



NEDERLANDS INSTITUUT
FYSIEKE VEILIGHEID *Nibra*

STAALKAART ADVIESBUREAUS

onderzoeksprogramma Simulatie

Versie 442N5060/1.2: Eindrapport d.d. 21 mei 2007

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

T 026 355 24 00
F 026 351 50 51
info@nifv.nl

Colofon

Titel:	Staalkaart adviesbureaus. Onderzoeksprogramma Simulatie.
Datum:	21 mei 2007
Status:	eindrapport
Versie:	1.2
Projectnummer:	442N5060
Auteurs:	ing. V.M.P. van Vliet drs. ing. M. Kobes MIFireE J.J. Schokker
Review:	dr. ir. N. Rosmuller (NIFV)
Eindverantwoordelijk:	dr. ir. J. Post (hoofd onderzoek NIFV).

Managementsamenvatting

Dit rapport geeft een beeld (staalkaart) van de toepassing door adviesbureaus in Nederland van berekeningen en simulatiemodellen die gehanteerd worden om gelijkwaardige veiligheid aan te tonen. Bij gelijkwaardigheid gaat het om gebouwwontwerpen waarbij afgeweken wordt van de prestatie-eisen van het Bouwbesluit of waarvoor het Bouwbesluit alleen functionele eisen stelt. Er wordt een overzicht gegeven van de adviesbureaus die voor de bepaling van de gelijkwaardigheid gebruik maken van berekeningen en simulatiemodellen. Verder wordt inzicht gegeven in de software die gebruikt wordt bij het aantonen van gelijkwaardigheid. Bovendien gaat het rapport in op de aard van de bouwwerken waarvoor bij het ontwerp gebruik gemaakt wordt van simulatiemodellen. Verder worden de meningen van de adviesbureaus verwoord over het verloop van het vergunningverleningsproces.

Voor het onderzoek zijn adviseurs van 17 adviesbureaus op het gebied van brandveiligheid en preventieadviseurs van de G4-gemeenten geïnterviewd.

De hoofdconclusie uit het onderzoek is dat er volgens de adviesbureaus nog veel te verbeteren valt aan de toepassing van simulatiemodellen in Nederland. Dit is te verklaren uit de volgende constatering:

- er is geen netwerk waarin de Nederlandse praktijk van modelleren van brand en vluchtgedrag wordt geëvalueerd en ontwikkeld noch de methodologie en normstellende kaders worden geüniformeerd
- het relatief beperkt aantal keren dat berekeningen en simulatiemodellen worden toegepast op meestal bijzondere ontwerpen (anders dan ondergrondse parkeergarages, atria, en dergelijke) maakt dat het vergunningverleningsproces voor gemeentelijke preventieadviseurs/toetsers een (eenmalig) proces is van learning on the job
- om bovenstaande reden is er (nog) geen conventie over een uniform plan van aanpak hetgeen vooral bij simulaties noodzakelijk is
- het aanbod van opleidingen loopt achter op de ontwikkeling van de bouwpraktijk. Met name het conceptueel kunnen denken over brandfysica en vluchtgedrag ontbreekt in het algemeen. Voor het prestatiegericht ontwerpen, dat is het toetsen van bouwwontwerpen die buiten het bereik van het Bouwbesluit vallen, is bij de adviesbureaus behoefte aan Fire Safety Engineering.

Door de adviesbureaus wordt aanbevolen om kennis en ervaringen met, in het bijzonder simulatietoepassingen, structureel op landelijk niveau uit te wisselen.

Het NIFV doet de volgende vijf aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek in het kader van de staalkaart van adviesbureaus:

1. De uitwisseling van kennis van en de ervaring met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen moet centraal en actief geregisseerd worden.
2. De instantie die de Nederlandse ervaringen evalueert moet de contacten met de buitenlandse kennisinstututen gaan onderhouden; daar worden de modellen voornamelijk ontwikkeld.
3. De bovenbedoelde instantie zou een dusdanige status en werkwijze moeten hebben dat best practises betreffende gelijkwaardige oplossingen, protocollen voor de toepassing van berekeningen en simulatiemodellen en bepaling van gelijkwaardigheid van veiligheidsniveaus uniform door gemeenten worden geaccepteerd.
4. De achterstand in noodzakelijke competenties voor de beoordeling van gelijkwaardige oplossingen moet worden weggewerkt. Het gaat daarbij vooral om de ontwikkeling van inzichten in brandfysica en vluchtgedrag respectievelijk in het conceptueel denken over brandveiligheidsoplossingen (Fire Safety Engineering).
5. Het opleidingsaanbod en het competentieniveau van brandveiligheidsdeskundigen zou onderverdeeld kunnen worden in drie niveaus:
 - Niveau 1: beoordeling van standaard situaties, volgens de prestatie-eisen in Bouwbesluit
 - Niveau 2: beoordeling van (relatief veel toegepaste) gelijkwaardigheidsituaties
 - Niveau 3: beoordeling van (relatief weinig toegepaste) FSE situaties.

Inhoud

1. Inleiding	6
2. Onderzoekopzet	7
2.1 Doelstelling	7
2.2 Keuze brandbeveiligingsadviesbureaus	7
2.3 Interviewprotocol	8
2.4 Interviews	10
2.5 Analyse en verslaglegging	11
3. Referentiekader voor analyse	12
3.1 Kennisnetwerken	12
3.2 Soort simulaties/ berekeningen	14
3.3 Toepassingen	16
3.4 Resultaat / Proces	17
3.5 Kennis	19
4. Analyse van de interviewgegevens	23
4.1 Kennisnetwerken	23
4.2 Soort simulaties/ berekeningen	29
4.3 Toepassingen	38
4.4 Resultaat / Proces	41
4.5 Kennis	45
5. Conclusies en aanbevelingen	49
5.1 Conclusies	49
5.2 Aanbevelingen	51
BIJLAGE 1 - Geïnterviewde personen	54
BIJLAGE 2 – Branchenetwerken	55
BIJLAGE 3 - Tabel met interviewgegevens	58

1. Inleiding

Het Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid voert sinds 2005 een meerjaren onderzoeksprogramma uit naar de toepassing door adviesbureaus van berekeningen en simulatiemodellen betreffende brandveiligheid, kortweg Simulatie genoemd. Uit de verkenningsfase van dit onderzoeksprogramma is gebleken dat de state-of-the-art simulatiemodellen van brand- en rookontwikkeling, evacuatie en interventie voornamelijk in het buitenland worden ontwikkeld [Kobes et al., 2006]. Eveneens is vastgesteld dat de toepassing van simulatiemodellen van brand- en rookontwikkeling zowel in Nederland als in het buitenland nog in de kinderschoenen staat. Hierdoor is nog weinig ervaring in het proces van het simuleren en het verifiëren van de simulatie. Ook de kennis over brandgedrag in gebouwen en menselijk gedrag bij evacuatie is nog zeer beperkt. Deze kennis is nodig voor de ontwikkeling van betrouwbare simulatiemodellen en een juiste toepassing daarvan. Verder bestaat er een grote behoefte aan validatie van de ontwikkelde programma's aan praktijkgevallen. Mede daarom zijn simulaties alleen verantwoord wanneer ze door deskundigen binnen het validatiebereik worden toegepast. Ondertussen worden simulatieprogramma's in gebruikt als middel om gelijkwaardige veiligheid in het kader van de bouw- en gebruiksvergunningverlening aan te tonen. Dit terwijl er in Nederland geen uniforme (proces)afspraken beschikbaar zijn voor een juiste beoordeling van de simulaties. Deze conclusies rechtvaardigen de vraag hoe door adviesbureaus in Nederland met simulatieprogramma's wordt omgegaan. Anders gezegd: er is behoefte aan een 'staalkaart' van toepassers, de in Nederland gangbare programma's, experts die zich met de validatie bezighouden, de wijze waarop de vergunningverlening verloopt en de ontwerpen waarvoor gelijkwaardige veiligheid door simulatie aangetoond moeten worden.

In hoofdstuk 2 wordt de opzet van de interviews toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt het referentiekader voor de analyse van de interviewgegevens gepresenteerd en in hoofdstuk 4 zijn de gegevens uit de interviews geanalyseerd. In hoofdstuk 5 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2. Onderzoekopzet

2.1 Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is om een beeld te krijgen van de toepassing van simulatiemodellen door adviesbureaus bij het ontwerp en de beoordeling van de brandveiligheid van gebouwen. Hierbij gaat het met name om een indruk te krijgen van de toegepaste modellen en in welke mate deze worden toegepast en van de gang van zaken binnen het traject van advies- en vergunningaanvraag van een bouwwerk.

De centrale vraag van dit onderzoek is:

'Hoe gaan de adviesbureaus in Nederland om met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen in het kader van de bouwvergunningverlening?'

Met berekeningen worden in deze rapportage de niet-dynamische modellen bedoeld. Voorbeelden van niet-dynamische modellen zijn NEN 6089 'Bepaling van de opvang- en de doorstroomcapaciteit van een gebouw' en NEN 6068 'Bepaling van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag tussen ruimten'. Onder simulatiemodellen worden de dynamische modellen verstaan. Voorbeelden van dynamische modellen zijn het vultijdenmodel en de CFD¹-modellen, zoals FLUENT en BuildingEXODUS.

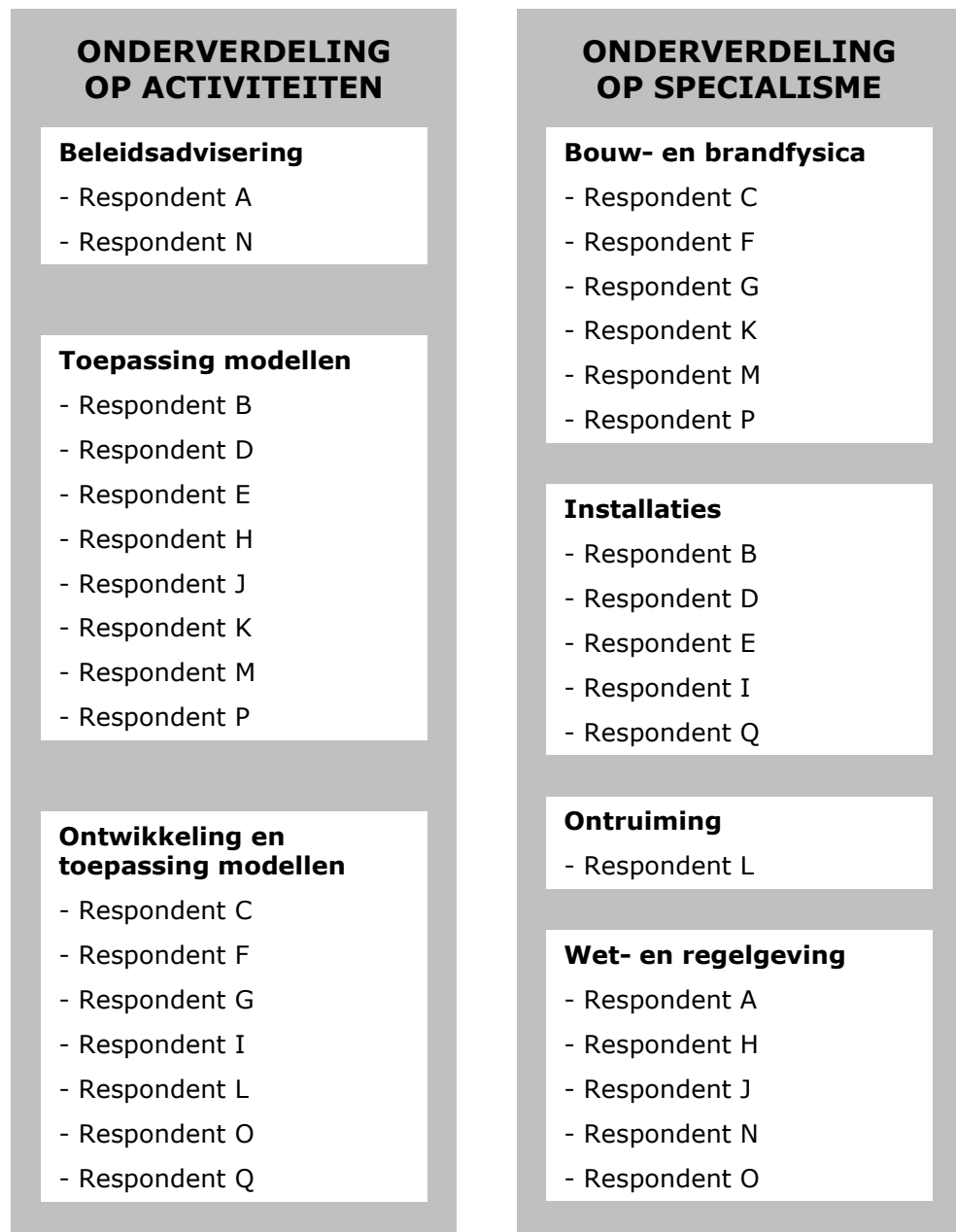
2.2 Keuze brandbeveiligingsadviesbureaus

Voorafgaand aan de bepaling van de te interviewen adviesbureaus zijn interviews uitgevoerd bij de preventieafdelingen van de vier grootste gemeenten (G4) in Nederland. Op basis van de ervaring van de preventiedeskundigen van de G4 met adviesbureaus is een lijst van 18 adviesbureaus opgesteld. Eén van de 18 geselecteerde bureaus wenste niet aan het onderzoek mee te werken. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de geïnterviewde deskundigen van 17 adviesbureaus.

De adviesbureaus die aan het onderzoek hebben meegewerkt zijn onder te verdelen in twee categorieën. Allereerst kan een onderscheid worden gemaakt in het type activiteiten dat door het adviesbureau wordt uitgevoerd. Hierbij is een onderverdeling te maken in bureaus die zich met name richten op beleidsadvisering, bureaus die zich met name richten op het uitvoeren van berekeningen, dat is onder andere de toepassing van simulatiemodellen, en bureaus die niet alleen berekeningen uitvoeren maar hiervoor ook zelf modellen ontwikkelen. Vervolgens kan een onderscheid worden gemaakt in de specialisatie in diverse onderwerpen op gebied van brandveiligheid. Wat betreft specialisatie is onderscheid te maken in bouw- en brandfysica, speciale installaties, ontruiming en wet-

¹ Computational Fluid Dynamics, dat wordt toegepast in de numerieke stromingsleer.

en regelgeving. In figuur 1 is een onderverdeling van de geïnterviewde adviesbureaus weergegeven.



Figuur 1 – Onderverdeling van geïnterviewde adviesbureaus

2.3 Interviewprotocol

Om op gestructureerde wijze gegevens te verzamelen is een interviewprotocol opgesteld. Eerst is een concept onderzoeksprotocol tijdens de interviews met de preventiedeskundigen van de G4 getest op volledigheid en werkbaarheid. Op basis van de ervaringen uit de gesprekken met de G4 is het concept interviewprotocol vervolgens door de onderzoekers omgezet naar een definitief interviewprotocol.

De interviews beginnen met kennismakingsvragen (deel A). Dit zijn algemene introductievragen over de organisatie en het werkveld, bedoeld om het ijs te breken. De centrale onderzoeksvraag is rubrieksgewijs uitgewerkt in deelvragen (deel B: Feiten). Deze deelvragen vormen samen de basis van het interviewprotocol. In het interviewprotocol, zijn de deelvragen als item weergegeven. Tot slot is overige data verzameld, zoals contactgegevens ten behoeve van de afhandeling van het onderzoek. De informatie uit de interviews is verwerkt in hoofdstuk 4 'Analyse van de interviewgegevens'.

A. KENNISMAKINGSVRAGEN (*ongestructureerd*)

B. FEITEN

De rubrieken met deelvragen zijn:

Rubriek 1: Kennisnetwerken

Het doel van deze vragenrubriek is een beeld te krijgen van personele- en organisatienetwerken waarmee geïnterviewden hun kennis en ervaring betreffende *berekeningen* en simulatiemodellen op peil houden.

Items rubriek 1:

- Overview wereldwijd
- Universiteiten / GTI's² / en dergelijke
- Brancheorganisatie
- Netwerken inzake (internationale) praktijkrichtlijnen
- Situatie internationaal
- Trends / ontwikkelingen

Rubriek 2: Soort simulaties/ berekeningen

Het doel van deze vragenrubriek is een beeld te krijgen van de in Nederland gangbare berekeningen en simulatiemodellen in het algemeen en de software in het bijzonder.

Items rubriek 2:

- Software applicaties
- Niet-dynamische modellen
- (Semi) dynamische modellen
- Simulatiemodellen

Rubriek 3: Toepassingen

Het doel van deze vragenrubriek is inzicht te krijgen in type gelijkwaardigheidproblematiek waarvoor simulatie wordt toegepast. Verder is het doel een indruk te krijgen van de omvang van de genoemde problematiek.

² Grote Technologische Instellingen.

Items rubriek 3:

- Type toepassingen
- Aantal toepassingen

Rubriek 4: Resultaat / Proces

Met deze vragenrubriek wordt beoogd een beeld te krijgen van het verloop van de vergunningverlening in het geval dat gelijkwaardig veiligheid in het algemeen en het gebruik van de berekeningen en simulatieprogramma's daarbij in het bijzonder.

Items rubriek 4:

- Vooroverleg
- Relatie vergunningverlening en omvang van de gemeente
- Validatie
- Verificatie
- Informatiebehoefte validatie en verificatie

Rubriek 5: Kennis

De vragen van de laatste rubriek zijn gesteld om een indruk te krijgen van het kennisniveau bij de adviesbureaus en om de mening van de adviseurs over het huidige en gewenste kennisniveau van de (gemeentelijke) toetsers en handhavers te inventariseren.

Items rubriek 5:

- Eigen competentie (*gewenst niveau*)
- Beoordeling competentie' andere partij'
- Opleidingen (*kwaliteitsoordeel*)
- Behoefte aan netwerken, themadagen, symposia

C. OVERIGE DATA

(NAW-gegevens, contactpersoon voor vervolgonderzoek en dergelijke)

2.4 Interviews

De interviews zijn uitgevoerd door een team van twee onderzoekers. De adviesbureau werd eerst uitgenodigd het adviesbureau, danwel de adviesafdeling, voor te stellen en iets over de eigen specialismen en praktijkervaringen te vertellen. Vervolgens zijn de vragen gesteld aan de hand van het interviewprotocol. Door een aantal adviesbureaus is de informatie over toepassingen van computersimulaties geïllustreerd aan de hand van animaties en presentaties. Tenslotte is ten behoeve van het vervolgonderzoek van de gemeentelijke bouwdoSSIERS (Dossierstudie) gevraagd naar voor dat onderzoek van belang zijnde bouwadviespraktijken.

2.5 Analyse en verslaglegging

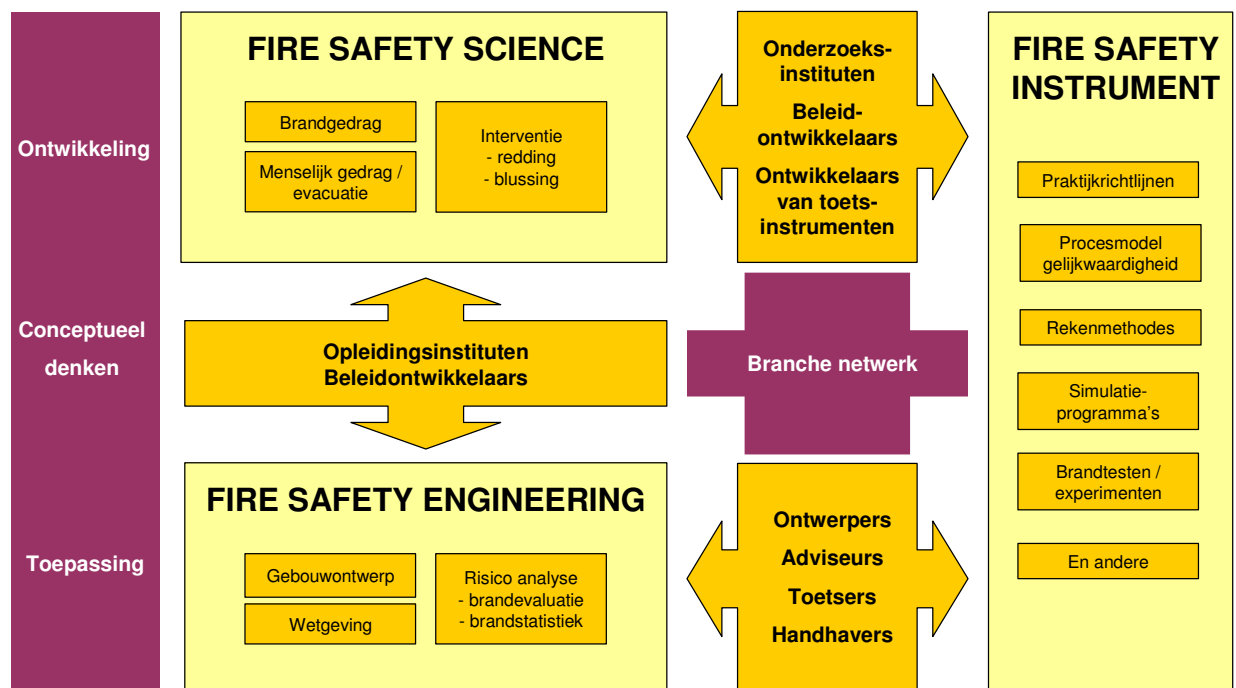
De gegevens uit de interviews zijn geanalyseerd en vergeleken met feiten uit de (internationale) literatuur. Hiervoor is per rubriek in het interviewprotocol (zie paragraaf 2.3) een literatuurstudie uitgevoerd. De feiten uit de literatuur vormen het referentiekader voor de analyse van de interviewgegevens. Het referentiekader is in hoofdstuk 3 opgenomen. Van de interviews zijn voor intern gebruik gespreksverslagen gemaakt. De gegevens zijn vervolgens geanonimiseerd samengevat in een tabel, zie bijlage 3. In hoofdstuk 4 worden de resultaten uit de interviews toegelicht. Allereerst zijn de meningen van de geïnterviewde adviesbureaus genoemd. Vervolgens zijn in de analyses (per rubriek) zijn de meningen van de adviesbureaus vergeleken met de feiten uit de literatuur. Tenslotte zijn (per rubriek) de conclusies genoemd die zijn voortgekomen uit de analyse.

3. Referentiekader voor analyse

In dit hoofdstuk zijn de achtergronden uit de literatuur weergegeven die de basis hebben gevormd voor het interviewprotocol. De gegevens uit de literatuur zijn geclusterd in de rubrieken zoals die ook in het interviewprotocol zijn weergegeven. Dit hoofdstuk vormt het referentiekader voor de analyse van de feiten en meningen zoals die door de adviesbureaus zijn geventileerd en in hoofdstuk 4 zijn genoemd.

3.1 Kennisnetwerken

Volgens Drejer en Jørgensen (2005) is de voornaamste rol van de overheid om mechanismen die een brug vormen tussen industrie en openbaar onderzoek te promoten. Zij verwijzen hierbij naar het Triple Helix model van Etzkowitz en Leydesdorff (2000). De Triple Helix omvat de industrie, de universiteiten en de overheid. In het proces van kenniscreatie treedt de overheid als intermediair op tussen publieke onderzoeksinstituten en de industrie³. De Triple Helix benadering richt zich op de 'communicatie en verwachtingen binnen het netwerk' die de institutionele afspraken tussen universiteiten, industrieën en overheidsinstelling opnieuw vorm geven. Over de interactie tussen wetenschap en industrie, en in het bijzonder te mechanisme die de creatie en verspreiding van kennis bevorderen is echter nog maar relatief weinig bekend [Drejer & Jørgensen, 2005].



Figuur 2 – Beoordelingssysteem voor de brandveiligheid van complexe gebouwen.

³ Ofwel de particuliere sector, waaronder ook de adviesbureaus.

Figuur 2 is een schematische weergave van het spelersveld van de beoordeling van de brandveiligheid van complexe gebouwen [Kobes, 2006]. Dit betreffen beoordelingen op basis van de gelijkwaardigheidsbepaling in het Bouwbesluit en op basis van de functionele eisen in het Bouwbesluit. Het model is gebaseerd op de Triple Helix benadering.

De basis van het beoordelingssysteem bestaat uit Fire Safety Science⁴, ofwel de wetenschap over het brandgedrag, het menselijke gedrag bij brand en over de effecten van interventies (zoals door de brandweer). Vervolgens kan de wetenschap door Fire Safety Engineering⁵ toegepast worden bij de beoordeling van brandveiligheid. Hierbij speelt de competentie van 'conceptueel denken' een bepalende rol. Met de term 'conceptueel denken' wordt de benadering van brandveiligheid vanuit een brandbeveiligingsconcept⁶ bedoeld (zie ook rubriek 'Kennis'). Opleidingsinstituten en beleidontwikkelaars zijn de spelers in het veld bij de overdracht van de ontwikkelde kennis uit de wetenschap naar de toepassing van Fire Safety Engineering in het beroepenveld.

Voor de toepassing van Fire Safety Engineering worden (wereldwijd) toetsinstrumenten ontwikkeld. Hierbij valt te denken aan rekenmethodes, simulatiesoftware, praktijkrichtlijnen, procesafspraken en dergelijke. De basis van de toetsinstrumenten ligt in de Fire Safety Science. Onderzoeksinstituten, beleidontwikkelaars en ontwikkelaars van toetsinstrumenten zijn de spelers in het veld bij de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis en bij de overdracht van deze kennis naar praktijkgerichte toetsinstrumenten.

De Fire Safety instrumenten worden toegepast bij de beoordeling van de brandveiligheid van complexe gebouwen. De toepassers van Fire Safety Engineering zijn de gebouwonwerpers, de brandveiligheidsadviseurs, de (gemeentelijke) toetsers en de handhavers bij de (gemeentelijke / regionale) overheid.

⁴ Fire Safety Science is de wetenschap over brand en brandveiligheid. Hierbij gaat het om wetenschappelijke informatie over het brandgedrag, de effecten van brand en de reactie en het gedrag van mensen met betrekking tot brand. Verder gaat het om de invloed van externe factoren op het brandgedrag, zoals het (brandpreventieve) gebouwonwerp en de brandbeheersing en brandbestrijding (via installaties of via repressief optreden van de brandweer).

⁵ Fire Safety Engineering is de toepassing van ontwerptechnische uitgangspunten, voorschriften en een expertoordeel dat gebaseerd is op een wetenschappelijke beoordeling van het brandgedrag, de effecten van brand en de reactie en het gedrag van mensen, met het doel om slachtoffers te beperken, eigendommen en het milieu te beschermen, het gevaar en risico van brand evenals de effecten van brand te kwantificeren en de optimale beschermende en brandpreventieve maatregelen te evalueren, die nodig zijn om de gevolgen van brand – binnen vastgelegde niveaus – te beperken.

⁶ Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar pagina 29 en 30 van het rapport 'Verkenning van simulatiemodellen' [Kobes et al., 2006].

In het ideale geval zou het branche netwerk alle spelers in het veld met elkaar moeten verenigen, waardoor de kennisuitwisseling optimaal kan worden georganiseerd.

Wereldwijd bestaan een aantal netwerken op gebied van fire safety engineering en simulatie. Voorbeelden zijn The Institution of Fire Engineers (IFE), The Society of Fire Protection Engineers (SFPE), The National Fire Protection Association (NFPA), FORUM en The International Building Performance Simulation Association (IBPSA). In bijlage 2 zijn de beschrijvingen van de genoemde netwerken opgenomen.

3.2 Soort simulaties/ berekeningen

Friedman (1992) heeft verslag gedaan van zijn onderzoek naar de stand van zaken omtrent simulatiemodellen en ook Olenick en Carpenter (2003) hebben een survey uitgevoerd. Bij de laatste survey (2003) zijn 186 programma's gevonden uit een tiental landen. De programma's betroffen simulaties van branden in een compartiment, sprinklereffectsimulaties en submodellen voor de bepaling van brandduur, gebouwevacuatie, het aanspreken van detectoren, branduitbreiding langs wanden en rookverspreiding.

De modellen voor de simulatie van allerlei brandprocessen zijn terug te leiden naar twee basismodellen, het zonemodel en het veldmodel [Kobes et al., 2006]. Het zonemodel is het meest eenvoudige model en het voorspelt niet de meest kritische parameter: de brand zelf. Het veldmodel doet dit wel en is gebaseerd op CFD-techniek. Bij de CFD-techniek wordt een ruimte opgedeeld in tientallen tot miljoenen geometrische cellen. Voor elke cel worden de fysische kenmerken van het, tussen de cellen getransporteerde gas, berekend. Behalve massa en temperatuur zijn dat de bewegingsrichting en -snelheid van de gasdeeltjes, druk en de mengverhouding van de componenten van het gas (o.a. het zuurstofgehalte).

Gwynne et al. (1999) maken bij evacuatiemodellen een onderverdeling naar perspectief van probleembenadering, te weten de benadering vanuit optimalisering, simulatie of risicobeoordeling. In optimaliseringmodellen wordt er van uitgegaan dat de evacuatie zo efficiënt mogelijk verloopt. Hierbij wordt aangenomen dat de gekozen route de meest korte is, dat de capaciteit van uitgangen optimaal is, net als de doorstroomkarakteristieken van de mensen die geëvacueerd worden. De groep evacués wordt hierbij als een homogene massa beschouwd, zonder rekening te houden met individuele karakteristieken en gedragskenmerken. In simulatiemodellen wordt ook het gedrag van mensen tijdens evacuaties meegenomen. Deze modellen proberen naast de verplaatsing van de personen ook het proces van besluitvorming en het zoeken van de route naar een veilige omgeving in het model mee te nemen. Risicobeoordelingmodellen zijn simulatiemodellen waarin ook de effecten van brand, rook en hitte op de evacués is meegenomen [Gwynne et al., 1999]. Deze onderverdeling in benadering is van belang bij de

beoordeling van de uitkomsten van de simulatie. De uitgangspunten bij de verschillende benaderingen bepalen namelijk de invoerwaarden en het toetsingskader van de (uitkomsten van de) simulatie.

In de figuren 3 en 4 zijn de beschikbare softwarepakketten genoemd die uit de verkenning naar voren zijn gekomen.

Softwarepakketten brand	
FLUENT	NIST FDS
ANSYS-CFD	FIRST
STAR-CD	FASTLite
JASMINE	CFAST
SOFIE	CCFM
COMPUT-IT	ASMET
OZONE	ASET-B
BRANZFIRE	ASCOS

Figuur 3 – Overzicht brandmodellen [SURVEY, 2006; FIREFORUM, 2006; Martínez et al., 2003]

Softwarepakketten evacuatie	
AEA EGRESS	NOMAD
Allsafe	PaxPort
ASERI	PEDROUTE
buildingEXODUS	SGEM
CRISP	SimPed
EGRESSPRO	SIMULEX
EVACNET4	STEPS
EvacuatioNZ	VEGAS
GridFlow	WAYOUT

Figuur 4 – Overzicht evacuatiemodellen [FIREFORUM, 2006; SURVEY, 2006; Hanea, 2003]

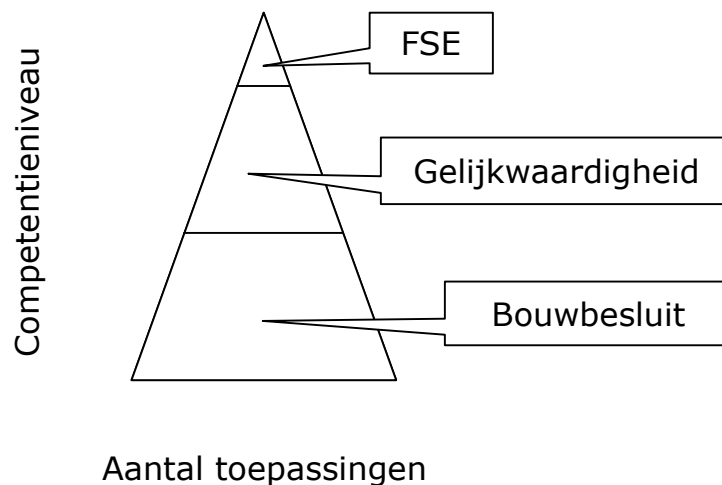
Santos en Aguirre (2004) beschouwen BuildingEXODUS, ASERI en CRISP als de meest uitgebreide evacuatiemodellen omdat in deze modellen rekening wordt gehouden met multi-dimensionale factoren die de besluitvorming (van evacués) tijdens evacuatie beïnvloeden. In BuildingEXODUS is bovendien een submodel opgenomen die de impact van rook(gassen) op mensen berekent. Verder zijn twee parameters opgenomen waarmee het vermijdingsgedrag van evacués bij opstoppingen in looproutes en nabij uitgangen wordt gesimuleerd [Santos & Aguirre, 2004].

Pires (2005) stelt dat SIMULEX (en nog een aantal andere modellen) gebrekkig is met betrekking tot de (gedrag)parameters die de nauwkeurigheid van de uitkomsten bepalen. Het gedrag van mensen, dat

het gevolg is van een individueel besluitvormingsproces, is volgens Pires namelijk niet in het model meegenomen [Pires, 2005].

3.3 Toepassingen

In figuur 5 zijn de beoordelingniveaus van de brandveiligheid van gebouwen weergegeven. De beoordelingniveaus zijn gerelateerd aan het aantal toepassingen⁷ in Nederland en het competentieniveau dat nodig is om de toepassingen te kunnen beoordelen.



Figuur 5 – Beoordelingsniveaus van brandveiligheid van gebouwen [Cieraad, 2006]

De meeste beoordelingen van de brandveiligheid van een gebouw worden gedaan op basis van de prestatie-eisen in het Bouwbesluit. Hiervoor is het benodigde competentieniveau relatief laag. De beoordelingen vanuit gelijkwaardigheid betreffen de afwijkingen op de gestelde prestatie-eisen in het Bouwbesluit. De gelijkwaardigheidbeoordelingen komen minder vaak voor dan beoordelingen op basis van prestatie-eisen. Bovendien vereisen de beoordeling op basis van gelijkwaardigheid een hoger competentieniveau dan voor beoordelingen op basis van prestatie-eisen. De beoordelingen vanuit FSE betreffen de ontwerpen waarvoor het Bouwbesluit alleen functionele eisen stelt, te weten:

- grote compartimenten⁸,
- gebouwen hoger dan 70 meter,
- gebouwen lager dan 8 meter (ten opzichte van het meetniveau) en /of
- compartimenten met een bezettingsgraad hoger dan B1.

⁷ In dit geval het aantal beoordelingen van gebouwontwerpen die in het betreffende beoordelingsniveau vallen.

⁸ Ofwel de ontwerpen waar het concept 'beheersbaarheid van brand' wordt toegepast.

Beoordelingen op basis van FSE komen relatief weinig voor en vereisen een hoog competentieniveau.

De toepassing van berekeningen en simulaties is mogelijk vanuit twee beoordelingsniveaus, te weten vanuit de gelijkwaardigheidsbepaling uit het Bouwbesluit 2003 (artikel 1.5) en vanuit FSE. In 'technical report' ISO/TR 13387-1 van International Organization for Standardization (ISO)⁹ wordt een onderscheid gemaakt in drie wijzen van benadering van Fire (Safety) Engineering [ISO, 1999]:

Gelijkwaardigheid: Het gelijkwaardige niveau van veiligheid zoals vastgelegd in de wet. Dit is een subjectieve benadering. Fire Engineering wordt veelal op basis van gelijkwaardigheid toegepast. Het standpunt zoals is ingenomen in het Britse 'Approved Document B'¹⁰ is een benadering vanuit gelijkwaardigheid.

Deterministisch: Op worst-case scenario gebaseerde maatregelen voor brandveiligheid. Met behulp van berekeningen wordt bepaald hoe lang het bijvoorbeeld duurt voordat de rookontwikkeling levensbedreigend is.

Probabilistisch: De beperking van de kans op het ontstaan van een ongewenste gebeurtenis. Dit is een vorm van Fire Engineering dat nog sterk in ontwikkeling is, aangezien slechts beperkte data over het ontstaan van brand, de brand- en rookontwikkeling en het evacuatiegedrag bij brand in relatie tot het gebouwontwerp aanwezig is.

Eén van de belangrijkste doelstellingen van het beleid voor de brandveiligheid van gebouwen is het beperken van het aantal slachtoffers bij brand. Het niveau van brandveiligheid blijkt in landen waarin Fire Safety Engineering al lange tijd wordt toegepast niet hoger (maar zelfs beduidend lager) te zijn dan in landen waar sprake is van een prescriptieve bouwregelgeving [Kobes, 2006]. Hoewel dit niet alleen komt door het type bouwregelgeving, speelt het mogelijk wel een rol.

3.4 Resultaat / Proces

Zoals al uit de verkenning naar voren is gekomen [Kobes et al., 2006] kent de toepassing van simulatie haar oorsprong in landen met een performance-based bouwregelgeving. De performance-based benadering

⁹ Fire Safety Engineering - Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives. Technical report.

¹⁰ "Fire safety engineering can provide an alternative approach to fire safety. It may be the only practical way to achieve a satisfactory standard of fire safety in some large and complex buildings, and in buildings containing different uses, eg. airport terminals. Fire safety engineering may also be suitable for solving a problem with an aspect of the building design which otherwise follows the provisions in this document." [ODPM, 2000]

is in essentie het denken en werken in termen van doelen in plaats van middelen [Foliente, 2000]. Verificatie is een belangrijk element in de performance-based benadering, aangezien aangetoond moet worden of de gekozen uitvoering (middel) voldoet aan het doelvoorschrift. Verificatie kan door:

- controle op basis van prescriptieve maatregelen (gelijkwaardigheidstoets op prestatie-eisen)
- (brand)testen
- simulatie met behulp van berekeningen en modellering
- combinatie van testen en simulatie.

In Nederland is echter sprake van een prescriptieve bouwregelgeving. De huidige regelingen voor brandveiligheid zijn enerzijds gebaseerd op aannames en afspraken en anderzijds op onderzoeken in het verleden waarvan de referenties niet achterhaalbaar zijn. De voorschriften kennen daarmee geen wetenschappelijke basis, terwijl juist vanuit wetenschappelijk onderzoek (gelijkwaardige) oplossingen voor brandveiligheid ontwikkeld kunnen worden. Verder blijken de toetscriteria voor gelijkwaardigheid niet voldoende helder te zijn [Coppens et al, 2003; Van der Veek & Horsley, 2003], waardoor het in de praktijk lastig blijkt de mate van gelijkwaardigheid te beoordelen. Dit geldt zowel voor de ontwerper als voor de handhaver (gemeentelijke brandweer en/of bouwdienst).

Ervaringen uit Groot-Brittannië en Zweden leren dat bij bouwvergunningaanvragen computermodellen veelal onjuist worden toegepast [Lundin, 2005; Jenkins, 2005]. Ook blijken nauwelijks gevoeligheidsanalyses van de simulatie uitgevoerd te worden. Bij een gevoeligheidsanalyse wordt nagegaan hoe sterk de uitkomsten van de simulatie reageren op variaties in de invoerwaarden. Ook wordt veelal maar een te beperkt aantal incidentscenario's gesimuleerd. Om betrouwbare resultaten voor mogelijke incidenten te genereren is het echter nodig meerdere scenario's te simuleren. Verder worden vaak niet-valide software en modellen gebruikt. Bij validatie wordt aan de hand van specifieke praktijkgevallen, waarbij de gegevens en de uitkomsten bekend zijn, gecontroleerd of de voorspellingen van het vereenvoudigde model overeenkomen met de werkelijkheid. Dit betekent dat het model ook alleen voor de gecontroleerde incidentscenario's bewezen toepasbaar is. Voor de niet-gecontroleerde scenario's is de juistheid van de voorspelling onzeker.

Gritzo et al. (2005) hebben namens het FORUM een position paper opgesteld met betrekking tot verificatie en validatie van numerieke brand- en evacuatiemodellen. Vanwege de uitvoerige kennis die nodig is voor de beoordeling van de capaciteiten, toepassingsgebieden en beperkingen van simulatiemodellen voldoende goed gedefinieerd zijn, en de voor gebruikers beperkte toegang tot de brongegevens, stelt het FORUM dat eisen gesteld moeten worden aan verificatie en validatie van de simulatiemodellen. Hieronder worden de volgende activiteiten verstaan:

- codeverificatie door de ontwerper om codefouten te identificeren en te beperken
- verificatie van de berekening, waaronder karakterisering van de discretisering (het grid) en de afhankelijkheid van de inputparameter om het juist toepassen van modellen te bewerkstelligen
- modelvalidatie binnen de relevante parameter ruimte, gebaseerd op een gevestigde metriek en gebruikmakend van experimentele data van hoge kwaliteit, om te voorzien in een kwantitatieve beoordeling van de voorspelde mogelijkheden van een model
- documentatie van validatiestudies, volgens gevestigde richtlijnen uitgevoerd, in de vrij toegankelijke literatuur met voldoende stiptheid en detail om gebruikt te worden als een basis voor toenemend vertrouwen in toekomstige analyses.

Codeverificatie zou alle delen van de code moeten beproeven binnen het bereik van de waarden die te verwachten zijn bij de algemeen toepassing. In het algemeen vereist dit de toegang tot de broncodes. Daarom is het standpunt van het FORUM dat de codeverificatie uitgevoerd moet worden door de softwareontwerper. De gebruiker zou toegang moeten hebben tot de verificatiedocumentatie om zeker te kunnen stellen dat de capaciteiten en kenmerken die gebruikt moeten worden, geverifieerd zijn [Gritzo et al., 2005].

3.5 Kennis

Kennis kan gedefinieerd worden als het 'passieve deel' van wetenschap. Onderzoek kan beschouwd worden als het 'actieve deel' dat nieuwe kennis creëert [Drejer en Jørgensen, 2005]. Purvis (2001) geeft aan dat besluiten worden genomen op basis van kennis die bij de persoon aanwezig is. Hij maakt onderscheid in twee vormen van kennis, namelijk expliciete en 'tacit' kennis. Expliciete kennis is theoretische informatie dat is vastgelegd in documenten en dergelijke. Aangezien het gecodificeerde kennis betreft, kan deze vorm van kennis eenvoudig worden gecommuniceerd en van persoon naar persoon worden doorgegeven. Tacit kennis kan omschreven worden als ervaringskennis, dat veelal is omgezet in routines. Organisaties als The Institution of Fire Engineers (IFE) en The Society of Fire Engineers (SPFE) onderkennen dat in de beroepspraktijk van Fire Engineers zowel expliciete als tacit kennis noodzakelijk is.

*IFE: "A **fire engineer**, by education, training and experience....."*

*SPFE: "A **fire protection engineer** by education, training, and experience....."*

Tacit kennis is lastiger te communiceren en van persoon naar persoon over te dragen, aangezien de informatie verweven is met de individuele ervaringen van een persoon en met de situationele context waarin de

kennis is ontwikkeld. [Purvis et al, 2001] Het is dan ook niet mogelijk alle kennis en 'best practices' in kennissystemen te vangen.

Uit de verkenning van simulatiemodellen [Kobes et al., 2006] is onder andere naar voren gekomen dat het ondeskundige gebruik van simulatiemodellen kan leiden tot een onacceptabel gebouwontwerp. Dit is vooral te wijten aan het verschil in het toepassingsgebied van de beschikbare simulatiemodellen. Voor een acceptabele toepassing van simulatie is deskundigheid (van de adviseur en de toetsers) het meest bepalend. Dit betekent onder andere dat men in staat moet zijn om 'conceptueel' te kunnen denken. In figuur 6 zijn de uitgangspunten van 'conceptueel denken' gevisualiseerd.



Figuur 6 – Conceptueel denken¹¹

Conceptueel denken is een benadering van brandveiligheid van een gebouwontwerp vanuit een brandbeveiligingsconcept [Kobes et al., 2006]. Een brandbeveiligingsconcept verzamelt de fundamentele uitgangspunten voor brandbeveiliging, waarbij de uitgangspunten vanuit een integrale benadering op elkaar zijn afgestemd. De uitgangspunten zijn geïntegreerd in:

- een normatief brandverloop, waarin de snelheid van brand- en rookontwikkeling is afgezet tegen de snelheid van ontvluchting en redding
- één of meerdere maatscenario's, die is/zijn voortgekomen uit een risicobeoordeling op basis van statistiek. Bij een risicobeoordeling zijn de beoordeling van de kans op het ontstaan van het scenario en de te verwachten effecten van belang
- de schakels van de veiligheidsketen van waaruit maatregelen getroffen kunnen worden, te weten proactie, preventie, preparatie, repressie en nazorg

¹¹ Bron: http://www.nifv.nl/web/show/id=53920#conceptueel_denken

- de veiligheidsbalans, waarin het benodigde brandveiligheidsniveau is afgezet tegen de onderdelen van een gebouwoontwerp waarbinnen de uitvoering van maatregelen kan plaatsvinden, te weten planologie, bouwkunde, installatietechniek, gebruik, interne organisatie en een repressieve inzet van de brandweer.

In Nederland worden voorsnog geen specifieke eisen gesteld aan de competenties van een persoon die de brandveiligheid van bouwwerken beoordeelt. In het buitenland is de kwalificatie van een dergelijk persoon wel benoemd. In de 'British Standard: Code of Practice on fire safety engineering' bijvoorbeeld wordt een Fire Engineer gedefinieerd als 'een persoon die voldoende gekwalificeerd en ervaren is in Fire Safety Engineering' [Charters, 2002].

SFPE en IFE zijn netwerkorganisaties van Fire Engineers en zij stellen criteria voor het competentieniveau van 'geaccepteerde' Fire Engineers. Om lid te kunnen worden van de netwerkorganisatie SFPE moet men bijvoorbeeld¹² de universitaire graad van 'Bachelor of Science' behaald hebben in bèta wetenschappen (wiskunde, natuurkunde, scheikunde) of een Bachelor graad bij een geaccrediteerde technische opleiding 'fire protection engineering'. Dit staat gelijk aan het HBO-niveau in Nederland. Behalve dat een bepaalde opleiding behaald moet zijn, geldt de voorwaarde dat men ten minste 4 jaren praktijkervaring heeft op gebied van engineering (in het algemeen) en ten minste 3 jaren op gebied van Fire Engineering. Ook voor een lidmaatschap bij de IFE gelden dergelijke voorwaarden op gebied van opleiding en praktijkervaring.

Om te illustreren hoe breed geschoold een Fire Engineer moet zijn, zijn in de hiernavolgende tekstboxen de definities opgenomen van een Fire Engineer volgens de IFE en de SFPE. Een Fire Engineer moet kennis hebben van de volgende onderwerpen:

- brandfysica
- brand- en rookontwikkeling (in een gebouw)
- brandoorzaken
- werking van brandbeveiligingsinstallaties
- brandgedrag van materialen
- interactie van constructies, machines en processen op brandontwikkeling
- brandbestrijding.

De kennis van het menselijk gedrag bij brand is niet genoemd, maar is ook onderdeel van de noodzakelijke kennis voor Fire Safety Engineering.

¹² De SFPE hanteert 8 verschillende instroomcategorieën, bestaande uit een vereist opleidingsniveau en een vereist aantal jaren praktijkervaring in engineering en een vereist aantal jaren praktijkervaring in het dragen van verantwoordelijkheid op gebied van Fire Engineering.

*A **fire engineer**, by education, training and experience, understands the nature and characteristics of fire and the mechanisms of fire spread and the control of fire and the associated products of combustion; understands how fires originate, spread within and outside buildings/structures, and can be detected, controlled, and/or extinguished; is able to anticipate the behaviour of materials, structures, machines, apparatus, and processes as related to the protection of life, property and the environment from fire; has an understanding of the interactions and integration of fire safety systems and all other systems in buildings, industrial structures and similar facilities; and is able to make use of all of the above and any other required knowledge to undertake the practice of fire engineering [IFE, 2005].*

*A **fire protection engineer (FPE)** by education, training, and experience, is familiar with the nature and characteristics of fire and the associated products of combustion; understands how fires originate, spread within and outside of buildings/structures, and can be detected, controlled, and/or extinguished; and is able to anticipate the behavior of materials, structures, machines, apparatus, and processes as related to the protection of life and property from fire [SFPE, 2005].*

Bij rampen in Nederland, zoals de cafébrand in Volendam en de brand in het cellencomplex Schiphol, maar ook bij rampen in het buitenland, lijkt telkens sprake te zijn van beleidsfalen op gebied van brandveiligheid [Kobes, 2006]. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in technisch falen (falen van preventieve maatregel), procesmatig falen (toetsing en handhaving) en gedragsmatig falen (onveilig gebruik). Volgens Schwerin en Werker (2003) blijven beleidsbeslissingen en de handhaving daarvan onderhevig aan de kans op falen. Maar een verbetering van de kennisbasis¹³ - waarop de beoordelingsinstrumenten¹⁴ voor besluitvorming¹⁵ gebaseerd zijn - zal helpen om de kans op beleidssucces te vergroten [Schwerin & Werker, 2003].

¹³ Fire Safety Science.

¹⁴ Fire Safety Instrumenten.

¹⁵ Fire Safety Engineering.

4. Analyse van de interviewgegevens

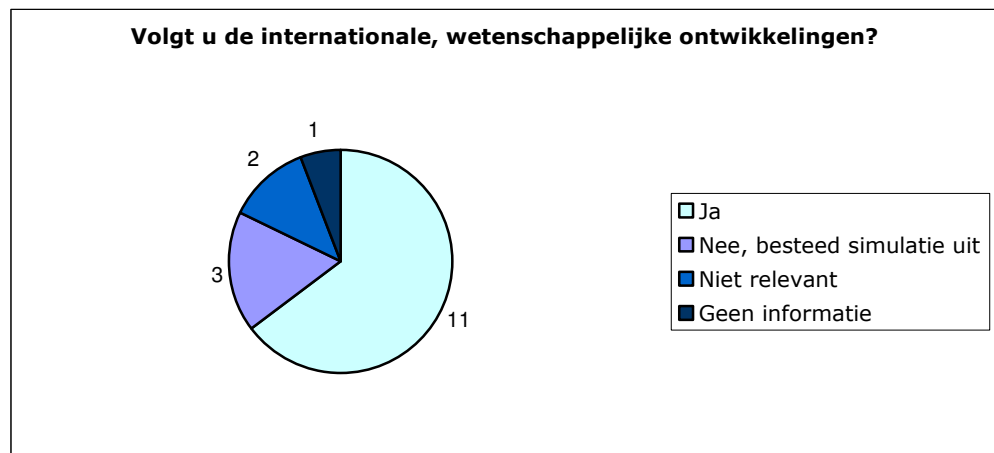
In dit hoofdstuk wordt elk item van het interviewprotocol (zie paragraaf 2.3) geanalyseerd. De items zijn geclusterd in rubrieken. De onder de items weergegeven meningen zijn voor rekening van de geïnterviewde experts van de adviesbureaus. Iedere rubriek wordt afgesloten met een analyse en conclusies. Hierin worden de door de adviesbureaus aangedragen feiten en meningen vergeleken met de feiten die uit literatuuronderzoek naar voren zijn gekomen.

4.1 Kennisnetwerken

Het doel van deze vragenrubriek is een beeld te krijgen van personele en organisatienetwerken waarmee geïnterviewden hun kennis en ervaring betreffende berekeningen en simulatiemodellen op peil houden. Gevraagd is of men de internationale, wetenschappelijke ontwikkelingen volgt, contacten onderhoudt met kennisinstututen zoals universiteiten, TNO en dergelijke, en (voor zover relevant) of men verenigd is in een brancheorganisatie en/of vertegenwoordigd is in een profit- (bijvoorbeeld NEN-commissie) of nonprofi-netwerk (bijvoorbeeld het preventienetwerk LNB van de NVBR¹⁶).

4.1.1 Gegevens uit de interviews

Item: Overview wereldwijd



Figuur 7 – Overview wereldwijd

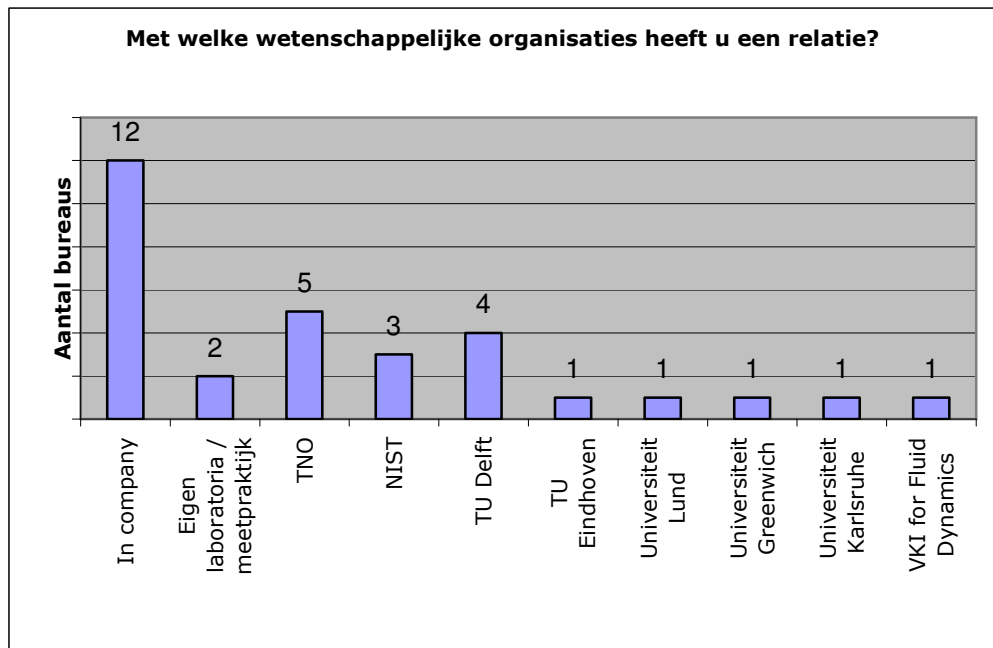
Op de vraag of de adviseur de internationale, wetenschappelijke ontwikkelingen volgen, antwoordden 11 van de 17 adviesbureaus bevestigend. Van de drie adviesbureaus die de ontwikkelingen niet volgen zijn er twee die bewust gekozen hebben om CFD-simulaties en de

¹⁶ Landelijk Netwerk Brandpreventie van de Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding

daarvoor noodzakelijke expertise uit te besteden, onder andere bij TNO, het derde adviesbureau verlaat zich op zijn relatie met de TU Delft.

Resumerend kan gesteld worden dat de meeste toepassers van brand- en/of evacuatiemodellering aangeven dat zij de internationale ontwikkelingen volgen. Dit wordt gedaan door het deelnemen aan conferenties, waaronder de eens per drie jaar georganiseerde internationale conferentie INTERFLAM (door twee adviesbureaus genoemd), en door het lezen van vakliteratuur.

Item: Universiteiten/ GTI's¹⁷/ en dergelijke



Figuur 8 – Wetenschappelijke relaties

Het merendeel (12) van de adviesbureaus heeft een relatie met (wetenschappelijke) afdelingen binnen de eigen (soms internationale) organisatie. Vijf van deze adviesbureaus maken deel uit van een samenwerkingsverband tussen twee of meerdere bureaus. Vier adviesbureaus zijn een divisie of afdeling van ingenieursbureau met andere bouwgerelateerde disciplines¹⁸ en de overige drie zijn adviesbureaus met meerdere vestigingen waartussen men expertise uitwisselt.

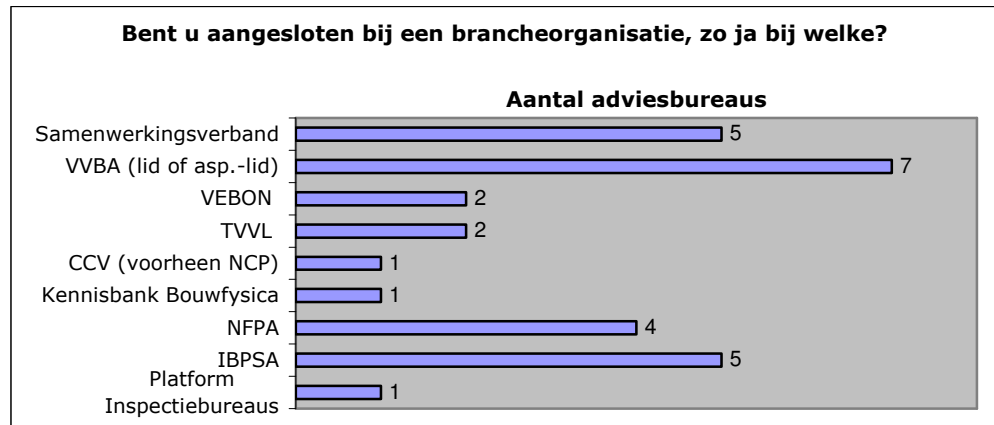
Met betrekking tot relaties met externe wetenschappelijke organisaties worden TNO (5) en TU Delft (4) (met name de daar gevestigde Stichting Kennisbank Bouwfysica) het vaakst genoemd door de adviesbureaus. Wat

¹⁷ Grote Technologische Instituten.

¹⁸ De brandveiligheidsbureaus blijken als specialistische bouwdiscipline pas vrij recent aan de overige disciplines toegevoegd te zijn. Dit heeft te maken met de trend bij (grote) ingenieursbureaus om integrale adviezen en turn key projecten af te kunnen geven.

betreft buitenlandse kennispartners wordt NIST¹⁹ (3) het vaakst genoemd. Drie adviesbureaus vallen op door het relatief groot aantal relaties met wetenschappelijke kennispartners, te weten de respondenten F (3), K (3) en Q (4).

Item: Brancheorganisatie



Figuur 9 – Brancheorganisaties

De sector blijkt nauwelijks georganiseerd te zijn. Als verklaring hiervoor werd gegeven dat tot voor de vernieuwing van de bouwregelgeving de brandweer als preventieadviseur optrad. De brandweerpreventisten hebben wel van oudsher een kennisnetwerk (nu het LNB). Pas onlangs is een Vereniging Van BrandveiligheidsAdviseurs (VVBA) opgericht met de doelstelling een norm te stellen voor de eigen verantwoordelijkheid die adviesbureaus moeten nemen. De bureaus DGMR, EFPC, Lichtveld Buis & Partners en Peutz & Associés vormen samen de VVBA. Verder bestaat de Stichting Kennisbank Bouwfysica, die onder andere lesmodules op gebied van Fire Safety Engineering beschikbaar stelt om de ontwikkeling van het vakgebied te stimuleren en te ondersteunen.

Ook zijn de brancheorganisaties VEBON en TVVL en het CCV (voorheen NCP Certificatie) genoemd als kennisnetwerk. VEBON is een ondernemersvereniging van bedrijven die voornamelijk gericht zijn op preventie en repressie van brand en het voorkomen van inbraak en overval. TVVL is een Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen, met als doel de wetenschap en techniek op gebied van installaties in gebouwen en vergelijkbare objecten te bevorderen. Het CCV is onder andere verantwoordelijk voor het beheer en kwaliteitsontwikkeling van certificatieschema's op het gebied van beveiliging en brandveiligheid.

In bijlage 2 is meer informatie opgenomen over de genoemde brancheorganisaties.

¹⁹ National Institute of Standards and Technology, waar het Building and Fire Research Laboratory (BRFL) deel van uit maakt.

De meeste bureaus zijn aangesloten bij de VVBA (7). Vier bureaus zijn lid van het VVBA en drie zijn aspirant-lid. Vijf adviesbureaus zijn onderdeel van een concern en hebben daarmee een samenwerkingsverband met de andere adviesbureaus in het concern. Ook de buitenlandse kennispartners IBPSA²⁰ (5) en NFPA²¹ (4) worden door meerdere adviesbureaus genoemd.



Figuur 10 – Aantal lidmaatschappen brancheorganisaties

Van de zeven adviesbureaus die bij meerdere organisaties zijn aangesloten, hebben vier een (intern) samenwerkingsverband van adviesbureaus en zijn tevens aangesloten bij de NFPA. Van de vijf adviesbureaus die zijn aangesloten bij de IBPSA zijn twee adviesbureaus lid van totaal vier organisaties en één bij vijf organisaties.

Item: Netwerken inzake (internationale) praktijkrichtlijnen

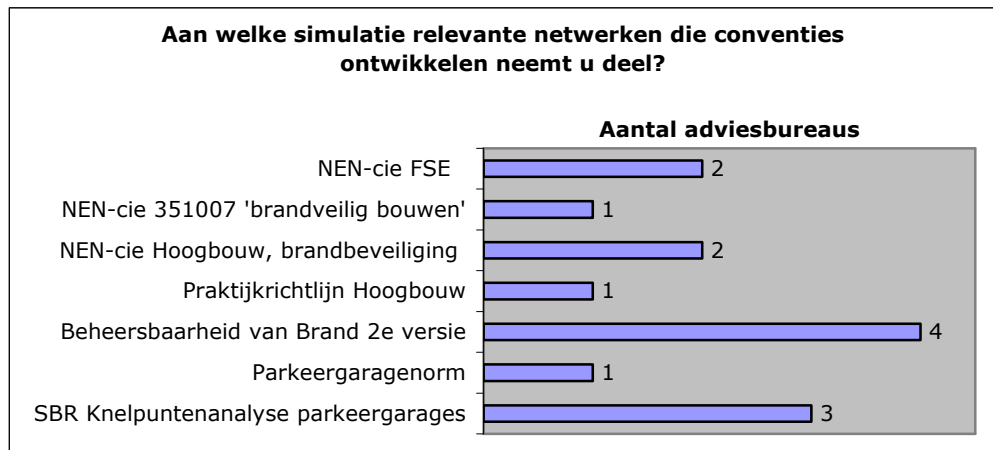
Door de adviesbureaus zijn meerdere netwerken die conventies ontwikkelen genoemd. Een aantal van de genoemde netwerken zijn relevant met betrekking tot simulaties. De netwerken die minder relevant zijn met betrekking tot simulaties zijn:

- Opdrachtgroep brandonderzoek TNO (2)
- NEN commissie 'Controle en beheer onderhoud' (1)
- VROM, Actualisatie Bouwverordening (1)
- Steunpunt tunnelveiligheid (1)
- Vexpan (1)
- LNB/NVBR (1).

De netwerken die relevant zijn met betrekking tot simulaties zijn hierna weergegeven.

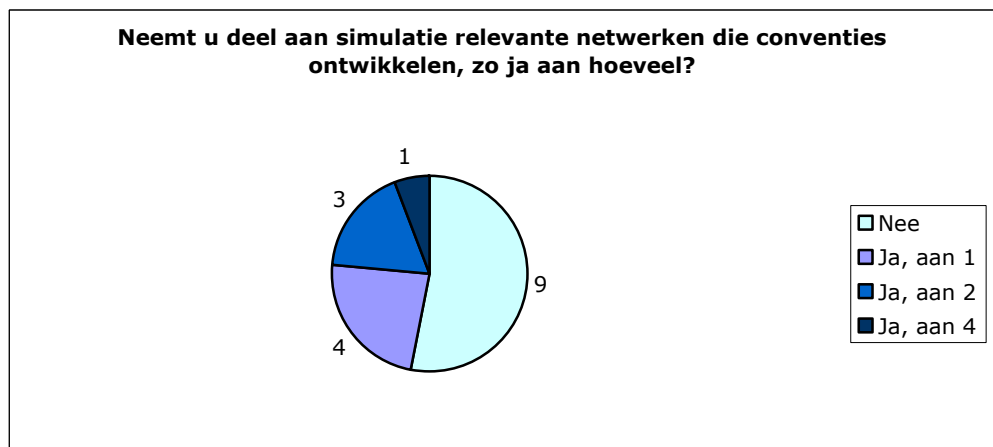
²⁰ International Building Performance Simulation Association.

²¹ National Fire Protection Association, USA.



Figuur 11 – Netwerken die conventies ontwikkelen

Door de adviesbureaus zijn zeven simulatie relevante netwerken genoemd. Twee adviesbureaus hebben zitting (gehad) in de NEN-commissie FSE, het netwerk dat het meeste raakt aan (de toepassing van) simulaties. In het netwerk dat zich richt op de aanpassing van het reken- en beslismodel 'Beheersbaarheid van Brand' hebben de meeste (4) van de 'conventieactieve' adviesbureaus zitting. Ook het onderwerp 'parkeergarages' scoort relatief hoog (totaal 4) wat betreft het aantal adviesbureaus dat zitting heeft in netwerken die conventies ontwikkelen.



Figuur 12 – Deelname aan netwerken die conventies ontwikkelen

De meerderheid (9) van de adviesbureaus neemt niet deel aan simulatie relevante netwerken die conventies ontwikkelen. Eén van de adviesbureaus neemt deel aan vier commissies met een aan FSE en/of simulatie gerelateerd werkterrein zoals 'hoogbouw' of 'parkeergarage'. De deelname aan de ontwikkeling van conventies blijkt erg afhankelijk te zijn van omvang van het adviesbureau en het traditionele werkterrein van het bureau. De commercieel gezien kleinere bureaus kunnen het zich niet permitteren om (bijvoorbeeld) in een NEN-commissie te gaan zitten.

Item: Situatie internationaal

De internationale netwerken gericht op de ontwikkeling van programma's en/of normen bestaan voornamelijk uit gebruikersgroepen van software (Ansys, EFD-lab, Fluent en Phoenix). Drie adviesbureaus zijn aangesloten bij één gebruikersgroep en één adviesbureau is aangesloten bij twee gebruikersgroepen. Verder zijn twee andere adviesbureaus aangesloten bij CEN, een Europese en mondiale normcommissie op het beperkte terrein van rook- en warmteafvoerproducten.

Item: Trends/ ontwikkelingen

Volgens tien van de 17 adviesbureaus is er sprake van een toename van het aantal simulatietoepassingen bij bouwplanbeoordelingen. Zeven van deze adviesbureaus hebben een relatie met (wetenschappelijke) afdelingen binnen de eigen (soms internationale) organisatie. Drie adviesbureaus hebben zich niet uitgelaten over het aantal toepassingen.

Acht van de 17 adviesbureaus vinden dat de expertise op gebied van simulatie gecentraliseerd moet worden. Al deze adviesbureaus hebben een relatie met (wetenschappelijke) afdelingen binnen de eigen organisatie. Acht adviesbureaus hebben zich uitgelaten over deregulering. Deze adviesbureaus vinden de kwaliteit van de deregulering onvoldoende.

4.1.2 Analyse

De meeste toepassers van brand- en/of evacuatiemodellering geven aan dat zij het internationale onderzoek ter zake volgen, voornamelijk via het lezen van vakliteratuur. Uit de gesprekken is echter niet duidelijk naar voren gekomen in welke mate de internationale ontwikkelingen worden gevolgd. Wel is naar voren gekomen dat weinig adviesbureaus lid zijn van een internationaal netwerk. Het is bijvoorbeeld opvallend dat de NFPA²² maar vier maal als kennispartner voorkomt, terwijl de NFPA standaarden en richtlijnen ontwikkelt voor de toepassing van simulatie (in de Verenigde Staten). Deze standaarden en richtlijnen zouden bij de adviesbureaus, en zeker bij de bureaus die simulatiesoftware toepassen bekend moeten zijn.

De internationale netwerken van de adviesbureaus bestaan voornamelijk uit in company netwerken en gebruikersgroepen van software (Ansys, EFD-lab, Fluent en Phoenix). De NIST²³, die bij de verkenning [Kobes et al, 2006] opviel als promotor voor internationale samenwerking betreffende de validatie van simulatiesoftware, is slechts drie maal genoemd. Opvallend is verder dat adviesbureaus nauwelijks op de hoogte waren van de activiteiten van het FORUM. Met name omdat validatie van groot belang is voor het juist toepassen van simulatie zou het vanzelfsprekender zijn dat alle adviesbureaus die gebruik maken van simulatiesoftware bekend zijn met de activiteiten van NIST en FORUM.

²² National Fire Protection Association, USA.

²³ National Institute of Standards and Technology, waar het Building and Fire Research Laboratory (BRFL) deel van uit maakt.

Het is opmerkelijk dat de deelname van adviesbureaus aan netwerken inzake praktijkrichtlijnen bepaald lijkt te worden door persoonlijke relaties. Tijdens de interviews is bijvoorbeeld het 'old boys netwerk' van ex TNO-onderzoekers enkele keren genoemd. Wat verder opvalt, is dat met name de adviesbureaus die zich (van oorsprong) focussen op bouwfysica zijn verenigd in de VVBA²⁴, en juist niet de adviesbureaus die zich (van oorsprong) richten op brandveiligheidsvraagstukken. De doelstelling van de VVBA is om de kwaliteit van advisering inzake brandveiligheid te borgen en vervolgens te verbeteren. In relatie tot de doelstelling van de VVBA is het echter opmerkelijk dat organisaties als de IFE²⁵ en de SFPE²⁶ niet door de adviesbureaus zijn genoemd. De IFE en SFPE zijn namelijk internationale organisaties die het (benodigde) competentieniveau en de beroepsethiek van Fire Engineers vaststellen, beoordelen en reguleren.

4.1.3 Conclusies omtrent kennisnetwerken

Er kan geconcludeerd worden dat de adviesbureaus van zichzelf vinden voldoende op de hoogte te zijn van de internationale ontwikkelingen. De antwoorden op de vragen omtrent de internationale netwerken geven echter een ander beeld.

Uit de antwoorden van de adviesbureaus op de vragen over de netwerken ten behoeve van belangenbehartiging en de ontwikkeling van conventies kan gesteld worden dat een beperkt aantal adviesbureaus betrokken is. Ook is in Nederland vooralsnog geen sprake van een geaccrediteerde vaststelling, beoordeling en regulering van het professionele competentieniveau en de beroepsethiek van Fire Engineers.

Van het ideale plaatje van een branchenetwerk volgens het Triple Helix model [Etzkowitz en Leydesdorff, 2000, in: Drejer en Jørgensen, 2005], en zoals gevisualiseerd in figuur 2 'Beoordelingssysteem voor de brandveiligheid van complexe gebouwen' is in Nederland vooralsnog geen sprake.

4.2 Soort simulaties/ berekeningen

Het doel van deze vragenrubriek is een beeld te krijgen van de in Nederland gangbare berekeningen en simulatiemodellen in het algemeen en de software in het bijzonder. De modellen zijn in oplopende complexiteit onderscheiden in stationaire, (semi) dynamisch en simulatiemodellen (CFD).

²⁴ Vereniging Van BrandveiligheidsAdviseurs

²⁵ The Institution of Fire Engineers, UK.

²⁶ Society of Fire Protection Engineers, USA.

COMPLEXITEIT VAN BEREKENING / SIMULATIE	ONDERWERP VAN BEREKENING / SIMULATIE			
	Brandenergie en verbrandings- modellen <i>Beheersbaarheid van brand</i>	Zonemodellen en stromings- modellen <i>Beheersbaarheid van rook</i>	Thermodynamische modellen <i>Brandwerendheid, constructiegedrag</i>	Doorstroom- en opvangmodellen <i>Veilig vluchten</i>
Rekenregels	A.1	A.2	A.3	A.4
Stationair model	B.1	B.2	B.3	B.4
(Semi) Dynamisch model	C.1	C.2	C.3	C.4
Simulatie- model	D.1	D.2	D.3	D.4

Figuur 13 – Classificering van reken- en simulatiemodellen in het kader van FSE [Van Herpen, 2007]

In figuur 13 zijn op de horizontale as vier onderwerpen van berekening / simulatie onderscheiden. Verder zijn op de verticale as vier niveaus van complexiteit van berekeningen / simulaties onderscheiden. De omschrijvingen van de niveaus zijn als volgt:

Rekenregels

Kenmerken: Eén grootte, gebaseerd op conventie (afpraak tussen markt en overheid).

Voorbeeld: (Toets) loopafstand.

Stationair model

Kenmerken: Meerdere grootheden, zoals omvang, openingen, vuurlast, die met elkaar verweven zijn, de tijd is constant, vaste randcondities, de basis heeft een fysieke achtergrond.

Voorbeeld: Brandoverslag.

(Semi) dynamisch model

Kenmerken: Houdt rekening met ontwikkeling in de tijd. 'Semi' is inherent aan het feit dat enkele dynamische processen zoals warmteabsorptie door materialen (wanden, rook, inventaris) als niet dynamisch wordt beschouwd (een instelbaar, vast percentage van de warmteontwikkeling).

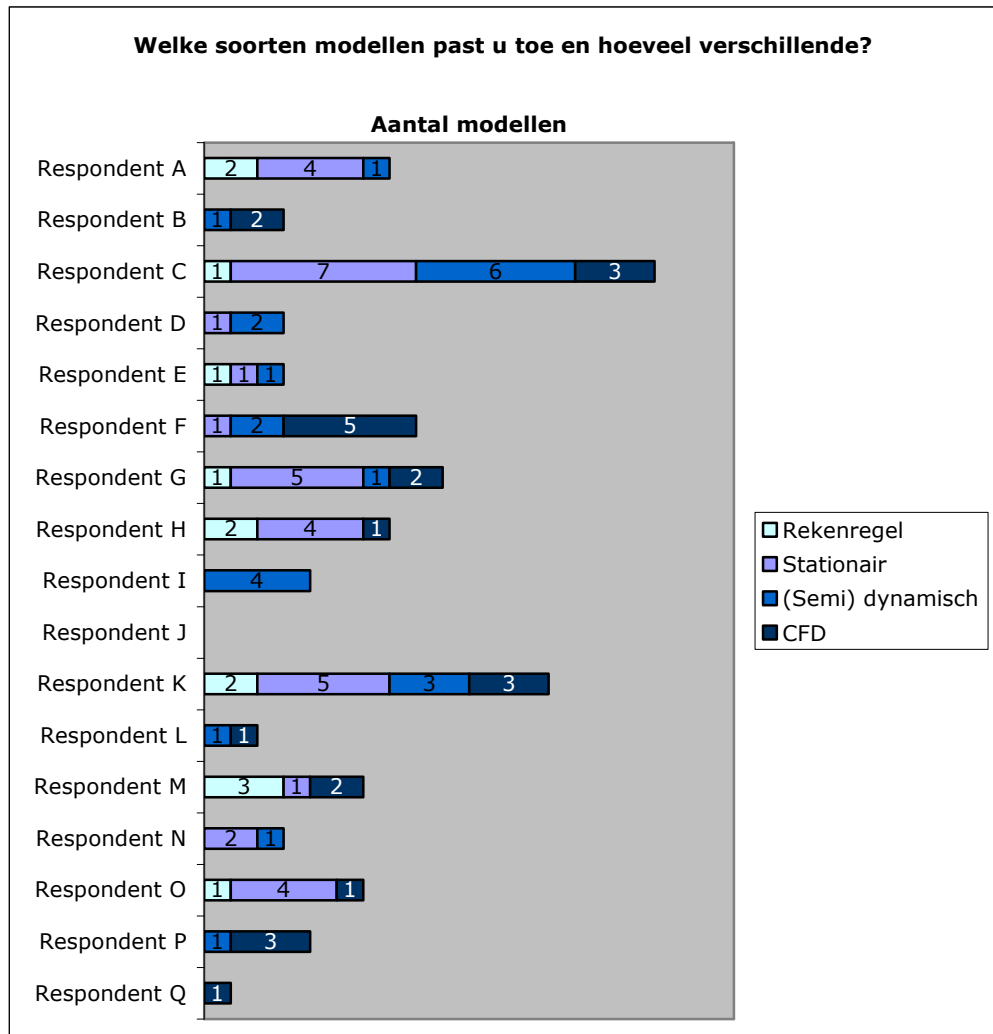
Voorbeeld: Vultijdenmodel.

Simulatiemodel

Kenmerken: Zeer gedetailleerde simulatie van dynamische processen voor elke plek in de ruimte, waaronder ook absorptie van warmte door wanden: veel balansvergelijkingen tussen kleine (reken)cellen.

Voorbeeld: CFD.

4.2.1 Gegevens uit de interviews



Figuur 14 – Type en aantal toepassingen per respondent

Respondent J wilde zich niet uitlaten over de soorten en het aantal modellen dat wordt toegepast. Respondent F heeft zich niet uitgelaten over de toepassing van rekenmodellen. Respondent O heeft geen uitspraak gedaan over de toepassing van (semi) dynamische modellen. Respondent P deed geen uitspraak over de toepassing van rekenregels en stationaire modellen en respondent Q heeft zich alleen uitgelaten over de toepassing van simulatiemodellen (CFD).

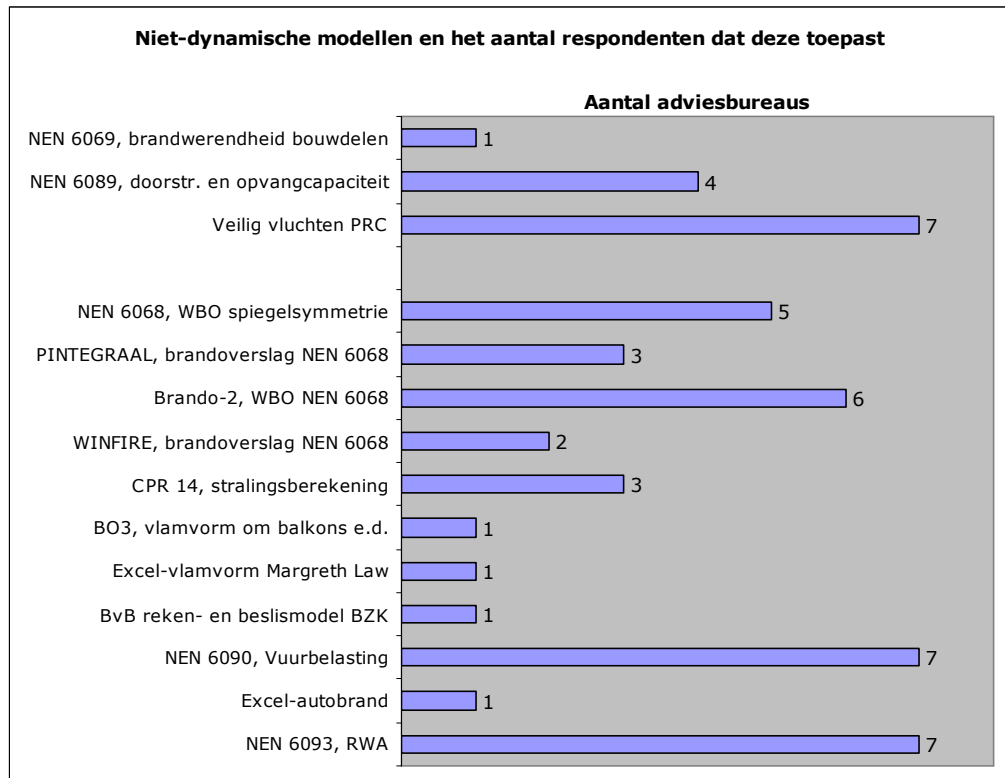
Negen van 17 adviesbureaus vallen op door het relatief groot totaal aantal modellen en/of door de toepassing van een relatief groot aantal (semi) dynamische modellen en simulatiemodellen. Respondenten A (7), C (17), F (8), G (9), H (7) en K (13) vallen op door het relatief groot aantal toepassingen. Met uitzondering van respondent A passen deze adviesbureaus onder andere simulatiemodellen toe. Respondenten B (3), C (9), F (7), G (3), I (4), K (6) en P (4) vallen op door de toepassing van een relatief groot aantal (semi)-dynamische modellen en simulatiemodellen. Dit zijn de voor de 'staalkaart van adviesbureaus' relevante modellen.

Vier van de negen adviesbureaus die opvallen (zie hiervoor) hebben relaties met wetenschappelijke kennispartners. Drie van deze adviesbureaus hebben een relatie met NIST, één met universiteit Lund, één met TU Delft en drie met TNO/Efectis (van wie één adviesbureau zelf het bureau Efectis is). Eén (B) van de negen adviesbureaus is aangesloten bij IBPSA en de respondenten C, G, H en K zijn verenigd in de VVBA.

Software applicaties

Er wordt éénmaal een software applicatie genoemd van het NPI (Australië) waarmee de sprinkleractiveringstijd gesimuleerd kan worden. Voor het testen van brandbeveiligingsinstallaties noemen vier adviesbureaus verschillende pragmatische methoden zoals de 'koude rookproef'. Er zijn geen modellen genoemd betreffende de (effecten van) interventie. Hierna wordt ingegaan op de toepassing van software applicaties en de verschillende soorten modellen voor brand- en evacuatiesimulatie. Allereerst worden de niet-dynamische modellen besproken, daarna de (semi) dynamische modellen en ten slotte de CFD simulatiemodellen.

Niet-dynamische modellen



Figuur 15 – Niet-dynamische modellen

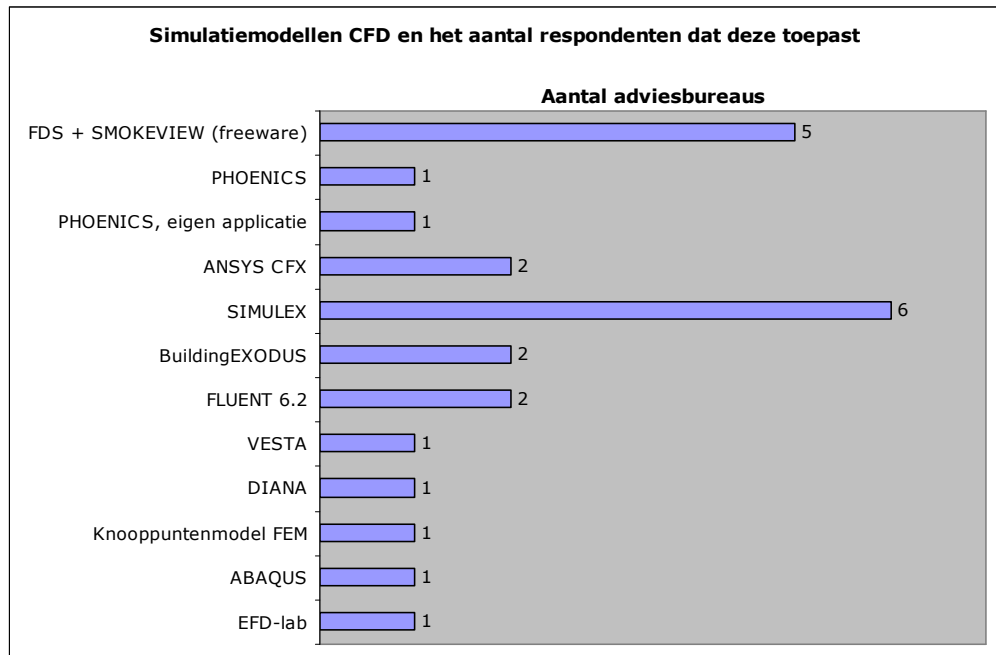
Stationaire modellen en rekenregels zijn niet-dynamische modellen. Acht adviesbureaus passen rekenregels toe bij de advisering over de brandveiligheid van een bouwwerk. Elf adviesbureaus maken gebruik van in totaal elf verschillende stationaire modellen. Zes van de adviesbureaus die stationaire modellen toepassen, maken gebruik van totaal vier tot zeven modellen. Drie bureaus maken geen gebruik van rekenregels of stationaire modellen en drie andere bureaus hebben zich hier niet over uitgesproken.

(Semi) dynamische modellen

Figuur 16 – (Semi) dynamische modellen

13 van de 17 adviesbureaus passen semi-dynamische modellen toe. In totaal worden 17 verschillende modellen toegepast. Zes adviesbureaus passen meerdere modellen toe, van wie één bureau zelfs gebruik maakt van zes verschillende (semi) dynamische modellen. De meeste modellen (13 van de 17 genoemde modellen) hebben betrekking op de brandontwikkeling in een gebouw en/of het brandgedrag van materialen. Een beperkt aantal (4) van de 17 genoemde modellen hebben betrekking op de evacuatie van mensen uit een gebouw.

Simulatiemodellen (CFD)



Figuur 17 – Simulatiemodellen CFD

Uit de interviews blijkt dat simulatiemodellen door elf van de 17 adviesbureaus worden toegepast. In totaal worden 12 verschillende simulatiemodellen toegepast. Zeven adviesbureaus passen meer dan één simulatiemodel toe, van wie één bureau zelfs vijf verschillende simulatiemodellen toepast. Twee van deze modellen zijn gericht op evacuatie, te weten SIMULEX (toegepast door zes adviesbureaus) en BuildingEXODUS (toegepast door twee adviesbureaus). Voor brandsimulatie worden meerdere modellen toegepast. De gratis software van NIST (FSD en Smokeview) wordt door het grootste aantal (5) adviesbureaus toegepast. Verder worden de modellen FLUENT 6.2 (2), ANSYS CFX (2) en PHOENICS (2) door meerdere adviesbureaus toegepast.

4.2.2 Analyse

Wat opvalt is dat een beperkt aantal adviesbureaus (11) simulatiemodellen toepast. Deze modellen zijn zodanig complex dat gebruik van computersoftware noodzakelijk is. De (semi) dynamische modellen zijn ook complex waardoor het gebruik van computersoftware wenselijk is. De (semi) dynamische modellen kunnen echter ook toegepast worden zonder gebruik te maken van computersoftware. De niet-dynamische modellen zijn relatief eenvoudig zodat het niet beslist noodzakelijk is om gebruik te maken van computersoftware.

Drie van de vier bureaus die verenigd zijn in de VVBA vallen in de categorie van bureaus die relatief veel (semi) dynamische modellen en simulatiemodellen toepassen. De acht andere adviesbureaus die veel

en/of veel relevante²⁷ modellen toepassen zijn echter niet bij de VVBA aangesloten en zijn ook geen aspirant-lid.

Negen adviesbureaus vallen op door het relatief groot totaal aantal modellen en/of door de toepassing van een relatief groot aantal (semi) dynamische modellen en simulatiemodellen. Voor de toepassing van dergelijke modellen is het noodzakelijk inzicht te hebben in de wetenschappelijke uitgangspunten en de ontwikkelingen op dat gebied. Een nauwe band met wetenschappelijke kennispartners ligt dan voor de hand. Het is echter opmerkelijk dat een beperkt aantal (4) van de negen adviesbureaus die opvallen banden hebben met wetenschappelijke kennispartners. Twee van deze vier adviesbureaus vielen al eerder op door het relatief groot aantal relaties met wetenschappelijke kennispartners (zie paragraaf 4.1.1). Overigens past het derde adviesbureau met relatief veel wetenschappelijke kennispartners, te weten respondent Q, één simulatiemodel toe. Het is bovendien opmerkelijk dat slechts één van de bureaus die veel relevante modellen toepassen aangesloten is bij IBPSA. Dat terwijl de IBPSA een forum biedt voor ontwikkelaars en gebruikers van simulatiesoftware net als voor onderzoekers op gebied van simulatie. Van de vier andere adviesbureaus die zijn aangesloten bij IBPSA heeft één adviesbureau zich niet uitgelaten over de toepassing van relevante modellen, één adviesbureau past één CFD simulatiemodel toe en de twee overige adviesbureaus passen geen CFD simulatiemodellen toe maar wel één respectievelijk twee (semi) dynamische modellen. Kortom, juist de bureaus die nauwelijks CFD simulatiemodellen toepassen zijn lid van de IBPSA. De bureaus die meer gebruik maken van CFD simulatiemodellen, en voor wie het vanzelfsprekender is om zich bij een forum over 'building performance simulation' aan te sluiten, zijn juist geen lid van de IBPSA.

Op gebied van brandmodellering worden voornamelijk de pakketten FDS/Smokeview, FLUENT 6.2, ANSYS CFX en PHOENICS toegepast. ANSYS CFX en FLUENT (ook van ANSYS) zijn van oorsprong modellen die toegepast worden voor de berekening van lucht- en warmtestroming, onder andere in gebouwen. Veelal worden de pakketten toegepast in de auto- en vliegtuigindustrie. Ook PHOENICS is een model voor lucht- en warmtestroming. PHOENICS wordt onder andere toegepast voor ventilatietechniek in gebouwen en tunnels. De oorsprong ligt daarmee in de algemene aërodynamica en niet in het bijzonder op brandontwikkeling. FDS/Smokeview is freesoftware van NIST. Iedere burger heeft gratis toegang tot het pakket, en daarmee ook de vergunningverleners. Dit betekent overigens niet dat de toepassing van FDS/Smokeview door iedere willekeurige persoon acceptabel is. De mogelijkheden wat betreft de omvang van het gebouwontwerp zijn namelijk beperkt. Verder zijn vele parameters in te voeren, waarmee de toepassing van de software alleen geschikt is voor deskundigen²⁸. De kwaliteit van een simulatie wordt immers grotendeels door de deskundigheid van de gebruiker bepaald.

²⁷ Simulatiemodellen en (semi) dynamische modellen.

²⁸ Zie rapport 'Verkenning van simulatiemodellen' door Kobes et al., NIFV, 2006.

Op gebied van evacuatiemodellering worden twee simulatiemodellen toegepast, te weten SIMULEX en BuildingEXODUS. Santos en Aguirre (2004) beschouwen BuildingEXODUS als één van de meest uitgebreide evacuatiemodellen omdat het op onderdelen rekening houdt met het 'werkelijke' evacuatiegedrag en omdat de impact van rook(gassen) op mensen wordt berekend. Pires (2005) stelt dat SIMULEX minder nauwkeurige uitkomsten geeft omdat het 'werkelijke' gedrag van mensen niet in het model is meegenomen. Dat in SIMULEX geen rekening wordt gehouden met het individuele besluitvormingsproces betekent nog niet dat het model niet toepasbaar is voor de beoordeling van gelijkwaardigheid op gebied van brandveiligheid. In het Bouwbesluit wordt (vooralsnog) namelijk ook geen rekening gehouden met het individuele besluitvormingsproces, maar ook niet of nauwelijks met andere aspecten van het werkelijke menselijke gedrag bij brand.

Het perspectief van probleembenadering, te weten de benadering vanuit optimalisering, simulatie of risicobeoordeling, is bepalend voor de toepasbaarheid van een simulatiepakket. Modellen vanuit het perspectief van optimalisering benaderen de werkelijkheid het minste, maar lijken daarentegen het geschiktst te zijn voor de beoordeling van gelijkwaardigheid op gebied van brandveiligheid. Wanneer men het werkelijke gedrag bij brand wil benaderen dan kunnen modellen die uitgaan van het perspectief van simulatie toegepast worden. En wanneer men uitgaat van 'conceptueel denken' en van het werkelijke Fire Safety Engineering dan is sprake van de benadering vanuit risicobeoordeling. Het bepalende aspect van het perspectief van probleembenadering is echter niet door de adviesbureaus benoemd en lijkt daarmee vooralsnog niet te zijn onderkend.

4.2.3 Conclusies omtrent soort simulaties / berekeningen

De brandsimulatiemodellen die toegepast worden zijn een aantal van de modellen die ook in de verkenning [Kobes et al., 2006] als 'state-of-the-art' modellen naar voren zijn gekomen (zie figuur 3).

Eén van de twee evacuatiesimulatiemodellen die toegepast worden wordt vanuit de literatuur als 'state-of-the-art' beschouwd (zie figuur 4). Echter, gezien vanuit het perspectief van probleembenadering zou het tweede genoemde model, afhankelijk van de toepassing (gelijkwaardigheid Bouwbesluit of FSE), ook toereikend kunnen zijn.

Er zijn geen modellen aangetroffen voor de simulatie van interventie door hulpdiensten, wel van de 'interventie' door (automatische) installaties waaronder die van rook- en warmteafvoervoorzieningen.

Een beperkt aantal adviesbureaus vallen op door een relatief groot totaal aantal modellen en/of door de toepassing van een relatief groot aantal relevante²⁹ modellen. En weinig van de adviesbureaus die opvallen hebben banden met wetenschappelijke kennispartners. Dit impliceert dat

²⁹ Simulatiemodellen en (semi) dynamische modellen.

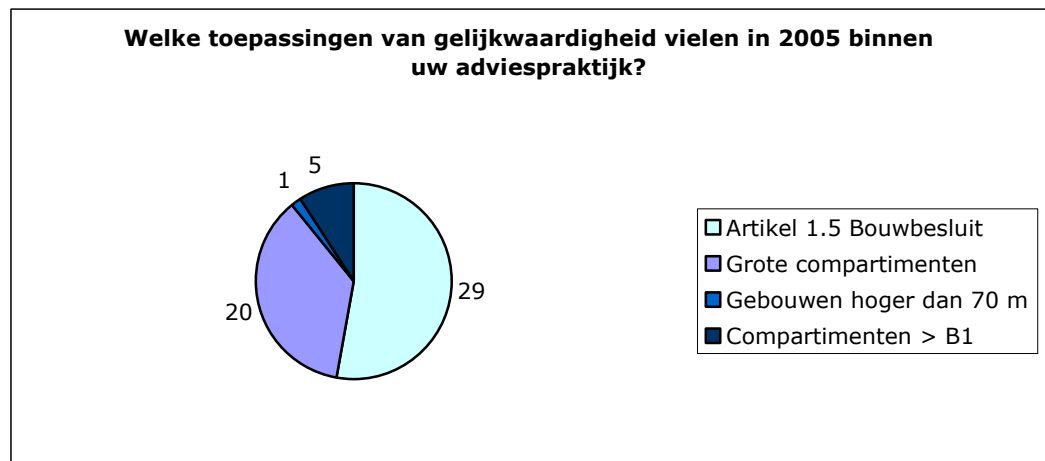
maar weinig bureaus op de beoogde integrale wijze actief zijn in het vakgebied van brandveiligheid en dat deze weinige bureaus bovendien opereren met zeer beperkte - maar wel noodzakelijke - ondersteuning van wetenschappelijke kennispartners.

4.3 Toepassingen

De antwoorden op de vragen in de rubriek 'toepassingen' geven inzicht in het karakter van de gelijkwaardigheidbeoordelingen waarvoor berekeningen en simulatiemodellen worden toegepast. Tevens is gevraagd hoe vaak de adviesbureaus in 2005 berekeningen en/of simulatiemodellen hebben toegepast.

4.3.1 Gegevens uit de interviews

Type toepassingen



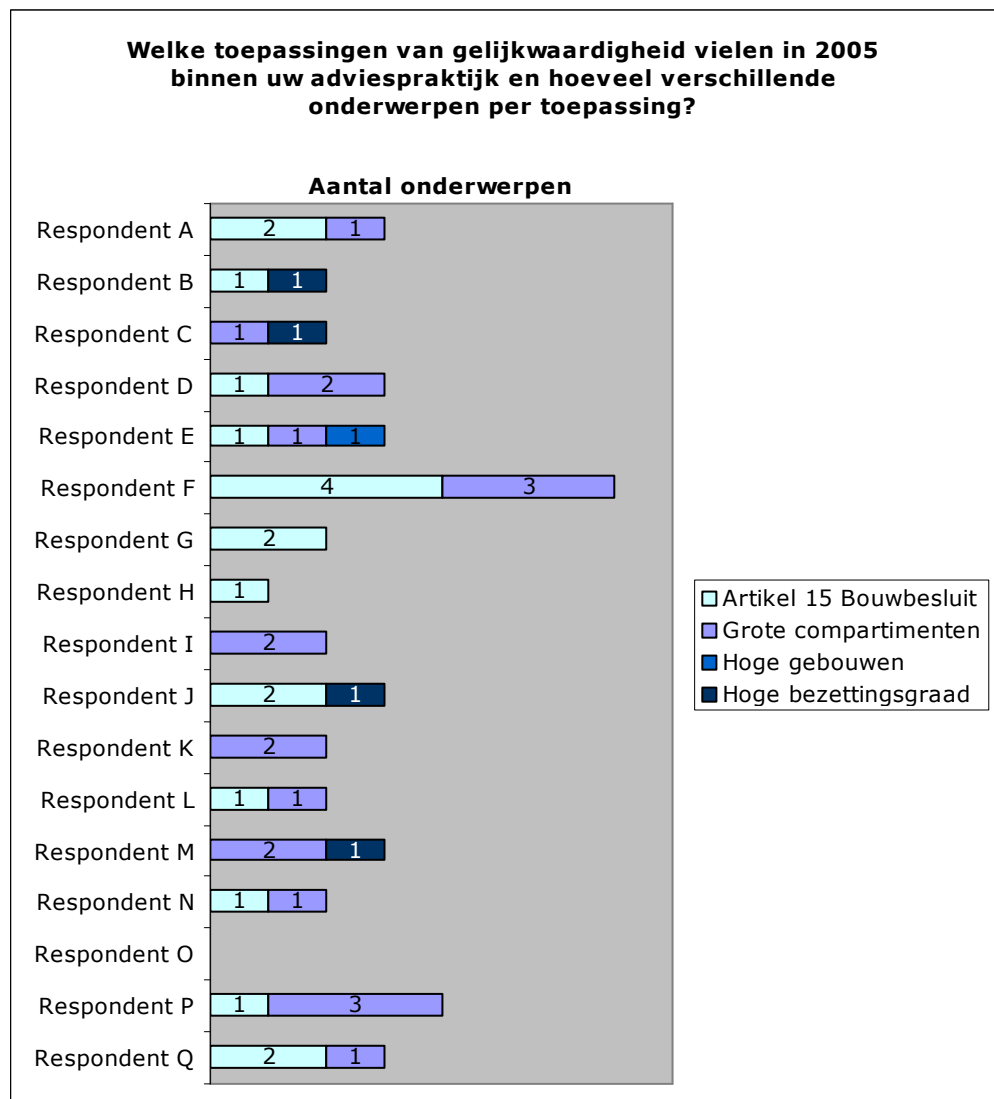
Figuur 18 – Toepassingen van gelijkwaardigheid

De meeste (29) toepassingen van gelijkwaardigheid in 2005 betroffen adviezen op basis van artikel 1.5 van het Bouwbesluit 2003. 12 van de 17 adviesbureaus geven aan dergelijke gelijkwaardigheidadviezen te geven. Door deze adviesbureaus zijn zes verschillende onderwerpen genoemd, waarvan drie betrekking hebben op de bepaling van (niet-)besloten ruimten, te weten de bepaling van de brandveiligheid van een atrium (5 adviesbureaus), een tweede huidgevel (2) en een overdekte straat (1). De overige genoemde onderwerpen zijn de bepaling van de benodigde evacuatietijd (5), de bepaling van de WBDBO (5) en de bepaling van de constructieve brandveiligheid (1).

Verder zijn relatief veel (20) toepassingen van gelijkwaardigheid met betrekking tot beheersbaarheid van brand genoemd. 12 van de 17 adviesbureaus geven aan dergelijke gelijkwaardigheidadviezen te geven. Door deze adviesbureaus zijn vier verschillende type toepassingen genoemd, te weten de bepaling van de brandveiligheid van een

bovengronds opslaggebouw (3 adviesbureaus), een ondergrondse parkeergarage (8) een tunnel (5) en overige toepassingen (4).

Eén adviesbureau heeft een advies over de ontvluchting vanuit een hoog gebouw gegeven. Vijf adviesbureaus geven aan gelijkwaardigheidadviezen te geven over de ontvluchting vanuit compartimenten met een hoge bezettingsgraad. Drie van deze adviezen betroffen de ontvluchting uit een winkelcentrum en twee uit een stadion. Eén adviesbureau heeft zich niet uitgelaten over het type toepassingen van gelijkwaardigheid.



Figuur 19 – Toepassingen van gelijkwaardigheid per respondent

Aantal toepassingen

Acht van de 17 adviesbureaus hebben zich uitgelaten over het aantal dossiers per jaar betreffende de toepassing van simulatiemodellen en berekeningen. Respondent I geeft aan geen (0) simulatiemodellen of berekeningen toe te passen. Respondent A en N geven aan geen (0) simulatiemodellen toe te passen en bij 25, respectievelijk 50 dossiers per

jaar gebruik te maken van berekeningen. Respondenten P (10), H (25), Q (60), F (150) en M (200) geven aan in totaal bij 445 dossiers per jaar gebruik te maken van simulatiemodellen. Van de overige zes adviesbureaus die simulatiemodellen toepassen is het aantal toepassingen per jaar niet bekend.

4.3.2 Analyse

Uit voorlopige gegevens uit een nog lopend onderzoek door het NIFV bij gemeenten naar het aantal beoordelingen van simulatieresultaten per jaar (Dossierstudie) kan gesteld worden dat het aantal toepassingen per jaar zeer beperkt is. En hoewel een beperkt aantal adviesbureaus een uitspraak hebben gedaan over het aantal toepassingen van simulatiemodellen per jaar, kan gesteld worden dat de aantallen per bureau zoals genoemd door respondent F (150) en M (200) erg aan de hoge kant is. De aantallen per bureau zoals genoemd door respondent P (10) en H (25) zijn aannemelijker als schatting van het aantal toepassingen per bureau voor de zes adviesbureaus die simulatiemodellen toepassen maar geen aantallen hebben genoemd.

Simulatie lijkt op basis van de interviewgegevens met name toegepast te worden bij de beoordeling van de brandveiligheid van (niet-)besloten ruimten, zoals atria, tweede-huidgevels en overdekte straten (veelal in bijeenkomstgebouwen, kantoren en soms in 'slaapgebouwen') en bij de beoordeling van de brandveiligheid van grote (ondergrondse) compartimenten, zoals opslaggebouwen, parkeergarages en tunnels.

In Nederland, maar ook wereldwijd, vallen de meeste slachtoffers niet in de bovengenoemde bouwwerken maar bij woningbranden. Verder hebben in Nederland sinds 1970 fatale branden met een slachtofferaantal van meer dan vijf personen per brand met name plaatsgevonden in woningen en andere type 'slaapgebouwen'. De andere type 'slaapgebouwen' waarin de afgelopen decennia veel slachtoffers zijn gevallen zijn onder andere verzorgingsgebouwen voor ouderen en psychiatrische patiënten, hotels en pensions en een cellengebouw. Verder heeft een brand met veel slachtoffers plaatsgevonden in een horecagelegenheid met een hoge bezettingsgraad in de ruimte waar de brand is ontstaan. Vijf toepassingen die door de adviesbureaus zijn genoemd hadden betrekking op de ontvluchting uit ruimten met een hoge bezettingsgraad.

Simulatiemodellen lijken daarmee vooral toegepast te worden bij de beoordeling van relatief weinig risicovolle gebouwen wat betreft het aantal slachtoffers bij brand en nauwelijks bij de beoordeling van gebouwen met een potentieel hoog risico op slachtoffers bij brand. Overigens betekent het niet dat de aandacht voor een juiste toepassing van simulatie onterecht is. Daar waar simulatie wordt toegepast, moet deze correct zijn uitgevoerd.

4.3.3 Conclusies omtrent toepassingen

Het aantal toepassingen van simulatiemodellen blijkt beperkt te zijn.

De nadruk ligt op brandsimulatie. Evacuatiesimulaties worden nauwelijks uitgevoerd.

De toepassing van simulatiemodellen blijkt bovendien vooral gericht te zijn op afwijkingen op de prestatie-eisen in het Bouwbesluit en op de bepaling van de beheersbaarheid van brand en nauwelijks op de bepaling van de brandveiligheid van gebouwen met een hoog risico op fataliteit bij brand.

Gezien de doelstelling van brandveiligheidsbeleid (beperken van slachtoffers) en de beperkte omvang van FSE en simulatietoepassingen is wellicht meer aandacht nodig voor een juiste toepassing van beleid bij andere onderwerpen van brandveiligheid dan nu het geval is.

4.4 Resultaat / Proces

Met deze vragenrubriek wordt beoogd een beeld te krijgen van het verloop van de vergunningverlening in het geval dat gelijkwaardig veiligheid in het algemeen en het gebruik van de berekeningen en simulatieprogramma's daarbij in het bijzonder. Er is gevraagd naar de ervaring van adviseurs met toetsers, met name betreffende het voor het toepassen van berekeningen en simulatieprogramma's noodzakelijke vooroverleg. Er is gevraagd of een verschil in benadering bestaat tussen grote en kleine gemeenten³⁰. Ook is gevraagd hoe gecontroleerd wordt of een toegepaste rekenregel of simulatie realistisch (valide) is, hoe de uitkomst gecontroleerd (geverifieerd) wordt en tenslotte of de theoretische uitkomst getoetst wordt aan een één op één praktijktest.

4.4.1 Gegevens uit de interviews

Vooroverleg

Bijna alle (16 van de 17) adviesbureaus vinden vooroverleg noodzakelijk wanneer het middel van simulatie wordt ingezet. Door de spreiding van de uitkomsten, waarmee simulatietoepassingen gepaard gaan, is het bijvoorbeeld noodzakelijk om vooraf overeenstemming te hebben over de uitgangspunten en de interpretatie van de simulatie. Enkele adviesbureaus demonstreerden na afloop van het interview hoe de uitkomst van de simulatie varieert met de keus van de uitgangspunten, bijvoorbeeld de plaats van het brandend object en de windrichting. Twee adviesbureaus geven aan dat het bevoegd gezag slechts wenst te toetsen en niet bereid is om vooroverleg te voeren. Elf adviesbureaus hebben zich hierover niet uitgelaten.

³⁰ Hierbij is op grond van o.a. de resultaten van het Project versterking pro-actie en preventie (september 2001), impliciet verondersteld dat grote gemeente de voor berekeningen en simulatiemodellen benodigde, bijzondere expertise in huis hebben.

Relatie vergunningverlening en omvang van de gemeente

Volgens tien adviesbureaus die rechtstreekse contacten met gemeenten hebben is de grootte van de gemeente niet van invloed op de kwaliteit van het vergunningverleningsproces (waarbij simulatie een rol heeft gespeeld). Bouwvergunningen worden in grote gemeenten behandeld door de deelgemeenten, al dan niet geadviseerd door een decentrale of centrale brandpreventieafdeling. Relevanter voor een (volgens adviesbureaus) behoorlijk proces van vergunningverlening blijkt het aantal keren dat een (deel)gemeente te maken heeft gehad met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen omdat er kennelijk 'van de praktijk geleerd wordt'.

12 adviesbureaus zijn van mening dat toetsers van Bouw- en Woningtoezicht en preventieadviseurs van de brandweer weinig inzicht en kennis hebben van de berekeningen en simulatiemodellen. Twee adviesbureaus geven aan dat de competentie van de (gemeentelijke) toetsers voldoende is. Volgens de adviesbureaus laten de toetsers zich tijdens het vooroverleg graag onderrichten en lijkt er bij gemeenten sprake te zijn van 'learning on the job'.

Ongevraagd stelden enkele adviesbureaus dat zij veel gemeentelijke willekeur ervaren. Een sprekend voorbeeld hiervan is de conceptrichtlijn voor mechanisch geventileerde parkeergarages van het LNB, waarvan inmiddels een Rotterdamse en Haagse variant bestaat. De invloed van de brandweerregio op het gemeentelijke vergunningverleningsproces is bij de adviesbureaus onbekend.

Validatie

Negen van de 17 adviesbureaus geven aan simulatieresultaten te valideren. Eén adviesbureau geeft aan gebruik te maken van de 'round robin test'. Een round robin test is een test waarbij door verschillende deelnemers, in dit geval adviesbureaus, exact dezelfde opgave of probleemstelling berekend of getoetst wordt.

Validatie is naar de overtuiging van één van de bureaus niet noodzakelijk bij de toepassing van berekeningen omdat die zijn gebaseerd op aannames (ervaringscijfers of -regels) in plaats van op modellering. De in Nederland toegepaste evacuatiesimulatieprogramma's (SIMULEX en Building EXODUS) zijn volgens de betreffende adviesbureaus wereldwijd inmiddels zo vaak toegepast dat ze als valide worden beschouwd. Eén adviesbureau stelt dat haar ISO-certificering garant staat voor de validatie van de gebruikte programma's.

Verificatie

Computerberekeningen worden op verschillende wijzen gecontroleerd. De meeste (10) adviesbureaus voeren een 'handmatige berekening' uit om de waarschijnlijkheid van de simulatie te controleren³¹. Zes adviesbureaus

³¹ Volgens leerboeken op het gebied van de numerieke stromingsleer (CFD) is dit een onvermijdelijke processtap bij het oplossen van niet-lineaire vergelijkingen in CFD-modellen.

voeren een (koude) rooktest of een echte brandproef uit om de resultaten te verifiëren. Vijf adviesbureaus geven aan dat verificatie wel eens wordt uitgevoerd door middel van een second opinion door een kennisinstituut en vier adviesbureaus geven aan dat verificatie soms wordt uitgevoerd door een second opinion door een ander adviesbureau. Vier adviesbureaus geven aan dat gemeentelijke toetsers verifiëren en twee adviesbureaus stelden daarentegen dat de gemeenten relatief weinig verifiëren.

Eén adviesbureau vindt dat er soms onnodig gesimuleerd wordt omdat de rekenregels, toepast binnen hun bereik, volgens de regelgeving volstaat. Twee adviesbureaus hebben aangegeven dat de prestatie-eis die uit een simulatie rolt vaak hoger uitpakt dan die uit een rekenregel. Door het ondoordacht eisen van een simulatie worden de bouwkosten volgens de adviesbureaus tweemaal opgeschroefd. Verder stellen deze adviesbureaus dat wanneer de gemeente meer inzicht in de achtergrond van de regelgeving en normstelling zou hebben, zij bovendien zelf ook vaker zouden verifiëren en minder snel zouden staan op een second opinion advies.

Het 'werkelijk' beproeven (bijvoorbeeld door een koude of warme rookproef) wordt, naar het oordeel van enkele adviesbureaus door gemeenten naar willekeur geëist. Uit de interviews is overigens naar voren gekomen dat adviesbureaus in situaties die ook voor hen nieuw zijn, vaak het initiatief nemen voor een werkelijke proef of een second opinion van een ander bureau of TNO.

Informatiebehoefte validatie en verificatie

Drie adviesbureaus geven aan ontevreden te zijn met de best practices van de door VROM ingestelde Werkgroep Gelijkwaardigheid en met de helpdesk van VROM. Tien adviesbureaus hebben zich hierover niet uitgelaten. Negen adviesbureaus geven aan het toe te juichen wanneer door middel van structureel brandonderzoek een bijdrage geleverd werd aan het valideren van de nog in de kinderschoenen staande simulatiemodellen. Drie adviesbureaus hebben zich hierover niet uitgelaten.

4.4.2 Analyse

De adviesbureaus zijn nagenoeg unaniem over de noodzaak van vooroverleg wanneer het middel van simulatie wordt ingezet. Deze mening wordt door de onderzoekers gedeeld. Met name over de toetscriteria, het toe te passen toetsinstrument (rekenregel, simulatiemodel en dergelijke) en over de uitgangspunten en toegepaste waarden is vooraf overeenstemming nodig.

De onderzoekers delen de bezorgdheid omtrent gemeentelijke willekeur, zie ook de analyse bij de rubriek 'Kennis'. Met betrekking tot de beoordeling van gelijkwaardigheid, en dan in het bijzonder waarbij sprake is van simulatie, zou de beoordeling beter vanuit de regionale of zelfs nationale overheid uitgevoerd kunnen worden. Door de beoordeling van gelijkwaardigheid te centraliseren is het mogelijk de beoordelingen op

uniforme wijze en door brandpreventiespecialisten met een hoog niveau van deskundigheid en opgebouwde routine op gebied van gelijkwaardigheid uit te voeren. De centralisatie van gelijkwaardigheidbeoordeling (op nationaal niveau) is één van de aanbevelingen uit een onderzoek door Lundin (2005) naar het effect van de gewijzigde regelgeving in Zweden (van prescriptief naar performance-based), zie het proefschrift 'Safety in case of fire - The effect of changing regulations'. Een dergelijk systeem wordt in België reeds toegepast. In België is het bij wet geregeld dat bouwvergunningaanvragen van complexe bouwwerken door de 'Commissie voor Gelijkwaardigheid en Afwijking' van het Belgische ministerie van Binnenlandse Zaken beoordeeld moeten worden.

De mening van enkele adviesbureaus is dat de evacuatiesimulatie-programma's SIMULEX en Building EXODUS wereldwijd al zo vaak zijn toegepast dat ze als valide worden beschouwd is niet steekhoudend. Dit is omdat bij validatie aan de hand van specifieke praktijkgevallen, waarbij de gegevens en de uitkomsten bekend zijn, wordt gecontroleerd of de voorspellingen van het vereenvoudigde model overeenkomen met de werkelijkheid. Dit betekent dat het model alleen voor de gecontroleerde incidentscenario's bewezen toepasbaar is. Voor de niet-gecontroleerde scenario's is de juistheid van de voorspelling onzeker. Lundin (2005) en Jenkins (2005) constateren dat in Zweden, respectievelijk Groot-Brittannië, vaak niet-valide software en modellen worden gebruikt.

Verder is de aanname van een adviesbureau dat haar ISO-certificering garant staat voor de validatie van de gebruikte programma's ook niet juist. De overtuiging van een ander bureau dat het validatieprobleem niet speelt bij rekenregels omdat die zijn gebaseerd zouden zijn op aannames (ervaringscijfers of -regels) in plaats van op modellering is ook onjuist. Ook een rekenregel moet gevalideerd zijn voor de situatie die berekend wordt.

Over de mening dat (in Nederland) soms onnodig gesimuleerd wordt kunnen de onderzoekers geen definitieve uitspraak doen, omdat dit in Nederland nog niet is onderzocht. Afgaande op de conclusies van Lundin en Jenkins over de situatie in Zweden en Groot-Brittannië bestaat de kans dat ook in Nederland inderdaad soms onnodig gesimuleerd wordt. Daarentegen valt de uitspraak dat soms sprake zou zijn van 'zwaardere eisen' te betwijfelen. Een argument van voorstanders voor de toepassing van simulatie is dat de bouwkundig georiënteerde prestatie-eisen in het Bouwbesluit leiden tot overgedimensioneerde maatregelen, terwijl met simulatie 'maatwerk' geleverd zou worden. Bij de beoordeling van gelijkwaardigheid op basis van het Bouwbesluit is dit argument echter niet steekhoudend. Immers, als sprake moet zijn van een gelijkwaardige oplossing, zouden de maatregelen die voortkomen uit simulatie in dezelfde mate overgedimensioneerd moeten zijn.

Verder stellen sommige adviesbureaus dat wanneer de gemeente meer inzicht in de achtergrond van de regelgeving en normstelling zou hebben,

zij zelf vaker zouden verifiëren en minder snel zouden staan op een second opinion advies. Op zich delen de onderzoekers de mening dat verificatie gebaseerd moet zijn op inzicht in de achtergrond van regelgeving en normstelling. Echter, los van het feit of de toetsers al of niet voldoende competent is om een simulatie te beoordelen, kan een second opinion advies nodig blijken, bijvoorbeeld wanneer twijfels bestaan over de juistheid van de uitgevoerde simulatie.

4.4.3 Conclusies omtrent resultaat / proces

De adviesbureaus zijn nagenoeg unaniem over de noodzaak van vooroverleg wanneer het middel van simulatie wordt ingezet. Met name over de toetscriteria, het toe te passen toetsinstrument (rekenregel, simulatiemodel en dergelijke) en over de uitgangspunten en toegepaste waarden is vooraf overeenstemming nodig.

De grootte van de gemeente is niet van invloed op de kwaliteit van het vergunningverleningsproces (waarbij simulatie een rol heeft gespeeld). Relevanter blijkt het aantal keren dat een (deel)gemeente te maken heeft gehad met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen omdat er kennelijk 'van de praktijk geleerd wordt'.

De algemene mening van de adviesbureaus is dat toetsers van Bouw- en Woningtoezicht en preventieadviseurs van de brandweer weinig inzicht en kennis hebben in de berekeningen en simulatiemodellen.

Enkele adviesbureaus ervaren veel gemeentelijke willekeur. Met betrekking tot de beoordeling van gelijkwaardigheid, en dan in het bijzonder waarbij sprake is van simulatie, zou de beoordeling naar mening van zowel de adviesbureaus als het NIFV, beter vanuit de nationale overheid uitgevoerd kunnen worden.

De uitspraken van de adviesbureaus over validatie en verificatie impliceren dat de adviesbureaus beperkt inzicht hebben in de noodzaak net als in de juiste wijze van validatie en verificatie. Dit is een risico aangezien de kwaliteit van een simulatie (en daarmee de adviezen omtrent brandveiligheidsmaatregelen) valt en staat bij een juiste wijze van validatie en verificatie.

4.5 Kennis

De vragen van de laatste rubriek zijn gesteld om een indruk te krijgen van het kennisniveau bij de adviesbureaus en om de mening van de adviseurs over het huidige en gewenste kennisniveau van de (gemeentelijke) toetsers en handhavers te inventariseren.

De geïnterviewden is gevraagd hun eigen competentie te benoemen, hoe men de competentie onderhoudt of wenst te onderhouden (netwerken, bezoeken van themadagen, symposia en dergelijke) en hoe men denkt

over de competenties van (gemeentelijke) toetsers en handhavers, collega-adviseurs en architecten.

4.5.1 Gegevens uit de interviews

Eigen competenties (gewenst niveau)

Bijna alle (15) adviesbureaus vinden een minimaal MBO werk- en denkniveau noodzakelijk voor het verantwoord kunnen toepassen van berekeningen en simulatiemodellen. Dit houdt direct verband met het eveneens algemeen noodzakelijk geachte inzicht in de fysica van brand- en rookontwikkeling. Dit inzicht kan volgens de adviesbureaus (15) alleen verworven worden door een zeker minimum aan praktijkervaring met brand(proeven).

Beoordeling competentie 'andere partij'

14 adviesbureaus stellen dat toetsers van Bouw-en Woningtoezicht en/of preventieadviseurs van de brandweer ten aanzien van berekeningen en simulatiemodellen onvoldoende competent zijn. Onder de rubriek 'Resultaat/ proces' is al vastgesteld dat competentieverschillen niet met de grootte van de gemeente samenhangt maar met de ervaring die de betreffende ambtenaar heeft met het toetsen van simulaties.

Minder openhartig maar veelbetekenend is het antwoord op de vraag hoe het met de competentie bij de adviesbureaus staat. Een tijdens de interviews veel gehoorde stelling citerend: "... er zijn in Nederland, op het gebied van CFD, maar een handvol echte deskundigen". Eén van de zeven adviesbureaus die zich hebben uitgelaten over de competenties van (collega)-adviseurs is positief gestemd. Dit adviesbureau beschikt zelf over een fysicus binnen het bureau.

Vijf adviesbureaus hebben gereageerd op de vraag of de architect/ontwerper meer inzicht in brandveiligheid zou moeten hebben. Deze adviesbureaus vinden het competentieniveau van de architecten wat betreft de beoordeling van de resultaten van simulaties onvoldoende.

Opleidingsniveau (kwaliteitsoordeel)

Een aantal adviesbureaus stelt dat het opleidingsaanbod (en de competentieprofielen van te onderscheiden deskundigenniveaus) onderscheiden zou moeten worden naar opleidingen die ingaan op:

- gebouwontwerpen die met de toetstabellen van het Bouwbesluit beoordeeld kunnen worden, dit zijn de 'standaard situaties' (competentieniveau 1)
- gebouwontwerpen waarin veel voorkomende gelijkwaardige oplossingen beoordeeld moeten worden, dit zijn de 'gelijkwaardigheidsituaties' (competentieniveau 2)
- gebouwontwerpen die op basis van Fire Safety Engineering (FSE) zijn ontworpen, dit zijn beoordelingen waarin aanspraak wordt gedaan op de competentie van conceptueel denken, dit zijn de 'FSE situaties' (competentieniveau 3).

Tien adviesbureaus hebben zich uitgelaten over de (voormalige) opleiding AHBM³²-preventie van het NIFV. Negen van deze adviesbureaus stellen dat deze opleiding onvoldoende is voor het beoordelen van gelijkwaardigheid waarbij gebruik is gemaakt van simulatiemodellen (competentieniveaus 2 en 3). Eén adviesbureau vindt dat deze opleiding wel voldoende basis geeft voor de beoordeling van de resultaten uit simulaties.

Eén adviesbureau heeft zich negatief uitgelaten over de (huidige) leergang Specialist Brandpreventie van het NIFV als voldoende basis voor de beoordeling van de resultaten van simulaties. De overige adviesbureaus hebben zich hierover niet uitgelaten.

Vier adviesbureaus hebben een kwaliteitsoordeel gegeven over de cursus FSE van Windesheim/Nieman. Drie van deze adviesbureaus vinden dat de cursus een onvoldoende basis biedt voor de beoordeling van resultaten van simulaties. Eén adviesbureau vindt dat de cursus wel voldoende basis biedt.

Eén adviesbureau heeft zich uitgelaten over de cursussen FSE van TNO/Brakel Atmos en de cursus FE van het Amerikaanse NFPA. Dit adviesbureau is positief over beide cursussen.

Behoeftte aan netwerken, themadagen, symposia

12 van de 17 adviesbureaus geven aan behoefte te hebben aan een netwerk ten behoeve van de ontwikkeling van competenties op gebied van simulaties. Er is verder behoefte aan een actief proces van uniformering van gelijkwaardige oplossingen, bijvoorbeeld door het ontwikkelen en vaststellen van praktijkrichtlijnen met ontwerpvoorbeelden die als gelijkwaardig beschouwd kunnen worden. Volgens de adviesbureaus moet de instantie die de gelijkwaardigheid van oplossingen vaststelt een instantie zijn van wie de uitspraken geaccepteerd worden door de gemeenten.

Een aantal adviesbureaus staat positief tegenover een periodieke kwaliteitstoetsing van (een steekproef van) de simulaties door een onafhankelijke instantie.

4.5.2 Analyse

Uit de interviews is gebleken dat het aanbod van opleidingen op het gebied van simulatie niet aansluit bij de vraag. Opvallend is dat tien adviesbureaus zich wel uitlaten over de voormalige en huidige preventie cursussen van het NIFV, maar nauwelijks over de cursussen die door adviesbureaus zijn ontwikkeld. Dit is opmerkelijk aangezien de preventie cursus van het NIFV niet bedoeld is voor het verwerven van competenties op gebied van de beoordeling van simulaties terwijl de cursussen FSE (Windesheim/Nieman en TNO/Brakel Atmos) juist wel hierop gericht zijn.

³² Adjunct Hoofdbrandmeester.

Om simulaties te kunnen beoordelen is naast kennis van de regelgeving (die in de AHBM preventieopleiding werd onderwezen) ook inzicht nodig op gebied van brandontwikkeling, het menselijke gedrag bij brand, de effecten van brandbestrijding en risicobeoordeling. Uit de interviews komt naar voren dat minimaal een MBO werk- en denkniveau noodzakelijk wordt geacht. Op basis van de literatuur kan echter gesteld worden dat een HBO en/of academisch (Bachelor) werk- en denkniveau op het gebied van fire safety engineering noodzakelijk is. Een dergelijke (meerjarige) bacheloropleiding FSE wordt in Nederland nog niet aangeboden. Bovendien is routine in gelijkwaardigheidbeoordeling nodig.

Door de adviesbureaus wordt de behoefte aan een actief proces van uniformering van gelijkwaardige oplossingen geuit. Dit betekent minder simuleren en de ontwikkeling van 'geaccepteerde oplossingen'. Een dergelijke aanbeveling komt ook in het onderzoek van Lundin (2005) naar voren. Een dergelijke uniformering wordt door de onderzoekers gedeeld, echter, de adviseurs en toetsers kunnen in beginsel vooral profijt hebben van heldere toetscriteria en geaccepteerde procesafspraken omtrent de uitvoering en verslaglegging van simulatie.

4.5.3 Conclusies omtrent kennis

Voor de beoordeling van simulatieresultaten is volgens de adviesbureaus minimaal een MBO werk- en denkniveau noodzakelijk, aangevuld met een zeker minimum aan praktijkervaring met brand(proeven). Op basis van de literatuur kan echter gesteld worden dat een HBO en/of academisch (Bachelor) werk- en denkniveau op het gebied van fire safety engineering noodzakelijk is. Bovendien is routine in de beoordeling van gelijkwaardigheid nodig.

Een aantal adviesbureaus stelt dat er in Nederland maar een handvol echte deskundigen zijn op gebied van CFD.

Het opleidingsaanbod en het competentieniveau van brandveiligheidsdeskundigen zou onderverdeeld kunnen worden in drie niveaus:

- Niveau 1: beoordeling van standaard situaties, volgens de prestatie-eisen in Bouwbesluit
- Niveau 2: beoordeling van (relatief veel toegepaste) gelijkwaardigheidssituaties
- Niveau 3: beoordeling van (relatief weinig toegepaste) FSE situaties.

Er is behoefte aan de ontwikkeling en vaststelling van een praktijkrichtlijn met 'geaccepteerde gelijkwaardigheidoplossingen'. In beginsel kan ook profijt behaald worden uit de ontwikkeling en vaststelling van heldere toetscriteria en geaccepteerde procesafspraken omtrent de uitvoering en verslaglegging van simulatie.

5. Conclusies en aanbevelingen

Hieronder worden de conclusies weergegeven. In de tweede paragraaf worden aanbevelingen gedaan.

5.1 Conclusies

Rubriek 1: Kennisnetwerken

1. Er kan geconcludeerd worden dat de adviesbureaus van zichzelf vinden voldoende op de hoogte te zijn van de internationale ontwikkelingen, maar de antwoorden op de vragen omtrent de internationale netwerken geven een ander beeld.
2. Uit de antwoorden van de adviesbureaus op de vragen over de netwerken ten behoeve van belangenbehartiging en de ontwikkeling van conventies kan gesteld worden dat een beperkt aantal adviesbureaus betrokken is bij netwerken die zich bezig houden met (onderwerpen die raken aan) simulaties. Ook is in Nederland vooralsnog geen sprake van een geaccrediteerde vaststelling, beoordeling en regulering van het professionele competentieniveau en de beroepsethiek van Fire Engineers.
3. Van het ideale plaatje van een branchenetwerk volgens het Triple Helix model is vooralsnog geen sprake.

Rubriek 2: Soort simulaties / berekeningen

4. De brandsimulatiemodellen die in Nederland toegepast worden is een aantal van de modellen die ook in de verkenning als 'state-of-the-art' modellen naar voren zijn gekomen.
5. Eén van de twee evacuatiesimulatiemodellen die toegepast worden wordt vanuit de literatuur als 'state-of-the-art' beschouwd. Echter, gezien vanuit het perspectief van probleembenadering zou het tweede genoemde model, afhankelijk van de toepassing (gelijkwaardigheid Bouwbesluit of FSE), ook toereikend kunnen zijn.
6. Er zijn geen modellen voor de simulatie van interventie door hulpdiensten, wel van de 'interventie' door (automatische) installaties waaronder die van rook- en warmteafvoervoorzieningen.
7. Negen adviesbureaus vallen op door een relatief groot totaal aantal modellen en/of door de toepassing van een relatief groot aantal relevante³³ modellen. Een beperkt aantal van de negen adviesbureaus die opvallen hebben banden met wetenschappelijke kennispartners. Dit impliceert dat maar weinig bureaus op de beoogde integrale wijze actief zijn in het vakgebied van brandveiligheid en dat deze weinige bureaus bovendien opereren

³³ Simulatiemodellen en (semi) dynamische modellen.

met beperkte - maar wel noodzakelijke - ondersteuning van wetenschappelijke kennispartners.

Rubriek 3: Toepassingen

8. Het aantal toepassingen van simulatiemodellen in Nederland blijkt beperkt te zijn.
9. De nadruk ligt op brandsimulatie. Evacuatiesimulaties worden nauwelijks uitgevoerd.
10. De toepassing van simulatiemodellen blijkt vooral gericht te zijn op afwijkingen op de prestatie-eisen in het Bouwbesluit en op de bepaling van de beheersbaarheid van brand en nauwelijks op de bepaling van de brandveiligheid van gebouwen met een hoog risico op fataliteit bij brand.
11. Gezien de doelstelling van brandveiligheidsbeleid (beperken van slachtoffers) en de beperkte omvang van FSE en simulatietoepassingen is wellicht meer aandacht nodig voor een juiste toepassing van beleid bij andere onderwerpen van brandveiligheid dan nu het geval is.

Rubriek 4: Resultaat / Proces

12. De adviesbureaus zijn nagenoeg unaniem over de noodzaak van vooroverleg wanneer het middel van simulatie wordt ingezet. Met name over de toetscriteria, het toe te passen toetsinstrument (rekenregel, simulatiemodel en dergelijke) en over de uitgangspunten en toegepaste waarden is vooraf overeenstemming nodig.
13. De grootte van de gemeente is niet van invloed op de kwaliteit van het vergunningverleningsproces (waarbij simulatie een rol heeft gespeeld). Relevanter blijkt het aantal keren dat een (deel)gemeente te maken heeft gehad met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen omdat er kennelijk 'van de praktijk geleerd wordt'.
14. De algemene mening van de adviesbureaus is dat toetsers van Bouw- en Woningtoezicht en preventieadviseurs van de brandweer weinig inzicht en kennis hebben van de berekeningen en simulatiemodellen.
15. Enkele adviesbureaus ervaren veel gemeentelijke willekeur met betrekking tot de beoordeling van gelijkwaardigheid, en dan in het bijzonder waarbij sprake is van simulatie.
16. De uitspraken van de adviesbureaus over validatie en verificatie impliceren dat de adviesbureaus beperkt inzicht hebben in de noodzaak en de juiste wijze van validatie en verificatie. Dit is een risico aangezien de kwaliteit van een simulatie (en daarmee de adviezen omtrent brandveiligheidsmaatregelen) valt en staat bij een juiste wijze van validatie en verificatie.

Rubriek 5: Kennis

17. Het aanbod van opleidingen op het gebied van simulatie sluit niet aan bij de vraag.
18. Voor de beoordeling van simulatieresultaten is volgens de adviesbureaus minimaal een MBO werk- en denkniveau noodzakelijk, aangevuld met een zeker minimum aan praktijkervaring met brand(proeven). Op basis van de literatuur kan echter gesteld worden dat een HBO en/of academisch (Bachelor) werk- en denkniveau op het gebied van fire safety engineering noodzakelijk is, aangevuld met voldoende routine in gelijkwaardigheidbeoordeling.
19. Een aantal adviesbureaus stelt dat er in Nederland maar een handvol echte deskundigen zijn op gebied van CFD.
20. Er is behoefte aan de ontwikkeling en vaststelling van een praktijkrichtlijn met 'geaccepteerde gelijkwaardigheidoplossingen'. In beginsel kan ook profijt behaald worden uit de ontwikkeling en vaststelling van heldere toetscriteria en geaccepteerde procesafspraken omtrent de uitvoering en verslaglegging van simulatie.

5.2 Aanbevelingen

1. De uitwisseling van kennis van en de ervaring met het toepassen van berekeningen en simulatiemodellen moet centraal en actief geregisseerd worden.
2. De instantie dat de Nederlandse ervaringen evalueert moet de contacten met de buitenlandse kennisinstututen gaan onderhouden, want daar worden de modellen voornamelijk ontwikkeld.
3. De bovenbedoelde instantie zou een dusdanige status en werkwijze moeten hebben dat best practises betreffende gelijkwaardige oplossingen, protocollen voor de toepassing van berekeningen en simulatiemodellen en bepaling van gelijkwaardigheid van veiligheidsniveaus uniform door gemeenten worden geaccepteerd.
4. De achterstand in noodzakelijke competenties voor de beoordeling van gelijkwaardige oplossingen moet worden weggewerkt. Het gaat daarbij vooral om de ontwikkeling van inzichten in brandfysica en vluchtgedrag respectievelijk in het conceptueel denken over brandveiligheidsoplossingen (Fire Safety Engineering).
5. Het opleidingsaanbod en het competentieniveau van brandveiligheidsdeskundigen zou onderverdeeld kunnen worden in drie niveaus:
 - Niveau 1: beoordeling van standaard situaties, volgens de prestatie-eisen in Bouwbesluit
 - Niveau 2: beoordeling van (relatief veel toegepaste) gelijkwaardigheidsituaties
 - Niveau 3: beoordeling van (relatief weinig toegepaste) FSE situaties.

REFERENTIES

Charters, D. (2002) Practice makes perfect. *Fire Prevention & Fire Engineers Journal*, 18-19.

Cieraad, C., 2006. Gespreksverslag interview Oranjewoud/ Save in kader van staalkaart adviesbureaus. NIFV, Arnhem (niet openbaar).

Coppens, E.G.C., Pluim, W., Pothuis, J.W., 2003. Inventarisatie grote brandcompartimenten. PRC Bouwcentrum BV. Bodengraven.

Drejer, I., B.H. Jørgensen (2005) The dynamic creation of knowledge: analyzing public-private collaborations. *Technovation* 25, 83-94.

FIREFORUM, 2006. www.fireforum.be

Foliente, G.C. (2000) Developments in performance-based building codes and standards. *Forest Products Journal* 50 (7/8).

Friedman R., 1992. An international survey of computer models for fire and smoke. *Journal of Fire Protection Engineering* 4, 81-92.

Gritzso, L.A., Senseny, P.E., Xin, Y., Thomas, J.R., 2005. The international FORUM of fire research directors: A position paper on verification and validation of numerical fire models. *Fire Safety Journal* 40, 485-490.

Gwynne, S., Galea, E.R., Owen, M., Lawence, P.J., Filippidis, L., 1999. A review of the methodologies used in the computer simulation of evacuation from the build environment. *Building and environment* 34, 741-749.

Hanea, D., 2003. Evacuation models – Review. TU Delft.

IFE, 2005. www.ife.org.uk

ISO, 1999. ISO/TR 13387-1. Fire Safety Engineering - Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives. Technical report.

Jenkins, P. (2005) Capital gain. An overview of the work of the London Fire Brigade Fire Engineering Group. *Fire Prevention & Fire Engineers Journal*, 18-22.

Kobes, M., 2006. Fire Safety Engineering. Een innovatiegerichte benadering van brandpreventie. Afstudeerscriptie masteropleiding Natuurwetenschap en Innovatiemanagement, Universiteit Utrecht.

Kobes, M., N. Rosmuller, J. Schokker en V.M.P. van Vliet, 2006. *Verkenning van simulatiemodellen: Brand- en rookontwikkeling, evacuatie- en interventiemodellering*, Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*, Arnhem.

Lundin, J., 2005. Safety in case of fire. The effect of changing regulations. Doctoral thesis. Lund University, Sweden.

Martínez de Aragón, J.J., Rey, F., Chica, J.A., 2003. Software voor het brandveiligheidsontwerp. DIFISEK, deel 4.

Olenick, M., Carpenter, D.J., 2003. An updated international survey of computer models for fire and smoke. *Journal of Fire Protection Engineering* 13, 87-110.

ODPM, 2000. The Building Regulations 2000. Approved Document B. Fire Safety.

Pires, T.T., 2005. An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models, *Fire Safety Journal* 40, 177-189.

Purvis, R.L, V. Sambamurthy, R.W. Zmud (2001) The assimilation of knowledge platforms organizations: an empirical investigation. *Organization Science* 12 (2), 117-135.

Santos, G., Aguirre, B.E., 2004. A Critical Review of Emergency Evacuation Simulation Models, Disaster Research Center, University of Delaware, NIST Workshop on Building Occupant Movement during Fire Emergencies June 9-10, 2004.

SFPE, 2005. www.sfpe.org

SURVEY, 2006. www.firemodelsurvey.com

Van der Veek, J.H., Horsley, K.M., 2003. Brandveiligheidseisen hoogbouw. V2BO Advies.

Van Herpen, R., 2006. PHBO Fire Safety Engineering. Introductie. Hogeschool Windesheim Zwolle. Zwolle.

BIJLAGE 1 - Geïnterviewde personen

G4-gemeente

Den Haag (*Haaglanden*)

Amsterdam (*Amsterdam en Omstreken*)

Utrecht (*Utrechts Land*)

Intergemeentelijke Brandweer Zuid (IBZ)
(*R'dam-Rijnmond*)

Naam

Dhr. M.A.J. Koene en

Dhr. C. Knoester

Dhr. ing. A.H. Bloem

Dhr. M. van Vredendaal

Mw. I. Bijl-Rodenburg en

Dhr. A.P. de Graaf

Adviesbureau

Admea

Adviesbureau Nieman (Zwolle)

Brakel Atmos

Brandpreventie Consultants (BPC)

Cauberg Huygen

Colt Brandpreventie

Deerns Raadgevende ingenieurs

DGMR-Raadgevende ingenieurs

E.F.P.C. Adviesbureau

Efectis

HCPS

Lichtveld, Buis en Partners (LBP)

Movares

Oranjewoud/ Save

Peutz

V2BO / DHV

Van Hooft

Naam

Dhr. ing. M. Eimermann

Dhr. ir. R.A.P. van Herpen en

Mw. S. Eilander

Dhr. L. Cleef

Dhr. Th. B. Maks

Dhr. M. van Lohuizen en

Dhr. D. Hensen

Dhr. P. Verloove en

Dhr. ing. G. van Oosteren

Dhr. ing. R.J.E. Kisjes rse en

Dhr. dr. ir. P.J.W. van den Engel

Dhr. E. van den Brink

Mw. ing. C.E. Haas en

zes projectleiders

Dhr. ir. R.J.M. van Mierlo

Dhr. H. Speulman en

Dhr. ing. D. de Jager

Dhr. ir. E.W. Janse en

Dhr. ir. B. Kersten

Dhr. ir. E.G. Schermer en

Dhr J.P. Kruijer BSc

Dhr. C. Cieraad en

Dhr. H.J. Schuurman

Dhr. ir. J.J. Mertens

Mw. drs. K.M. Horsley en

Dhr. ir. J.H. van der Veek

Dhr. J.Th. Turk en

Dhr. ing. W.J.G. Franssen

BIJLAGE 2 – Branchenetwerken

Hierna volgen de beschrijvingen van (internationale) branchenetwerken.

*Ter bevordering van het wetenschappelijk onderzoek naar brand en brandbeveiliging is er een internationaal FORUM van directeuren van brandonderzoeksinstituten³⁴ opgericht. Het FORUM streeft ernaar 'Fire Safety Engineering' te bevorderen door internationaal samen te werken en onderzoeksresultaten met elkaar te delen. Daarnaast is de functie van het FORUM gelegen in het herkennen en vaststellen van strategieën die het onderzoek op gebied van brandveiligheid kan bevorderen. Eén van de activiteiten van het FORUM is het opstellen van een database met informatie over simulatiemodellen (software). Deze modellen worden in toenemende mate gebruikt voor het beoordelen van ontwerpen van brandveilige gebouwen.
Bron: <http://www.bfrl.nist.gov/info/forum/forum.html>*

*The Institution of Fire Engineers (IFE) provides professional recognition for fire engineers across a broad spectrum and has achieved recognition from a number of professional bodies, including Engineering Council UK (ECuk) which regulates the engineering profession in the UK. IFE is a Licensed Member of ECuk and is authorised to register suitably qualified members at Chartered Engineer (CEng), Incorporated Engineer (IEng) and Engineering Technician (Eng Tech) level. IFE now has approaching 10,000 members in 20 countries who represent a complete cross-section of the fire engineering discipline.
(Bron: <http://www.ife.org.uk>)*

*The Society of Fire Protection Engineers is the professional society representing those practicing the field of fire protection engineering. The purpose of the Society is to advance the science and practice of fire protection engineering and its allied fields, to maintain a high ethical standard among its members and to foster fire protection engineering education. The Society supports the development of the annual Professional Engineer licensing exam in fire protection and the grading of those exams under the auspices of the National Council of Examiners for Engineering and Surveying. Several volunteer committees and task groups work under the Society's auspices on technical projects to further advance the state of the art. The Society has approximately 4500 members in the United States and abroad, and 57 regional chapters.
(Bron: <http://www.sfpe.org>)*

³⁴ Zie <http://www.bfrl.nist.gov/info/forum/forum.html>



The mission of the international nonprofit NFPA is to reduce the worldwide burden of fire and other hazards on the quality of life by providing and advocating consensus codes and standards, research, training, and education. NFPA membership totals more than 81,000 individuals from around the world and more than 80 national trade and professional organizations.
 (Bron: <http://www.nfpa.org>)

IBPSA (the International Building Performance Simulation Association) is a non-profit international society of building performance simulation researchers, developers and practitioners, dedicated to improving the built environment. IBPSA is founded to advance and promote the science of building performance simulation in order to improve the design, construction, operation, and maintenance of new and existing buildings worldwide. To take a leading role in the promotion and development of building simulation technology, IBPSA aims to provide a forum for researchers, developers and practitioners to review building model developments, Facilitate evaluation, encourage the use of software programs, address standardization, accelerate integration and technology transfer.
 (Bron: <http://www.ibpsa.org>)

De bureaus DGMR Raadgevende Ingenieurs BV, European Fire Protection Consultants (EFPC) BV, Lichtveld Buis & Partners BV en Adviesbureau Peutz & Associés BV hebben gezamenlijk het initiatief genomen de VVBA op te richten om daarmee een norm te stellen voor de eigen verantwoordelijkheid die adviesbureaus moeten nemen. Het gaat bij het adviseren van de brandveiligheid niet alleen om de goedkeuring van de toetsende instanties. Adviezen dienen te leiden tot daadwerkelijke veiligheid. Van de aangesloten bureaus wordt verlangd dat de doelstelling wordt onderschreven. Om de eenduidigheid en kwaliteit van de adviezen te bevorderen worden door de leden richtlijnen opgesteld moeten zorgen voor een éénduidige interpretatie van regelgeving, normen en richtlijnen en indien noodzakelijk hier ook een aanvulling op geven.
 (Bron: <http://www.vvba.nl>)

De Stichting Kennisbank Bouwfysica is eind 1999 opgericht met als doel: het beschikbaar stellen van onderwijsmateriaal op het vakgebied van bouwfysica, installaties en binnenmilieu, en het stimuleren en ondersteunen van ontwikkelingen van anderen op dit gebied. Een belangrijke nevendoelelstelling is het promoten van het vakgebied. In het bestuur van de stichting hebben zitting: vertegenwoordigers van de ONRI (Organisatie van Nederlandse Raadgevende Ingenieurs), de Bouwfysica Vereniging en docenten bouwfysica van zowel hogescholen als universiteiten.
 (Bron: <http://www.kennisbankbouwfysica.nl>)



VEBON is een professionele ondernemersvereniging met een groot aantal leden, allen gespecialiseerde bedrijven met (technische) oplossingen voor vele brandveiligheids- en beveiligingsvraagstukken, voornamelijk gericht op preventie en repressie van brand en het voorkomen van inbraak en overval. VEBON wil, als vereniging, leidend zijn op het gebied van beveiliging en (brand)veiligheid waar het betreft kennis & innovatie van producten, systemen en diensten.

VEBON streeft concreet de volgende doelen na:

- promoten van de kennis, de diensten en de producten;*
- verzamelen en uitwisselen van informatie, kennis en kunde;*
- stimuleren van nieuwe en verbeteren van bestaande regelgeving, nationaal en internationaal;*
- optreden als deskundige gesprekspartner voor een brede variëteit aan doelgroepen;*
- voorlichting bieden op het gebied van brandbeveiliging, detectie en repressie, en criminaliteitspreventie.*

(Bron: <http://www.vebon.org>)

TVVL is de Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen. TVVL is in 1959 opgericht en heeft als doel het bevorderen van wetenschap en techniek op het gebied van installaties in gebouwen en vergelijkbare objecten. TVVL telt ongeveer 1100 individuele leden en 500 begunstigers. Mensen uit verschillende disciplines hebben op diverse niveaus binnen onze vereniging contact. Dat is de kracht van TVVL. Zowel technisch adviseurs, installateurs, wetenschappelijk onderzoekers, architecten en fabrikanten als importeurs, eigenaren en gebruikers van gebouwen en ook studenten profiteren van de technische kennis en ervaring en het uitgebreide netwerk waartoe het TVVL-platform toegang biedt. Bovendien is TVVL uitgegroeid tot een toonaangevend advies- en kennisinstituut voor de sector.
(Bron: <http://www.tvvl.nl>)

Het Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid (CCV) is hét centrum dat kennis en samenhangende instrumenten ontwikkelt en implementeert om de maatschappelijke veiligheid te vergroten. Het CCV stimuleert samenwerking tussen publieke en private organisaties om criminaliteit integraal terug te dringen en vormt een schakel tussen beleid en praktijk. Het CCV richt zich op lokale, regionale en nationale overheden, instellingen en brancheorganisaties. Het CCV is per 1-1-2006 verantwoordelijk voor het beheer en kwaliteitsontwikkeling van de volgende certificatieschema's op het gebied van beveiliging en brandveiligheid: BORG Beveiligingsbedrijf, BORG Particuliere Alarmcentrale, Brandmeldinstallaties 2002 en Kleine Blusmiddelen 2002.
(Bron: <http://www.hetccv.nl>)



BIJLAGE 3 - Tabel met interviewgegevens

De rubrieken met de gestelde vragen zijn in regels onder elkaar geplaatst. In de kolommen is per adviesbureau aangegeven of de vraag wel (X) of niet (*leeg*) van toepassing was. Waar een waardering is gevraagd wordt dat aangeduid met voldoende (V) of onvoldoende (O). Soms is een vraag niet relevant voor een adviesbureau, bijvoorbeeld vragen betreffende het onderhouden van contacten met (internationale) programmaontwikkelaars terwijl het bureau geen programma's hanteert: dit wordt aangegeven met een streepje (-). Tenslotte wordt met een vraagteken (?) aangegeven wanneer op een vraag om moverende redenen geen antwoord is gegeven.

LEGENDA

X	van toepassing
(<i>leeg</i>)	niet van toepassing
V	voldoende
O	onvoldoende
-	niet relevant
?	geen uitlating

AFKORTINGEN

Bb	Bouwbesluit 2003
BG	Bevoegd gezag i.c. BWT
BvB	Beheersbaarheid van Brand, methode ter bepaling van
BWT	Bouw- en Woningtoezicht
CFD	Computational Fluid Dynamics (numerieke stromingsleer)
FSE	Fire Safety Engineering
IBPSA	International Building Performance Simulation Association
LNP/NVBR	Landelijk Netwerk Preventie NVBR
NEN	NEderlandse Norm
NCP	Certificatie-instituut voor veiligheid en beveiliging
NFPA	National Fire Protection Association
NVBR	Ned. Ver. voor Brandweezorg en Rampenbestrijding
NPI	National Pollutant Inventory
PvA	Plan van Aanpak (voorafgaande aan uitvoering CFD)
rwa	Rook- en warmteafvoersysteem
TVVL	Ned. Techn. Ver. voor installaties in gebouwen
VEBON	VEreniging van BeveiligingsOndernemingen in Nederland
Vexpan	Ver. van Exploitanten van Parkeergarages NL
VVBA	Vereniging Van Brandveiligheids Adviesbureaus



Geïnterviewde adviesbureaus																		
Gerubriceerde vragen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totaal
1. Kennisnetwerken																		
Overview wereldwijd	-	X	X	X	X	X	?		X	X	X	X		-		X	X	11
Interflam (International fire research conference, elke 3 jaar)	-							X			X			-				2
Totaal	-	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	-	0	1	1	
Universiteiten / GTI's / e.d. (o.a. wetenschappelijke ondersteuning)																		
In company	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	-	X	X		12
Eigen laboratoria / meetpraktijk		X				X								-				2
TNO / Efectis				X	X	X	X				X			-				5
TU Delft					X	X						X	X	-				4
TU Eindhoven														-			X	1
Universiteit Lund, Zweden											X			-				1
Greenwich University (FSEG), Groot-Brittannië														-			X	1
Universteit Karlsruhe (FFB), Duitsland														-			X	1
Von Karman Institute for Fluid Dynamics (België)														-			X	1
NIST						X					X			-		X		3
Totaal	1	2	1	2	3	5	2	1	0	0	4	1	2	-	1	2	4	
Adviesbureaus (vereniging van ...)(t.b.v. belangenbehartiging)																		
Samenwerkingsverband van 2 of meer (int.) bureaus	X		X		X	X								-			X	5
VVBA			X		X		X	X		X	X		X	-				7
St. Kennisbank Bouwfysica (ONRI/ Bouwfysica ver.)													X	-				1
NFPA			X		X	X								-			X	4
IBPSA	-	X		X	X					X				-			X	5
VEBON				X						X				-				2
TVVL								X						-			X	2
CCV (voorheen NCP Cert. BV)										X				-				1
Platform Inspectie Bureaus										X				-				1
Totaal	1	1	3	2	4	2	1	1	1	5	1	0	2	-	0	0	4	
Netwerken / vakgroepen (t.b.v. ontwikkeling conventies, FSE specifiek)																		
NEN-cie werkgroep 351007 'brandveilig bouwen'				X										-				1
werkgroep Parkeergaragenorm				X										-				1
NEN-cie FSE		X			X									-				2
NEN-cie Hoogbouw, werkgroep brandbeveiliging	X				X									-				2
Praktijkrichtlijn Hoogbouw, ontwikkeling van	X													-				1
Beheersbaarheid van Brand 2e versie, ontwikkeling van	X					X		X						-	X			4
SBR Knelpuntenanalyse parkeergarages	X					X					X			-				3
Totaal	4	1	0	2	2	2	0	1	0	0	1	0	0	-	1	0	0	



Geïnterviewde adviesbureaus																			
Gerubriceerde vragen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totaal	
Netwerken / vakgroepen (t.b.v. ontwikkeling conventies, algemeen)																			
opdrachtgroep brandonderzoek TNO				X		X									-			2	
NEN-cie Controle Beheer Onderhoud				X											-			1	
VROM, Actualisatie Bouwverordening													X		-			1	
Steunpunt Tunnelveiligheid												X			-			1	
Vexpan									X						-			1	
LNB/NVBR								X							-			1	
Totaal	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	1	1	-	0	0	0		
Situatie internationaal (t.b.v. ontwikkeling programma's)																			
CEN-cie	-			X		X									-			2	
Ansys	-														-		X	1	
Fluent (Usergroup)	-	X													-			1	
EFD-lab (Usergroup)	-										X				-			1	
Phoenics (Usergroup)	-	X													-	X		2	
Totaal	-	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-	0	1	1		
Trends, ontwikkelingen (van m.n. CFD)																			
kwaliteit van deregulering, marktwerking	0	0	?	0	?	0	0	0		?	?				-		?	0	0
groei van toepassingen	X	X	?	X	X	X	X	X	X	?	?	X			-			X	10
centraliseren van expertise	X	X	X	X	X	X	X	?		?	X				-				8
2. Soort simulaties / rekenregels (middelen)																			
A Rekenregels																			
Excel-6069 (brandwerendheid bouwdelen en producten)						?	X			?							?	?	1
Excel 6089 (doorstroom- en opvangcapaciteit)	X					?		X		?	X		X				?	?	4
Excel-vluchtijdenmodel (PRC)(vluchten uit grote comp.)	X		X		X	?		X		?	X		X		X		?	?	7
Totaal	2	0	1	0	1	?	1	2	0	?	2	0	2	0	1	?	?		12
B Stationair model																			
Excel-6068 (WBO spiegelsymetrie)	X					?	X	X		?	X				X	?	?		5
PINTEGRAAL, Peutz (brandoverslag NEN 6068)			X				X			?	X						?	?	3
BRANDO-2, TNO/LBP (brandoverslag NEN 6068)	X		X		X	?				?	X			X	X		?	?	6
WINFIRE, DGMR (stralingsberekening)			X					X		?							?	?	2
BO3, DGMR (vlamvorm om balcon e.d.)			X							?							?	?	1
BvB reken- en beslismodel (BZK)										?			X				?	?	1
Excel-autobrand, DGMR (vlamvorm onder overstek)			X							?							?	?	1
Excel-CPR14, Peutz (rekenmodel BvB)							X	X		?			X				?	?	3
Excel-vlamvorm (cf Margreth Law)			X			?				?							?	?	1
Excel-6093 (rwa)	X		X		?	X	X		?	X		X		X	X	?	?	?	7
Excel-NEN 6090 (vuurbelasting: Nibra-kengetallen)	X			X	X	?	X		?	X				X	X	?	?		7
Totaal	4	0	7	1	1	1	5	4	0	?	5	0	3	2	4	?	?		37



Geïnterviewde adviesbureaus																		
Gerubriceerde vragen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totaal
C (Semi) Dynamisch model																		
VULTIJDENMODEL, Peutz (vluchten)	X			X	X		X			?	X			X	?	X	?	7
Vultijdensoftware, DGMR (vluchten)			X			?				?				-	?	?	?	1
Eigen twee-zonemodel		X		X						?				-	?	?	?	2
VVmod (meerzone luchtstroommodel)										?			X	-	?	?	?	1
COMIS (meerzone luchtstroommodel)										?			X	-	?	?	?	1
CONTAM (meerzone luchtstroommodel)										?			X	-	?	?	?	1
OZONE, UL/PR, België (brandweerstand stalen elementen)			X			?				?	X			-	?	?	?	2
VOLTRA, Physibel Trisco (warmtegeleiding)			X			?				?	X			-	?	?	?	2
NATFIRE			X			?				?				-	?	?	?	1
BRAWEBO, TNO						X				?				-	?	?	?	1
BRAWESTA, TNO			X			X				?				-	?	?	?	2
SIMPED, Movaris/TUD (2D-doorstromingsmodel)						?				?		X		-	?	?	?	1
Meerzone evacuatiemodel									X	?				-	?	?	?	1
DETECT-QS, NIST									X	?				-	?	?	?	1
DETECT-T2, NIST									X	?				-	?	?	?	1
Infomil-stralingsbelasting									X	?				-	?	?	?	1
Excel-opwarmen staalconstructies			X			?				?				-	?	?	?	1
Totaal	1	1	6	2	1	2	1	0	4	?	3	1	3	1	?	1	?	27
D Simulatiemodel (CFD)																		
FDS+SMOKEVIEW, NIST, VS (rook- en brandontw.)	-					X				?	X	X	X	-	?	X	?	5
PHOENICS, Cham, GB (rook- en brandontw.)	-									?				-	?	X	?	1
Eigen applicatie van PHOENICS	-						X			?				-	?		?	1
ANSYS CFX, Canada (voorheen CFX-5)	-	X	X							?				-	?	?	?	2
SIMULEX, IES, GB (vluchten)	-		X					X		?	X		X	-	X	X	?	6
BuildingEXODUS, FSEG, GB (vluchten)	-		X				X			?				-	?		?	2
FLUENT 6.2, VS	-	X				X				?				-	?		?	2
VESTA, TNO	-					X				?				-	?	?	?	1
DIANA, TNO	-					X				?				-	?	?	?	1
Knooppuntenmodel, FEM (rook-/warmteafvoer)	-					X				?				-	?	?	?	1
ABAQUS, FEM	-									?				-	?		X	1
EFD-lab, Duitsland	-									?	X			-	?		?	1
STAR CD, CD Adapco, VS	-									?				-	?		?	0
Totaal	-	2	3	0	0	5	2	1	0	?	3	1	2	-	1	3	1	24
Brandbeveiligingsinstallaties																		
Bepalingsmethode/model, niet benoemd		X	X	X				X		?							?	4
NPI-tool, NPI, Australië (sprinkleractiveringstijd)								X		?							?	1
Totaal																		5



																	Geïnterviewde adviesbureaus										
Gerubriceerde vragen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totaal									
3. Toepassingen (dossiers)																											
Gelijkwaardigheid ex art 15 Bouwbesluit																			29								
(Niet-)besloten ruimte, atrium	X	X		X	X	X													5								
(Niet-)besloten ruimte, tweedehuidgevel						X											X		2								
(Niet-)besloten ruimte, overdekte straat							X												1								
Ontvluchting, overige						X		X		X		X				X			5								
WBDBO, overige	X						X			X				X			X		5								
Constructieve brandveiligheid						X													1								
Grote compartimenten (Beheersbaarheid van brand)																		20									
Bovengronds opslaggebouw				X					X								X		3								
Ondergrondse ruimte (parkeergarage)			X		X	X			X		X		X			X	X		8								
Ondergrondse ruimte (tunnel)						X					X	X	X			X			5								
Overige	X			X		X								X					4								
Gebouwen hoger dan 70 meter, ontvluchting					X														1								
Compartimenten > B1, ontvluchting																		5									
Stadion			X							X									2								
Winkelcentrum		X								X			X						3								
Totaal	3	2	2	3	3	7	2	1	2	4	2	2	3	2	?	4	3	55									
Aantal dossiers per jaar per bureau																											
Totaal simulatie (CFD, evacuatie,)	0	?	?	?	?	150	?	25	0	?	?	?	200	0	?	10	60	445									
Totaal rekenregels	25	?	?	?	?		?	?	0	?	?		?	50	?			75									
4. Resultaat / Proces (vergunningverleningsproces)																											
Vooroverleg																											
PvA	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16									
Problemen, soort gemeenten (groot/klein)																											
Grootte niet relevant	X	?		?	X	X	X	X		?	X		X	X	X	X		10									
Competentie toetsers	0	?	?	0	V	0	0	V	0	?	0	0	0	0	0	0	0	12/2									
Bevoegd gezag wenst slechts te toetsen	?	?	?	?	?	?	X	?		?	?		?	X	?			2									
Validatie																											
Valideert (door bureau aangegeven)	-	X	X	X	X	X	X			?	?	X	X	-	-	X		9									
ISO-Certificaat	-	X								?	?			-	-			1									
Round robin test	-						X			?	?			-	-			1									
Verificatie																											
Door toetsers	-	X	X	?		0			X	?	?			X		0		4/2									
Door adviseur middels 'handberekening'	-	X	X	?	X	X		X	X	?	?	X	X	X		X		10									
Second opinion kennisinstituut (TNO, TuD, NIFV, e.d.)	-	X		?	X					?	?			X	X	X		5									
Second opinion concurrent	-	X	X	?						?	?	X				X		4									
Uitvoeren (koude) rooktest of echte brandproef	-	X		?	X	X	X	?	X	?	?					X		6									
Informatiebehoefte																											
Ontevreden met best practises wrkgrp Gelijkwaardigheid	-	?	X	?	X	?	X	?	-	?	?	-	?	?	?	?	-	3									
Ontevreden met helpdesk VROM	-	?	X	?	X		X	?	-	?	?	-	?	?	?	?	-	3									
Noodzaak van brandonderzoek	-	X		X		X	X	X	X	?	?	X		X	?	X		9									



	Geïnterviewde adviesbureaus																Totaal	
Gerubriceerde vragen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
5. Kennis (vragen i.v.m. deelonderzoek Nulmeting)																		
Competenties (gewenst niveau)																		
Niveau MBO of hoger		X	X	X	X	X	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	15
Inzicht in brand- en rookontw. noodzakelijk		X	X	X	X	X	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	15
Praktijkervaring vereist		X	X	X	X	X	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	15
Opleidingen (kwaliteitsoordeel)																		
AHBM-preventie	?	?	?	?	O	O	O	O	O	?	?	O	O	O	?	O	V	9/1
Specialist Brandprev.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	1/0
FSE (Windesheim/Nieman)	?	?	?	O	?	?	?	V	?	?	?	?	O	O	?	?	?	3/1
FSE (TNO/Brakel Atmos)	?	?	?	V	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0/1
FE (NFPA)	?	?	?	V	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0/1
Netwerken (t.b.v. ontwikkeling competenties)	X	X	X		X	X	X	X	X	?		X	X		?	X	X	12
Beoordeling competentie andere partij																		
Brandweer	O	?	O	O	O	O	O	O	O	?	O	O	O	O	O	O	O	14/0
Adviesbureau	O	?	V	?	O	O	O	?	O	?	?	O	?	?	O			7/1
Architect	O	?	?	?	-	O	?		O	?	?	O	?	?	O			5/0