gaat zodra de deur geopend wordt. Een andere oplossing is het toepassen van magneetdeuren zoals het geval is bij discotheek Time-out. Dit is echter een veel duurdere oplossing.
- PA installatie als gesproken woord systeem is duur, het zal dan namelijk ook van noodstroom voorzien moeten worden. Het is goedkoper om met megafoons te werken
- Er is altijd een eigen personeelslid die de regie heeft bij een voorstelling. Ook de huis DJ's zijn getraind om op te kunnen treden in geval van een calamiteit. Daardoor kan altijd adequaat opgetreden worden.

Interview Hans Vos – 22 februari 2006

Beleidsmedewerker evenementen, Hulpverleningsdienst Kennemerland.

- Mojo schakelt voor evenementen de Security Company in. Zij zijn een autoriteit op het gebied van crowd management en crowd control. Gerard van Duykelen is een contactpersoon, geeft lezingen over dit onderwerp. Tel: 020-4562222 / www.crowd-management.com
- Verbeteren van de zichtbaarheid van de nooduitgangen:
 - Grotere transparanten, dan het standaard toegepaste formaat.
 - Bewakers bij de uitgangen zetten, die duidelijk herkenbaar zijn
 - Na afloop van het evenement, de bezoekers via de nooduitgang het pand laten verlaten. Men wordt op deze wijze bekend met de plaats van de nooduitgangen en kan tevens het besef krijgen dat deze weg ook veilig is.
 - Routing aanbrengen op vloer en/of plafond, zoals in vliegtuigen, dus doormiddel van lopende verlichting.
 - Nooduitgangbordjes / transparanten voldoende hoog zodat deze vanuit ieder punt in de gevulde ruimte te zien zijn. Dit kan betekenen dat er extra kubussen met aanduiding voor de uitgang aan het plafond gehangen moeten worden.
- In de praktijk komt het vaak voor dat een hogere bezetting aanwezig is dan op grond van de gebruiksvergunning is toegestaan. Bij cafe's en strandtenten wordt (vrijwel) nooit het aantal bezoekers dat binnen is op een sluitende wijze gecontroleerd. Het wordt meestal aan de ervaring van degene bij de deur overgelaten om te bepalen of het te druk is binnen of niet.
- Bij evenementen wordt gerekend met een maximum hoeveelheid van 2 personen per m2 die aanwezig is.
- Beter rekening houden met de plaatsing van de nooduitgangen. In plaats van alleen uitgaan van de meest voorkomende situatie of de meest voor de hand liggende plaatsing (ruimtelijk gezien) dient juist uitgaan te worden van de verdeling van de mensen over de ruimte(n) Waar de meeste mensen zich bevinden dient ook naar verhouding veel nooduitgang te zijn.
- Bouw een nieuwbouwproject zouden eigenlijk alle hulpdiensten betrokken moeten worden bij het ontwerp. Dan kan iedere partij vanuit haar vakgebied tips geven ter verbetering van de veiligheid.
- Bij het ontwerpen van een gebouw rekening houden met de looprichtingen / mensenstromen.
- Boogvorming is te voorkomen door een wig voor de uitgang te plaatsen. Hiervan zijn goede ervaringen bij een (welke?) voetbalstation in Engeland. Vergelijk dit met een trechter dit is vastgelopen. Op het moment dat een schijf midden door de trechter wordt geplaatst, loopt hij in één keer door.
- Groot probleem is dat nooduitgangen geblokkeerd worden door de gebruiker van het gebouw. Vooral het besef dat de veiligheid van het publiek de verantwoordelijkheid is van de uitbater dient verbeterd te worden. Dit zou mogelijk zijn door hiertoe een onderdeel over veiligheid op te nemen in opleidingen die een uitbater wettelijk gezien dient te volgen, bijvoorbeeld in het kader van de drank en horeca. (of is dit al wel het geval, maar niet effectief?)
- Er is een vereniging van evenementmakers, mogelijk is daar meer informatie te vinden?
- Regel een verwarmde opvanggelegenheid van de te voren zodat mensen niet buiten hoeven te wachten
- Ontruimingsoefeningen houden in gevulde situatie, bijvoorbeeld altijd na afgifte gebruiksvergunning.

Interview Wim Mulder en Alle de Vries – 26 januari 2006

Beleidsambtenaren dienst Bouw- en Milieutoezicht gemeente Amsterdam

- Bouwbesluit moet zich niet bemoeien met bezettingen. Dit is een gebruikskwestie en ligt daarmee bij de gemeente.
- De gemeente Amsterdam gaat uit van de AROR en daarmee van 90 personen per m deurbreedte. Dit is ook het uitgangspunt van het Bouwbesluit, alleen niemand begrijpt dat (?!). Hierover bestaat een arrest bij de Hoge Raad 'Reguliersbreestraat'. Het veiligheidsniveau dat volgt uit de AROR is volgens de gemeente Amsterdam goed.
- Er is geen probleem met 'B0'. De wetgever had nooit een bovengrens moeten stellen aan de bezettingsgraadklasse B1. Oplossing is simpel: schrap het betreffende Staatsblad (2003), ga uit van de rekenwaarde van 90 personen per meter en begrensd het aantal personen op 4 per m². Boven de 4 personen neemt de loopsnelheid snel af naar 0.
- Bij de beoordeling van bouwplannen gaat Amsterdam uit van de AROR. Als hieraan is voldaan, worden geen aanvullende eisen gesteld en is ook geen gebruiksvergunning noodzakelijk. Ook niet voor gebouwen met hoge bezettingen.
- Wanneer niet wordt voldaan aan de AROR worden wel compenserende maatregelen noodzakelijk geacht. Hierbij wordt rekening gehouden met de specifieke situatie bijvoorbeeld een hoge ruimte, waardoor een langere ontruimingstijd beschikbaar is (voorbeeld: Wielerbaan in Amsterdam) of worden installaties zoals sprinkler of RWA geëist.
- Aanvullende eisen ten aanzien van organisatie, detectie, ontruimingsinstallatie en herkenbaarheid van vluchtwegen worden zinvol geacht. Het is echter moeilijk te kwantificeren hoeveel de veiligheid hierdoor toeneemt. Al deze eisen horen echter thuis in de gemeentelijke bouwverordening en niet in het Bouwbesluit!
- Ervaringen van de exploitant van Odeon: 2 personen per m² is commercieel uiterste grens. Daarboven neemt de bieromzet af.

Interview Carolien Reitsma en Petro van Bergen – 16 februari 2006

Brandweer Den Bosch. Ervaring met brandpreventie en crowd management bij evenementen (carnaval).

- Brandweer Den Bosch heeft al lang, dus ook al voor Volendam, een duidelijk brandveiligheidsbeleid. Dit heeft te maken met de jaarlijks terugkerende carnavalsfestiviteiten.
- Bij bezettingen hoger dan B1 is het beleid als volgt:
 - In een **rookcompartiment** worden niet meer dan 2 personen per m² toegelaten (men gaat tot 0,5 m² p.p. i.p.v. 0,8 m² p.p.).
 - Voor alle 'extra' personen boven B1 geldt dat 'extra' uitgangsbreedte moet worden bepaald volgens de AROR (90 p. per m² deur).

Voor het overige worden geen eisen gesteld aan hoge bezettingen.

- Stelling: 'Een deur met een breedte van 2,50 m is voor ontvluchting beter dan twee deuren van 1,25 m'.
- Stelling: 'Bezetting in een ruimte regelt zichzelf wel, als er teveel mensen zijn dan gaat men wel weg'.
- Volgens brandweer Den Bosch gaat er niets boven bouwkundige maatregelen voor brandveiligheid (en voor hoge bezettingen). Bieden installaties zoals een sprinklerinstallatie wel voldoende waarborg voor veilig vluchten (rookverspreiding)? Zij zorgen ook voor extra handhavingsinspanningen (bijv. vrijhouden van ruimte onder sprinklerkoppen).
- Handhaven van het aantal aanwezige personen is voor de brandweer zeer moeilijk. Er zijn instrumenten of handvaten om aantallen personen te controleren. Kwaliteit van de handhaving is een aandachtspunt.
- Bij de Brabanthallen is onlangs geëxperimenteerd met toegangscontrole met camera's om het aantal personen te kunnen registreren. Dit bleek zeer duur en niet werkbaar.
- Een vluchtroute voert verder dan de toegang van een café. Tijdens carnaval staat de straat ook helemaal vol, zodat je nog niet wegkomt!
- Stelling: 'Hoge bezettingen leveren een snelle calamiteitendetectie'. Bewijs: tijdens carnaval zijn geen extra melding van brand of ongeregelheden ten opzichte van 'normale' dagen. Verder is er veel personeel en beveiligingsmensen op de been. Conform de APV is ieder café verplicht een ordebewaker te hebben.
- Dronken mensen worden door ordehandhavers (APV) buiten gehouden. Dit werkt in de praktijk erg goed.
- Organisatorische maatregelen zoals uitsmijters en getraind personeel bij hoge bezettingen zijn op zichzelf geen optie voor de brandweer Den Bosch. Alleen als aanvulling op andere maatregelen.
- Stelling: 'Er is veel te halen in goede communicatie en voorlichting om het veiligheidsbesef van ondernemers en burgers te vergroten'.
- Bekendheid met toegangen en nooduitgangen is van belang voor een goede ontvluchting. Dit kan worden vergroot door mensen te laten binnenkomen of weggaan via een nooduitgang.
- De grootste problemen met hoge bezettingen zitten in kleine horecagelegenheden. In zulke kleine gelegenheden heb je weinig mogelijkheden om maatregelen te nemen. Installaties en getraind personeel e.d. zijn niet realistisch.

Bijlage 3

Eisen aan de loopafstand

Conclusie

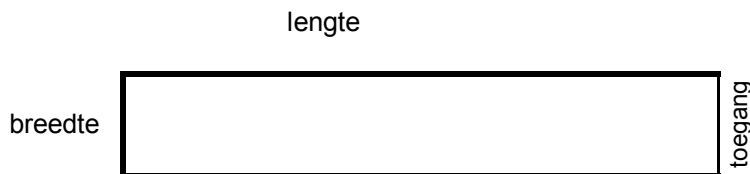
In onderdeel 5.2.1 is geconcludeerd dat het niet nodig is om bij een bezettingsgraadklasse B0 strengere eisen aan de loopafstand te stellen dan bij de bezettingsgraadklassen B1 tot en met B3.

Onderbouwing conclusie

Volgens Bouwbesluit 2003, artikel 2.146, tiende lid, mag de loopafstand tussen een punt in een verblijfsruimte en ten minste een toegang van die ruimte, voor de bezettingsgraadklassen B1 tot en met B3, niet groter zijn dan 20 m.

Deze beperking van de loopafstand is te motiveren, en wel als volgt.

Aangezien de vorm van een ruimte vrij is, moeten de eisen ook rekening houden met de mogelijkheid van ongunstige vormen. We nemen aan dat de meest ongunstige vorm van een ruimte bestaat uit een oppervlakte met een breedte gelijk aan de breedte van de toegang(en) en een lengte zodanig dat het aantal toelaatbare personen gelijk is aan de capaciteit van de toegang(en), te weten 135 personen per meter toegangsbreedte.



De toegangen van de ruimte zijn geconcentreerd aan één zijde

Bij een bezettingsgraadklasse B1 bedraagt de maximale bezetting 2 personen per m². Bij een lengte van de ruimte van 67,5 m, zijn er per meter toegangsbreedte maximaal 135 personen in de ruimte aanwezig. Bij deze meest ongunstige vorm van de ruimte, is de maximale voorkomende loopafstand 67,5 m. Uitgaande van een loopsnelheid van 1 m/s, moet worden geconcludeerd dat niet iedereen deze ruimte kan hebben verlaten binnen 60 seconden. De oorzaak hiervan is niet een te geringe capaciteit van de toegangen, maar een te grote loopafstand. Het is daarom logisch dat er een eis wordt gesteld aan de maximale loopafstand.

Zolang personen nog niet de 'file' bij de toegang hebben bereikt, bedraagt hun loopsnelheid ten minste 0,45 m/s⁷. Daarna is de loopsnelheid gelijk aan 0,45 m/s. Met een snelheid van 0,45 m/s kan iedereen een werkelijke loopafstand afleggen van 27 m. Dat het Bouwbesluit deze waarde niet eist, heeft te maken met de mogelijkheid dat de vluchtenden vaak niet in een rechte lijn naar de toegang kunnen lopen, vanwege de inrichting van de ruimte met kasten, tafels, stoelen en dergelijke. Er wordt een veiligheidsfactor van $\sqrt{2}$ toegepast, het geen resulteert in 19,1 m, afgerond op 20 m.

De eis aan de loopafstand leidt ertoe dat de lengte van de ruimte moet worden teruggebracht tot ongeveer 20 m. De breedte van de toegangen kan dan kleiner worden dan de breedte van de ruimte. Ondanks de korte loopafstand, duurt het toch nog 60 seconden voordat de ruimte is ontrend.

Bij een bezettingsgraadklasse B0 bedraagt de maximale bezetting 4 personen per m². Bij een lengte van de ruimte van 33,75 m, zijn er per meter toegangsbreedte maximaal 135 personen in de ruimte aanwezig. Bij deze meest ongunstige vorm van de ruimte, is de maximale voorkomende loopafstand 33,75 m. Uitgaande van een loopsnelheid van 1 m/s, moet worden geconcludeerd dat iedereen deze ruimte gemakkelijk kan hebben verlaten binnen 60 seconden. Als we nu dezelfde redenering toepassen als bij B1, leidt dat opnieuw tot een maximaal toelaatbare loopafstand van 20 m. Er is geen reden om de redenering aan te passen, omdat de hogere bezetting geen effect heeft op het beschreven vluchtverloop.

⁷ De loopsnelheid in de toegang is gebaseerd op de uitgangspunten dat de toegang een doorstroomcapaciteit heeft van 2,25 personen per seconde per meter toegangsbreedte en dat ter plaatse van de toegang een personendichtheid optreedt van 5 personen per m². De doorstroomcapaciteit is per definitie gelijk aan de personendichtheid vermenigvuldigd met de loopsnelheid: $2,25 = 5 \times \text{loopsnelheid}$.

Bijlage 4

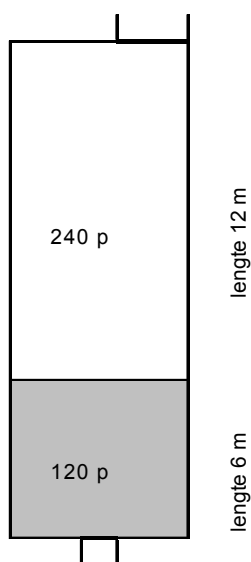
Het toewijzen van vloeroppervlakten op toegangen

Niet personen, maar vloeroppervlakte

Het Bouwbesluit 2003 gaat ervan uit, dat voor elk stukje vloeroppervlakte slechts één toegang is aangewezen voor het ontvluchten van een ruimte door de personen die geacht worden zich op dat stukje te bevinden. Dit betekent dat personen moeten vluchten naar de toegang waarop de vloeroppervlakte waarop zij zich bevinden, voor het vluchten is aangewezen.

Voorbeeld

Hieronder is zeer schematisch een bijeenkomstfunctie (café) geschetst met een oppervlakte van 5 m x 18 m en met aan de voorzijde een smalle toegang (de entree) en aan de achterzijde een bredere toegang (de nooddeuren).



breedte 5 m

Bij een bezettingsgraadklasse B0 en een toegangsbreedte van de entree van 0,89 m, mogen er $(0,89 \times 135 =)$ 120 personen op de entree zijn aangewezen. Dat komt overeen met een vloeroppervlakte van 30 m² en resulteert bij een breedte van 5 m in een lengte van 6 m. De grijze oppervlakte mag voor het vluchten zijn aangewezen op de entree. Het is duidelijk dat de loopafstand ruim onder de grens van 20 m blijft.

Het resterende gedeelte van het café is aangewezen op de nooddeuren. De uitgangsbreedte daarvan moet ten minste 1,78 m zijn. Ook voor dit gedeelte blijft de loopafstand ruim onder de grens van 20 m.