

Beoordeling van gelijkwaardige brandveiligheid

Om inzicht te krijgen in de toepassing van simulatie- en rekenmodellen heeft het NIFV onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van deze modellen bij de beoordeling van de gelijkwaardige brandveiligheid van gebouwen ten opzichte het Bouwbesluit. Het onderzoek is opgedeeld in twee deelonderzoeken. Het eerste deelonderzoek is de 'Staalkaart adviesbureaus' [1], dat is uitgevoerd aan de hand van interviews met adviseurs van zeventien adviesbureaus. Het tweede deelonderzoek is de 'Dossierstudie simulatie' [2], dat is uitgevoerd aan de hand van een dossierstudie bij 31 gemeenten. De studies maken deel uit van het meerjarenonderzoeksprogramma 'Simulatie' dat het NIFV uitvoert met subsidie van het Ministerie van BZK.

- door mw. drs.ing. M. Kobes*, mw. drs. M. van der Plas*, ing. V. van Vliet* en ing. J. Weges*

In de twee onderzoeken zijn vijf onderwerpen over de toepassing van berekeningen en simulaties onderzocht:

- kennis, uitgedrukt in competenties en opleidingen;
- kennisnetwerken, waarin kennis en ervaring wordt onderhouden;
- soort simulaties / berekeningen die worden toegepast;
- toepassingen (karakter van de gelijkwaardigheidsbeoordelingen);
- resultaat / proces van de vergunningverlening.

In de dossierstudie bij gemeenten is bovendien onderzoek gedaan naar de volgende categorieën van onderwerpen:

- fire safety engineering (FSE);
- beoordeling van simulaties, waarbij de dossiers met simulatie nader zijn

geanalyseerd op de onderwerpen 'Toepassingen' en 'Resultaat / proces van vergunningverlening'.

In beide deelonderzoeken zijn de praktijkgegevens vergeleken met de resultaten uit een literatuurstudie naar simulatie [1; 2; 3]. Verder zijn de gegevens uit de literatuur gebruikt voor de opzet van het praktijkonderzoek. De gegevens uit de literatuur vormen daarmee de theoretische basis voor het praktijkonderzoek en het referentiekader voor de analyse van de praktijkgegevens. Voor een aanzienlijk deel is in de dossierstudie hetzelfde theoretische basis en referentiekader

* Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra.



Mw. drs.ing. M. Kobes



Mw. drs. M. van der Plas



Ing. V. van Vliet



Ing. J. Weges

gebruikt als in de staalkaart. De staalkaart en de dossierstudie hebben informatie gegenereerd die, vanwege de overeenkomst in onderwerpen, de theoretische basis en het referentiekader, met elkaar kunnen worden vergeleken. Deze vergelijking wordt in het onderdeel 'Discussie' besproken.

TOEPASSING VAN SIMULATIE- EN REKENMODELLEN

Gelijkwaardige veiligheid en gelijkwaardigheid

Simulatie- en rekenmodellen kunnen worden toegepast in een bouwvergunningaanvraag om de gelijkwaardige veiligheid of de gelijkwaardigheid ten opzichte van de eisen uit het Bouwbesluit aan te tonen [2]. Een *simulatie-model* is een computermodel met een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, waarmee een voorspelling wordt gedaan van aspecten die zijn gerelateerd aan de brandontwikkeling in en/of de ontvluchting uit een gebouw. Deze voorspelling is gebaseerd op de berekening van een complexe en dynamische situatie. Een *rekenmodel* is een wiskundig model met een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, waarmee een voorspelling wordt gedaan van aspecten die zijn gerelateerd aan de brandontwikkeling in en/of de ontvluchting uit een gebouw. Deze voorspelling is gebaseerd op de berekening van een eenvoudige en statische of semi-dynamische situatie. Met de term *gelijkwaardige veiligheid* en *gelijkwaardigheid* wordt bedoeld op een omstandigheid waarin een bepaald vlucht- en brandveiligheidsniveau is bewerkstelligd dat minimaal gelijk is aan het niveau zoals beoogd in de functionele eisen uit het Bouwbesluit. Om het beoogde niveau te bereiken is bij *gelijkwaardige veiligheid* met behulp van FSE invulling gegeven aan de integrale brandveiligheid en vluchtveiligheid (in een gebouw). Bij *gelijkwaardigheid* is met een alternatieve oplossing invulling gegeven aan één of meerdere prestatie-eisen uit het Bouwbesluit om daarmee het beoogde niveau van brandveiligheid te bereiken [2].

Toegepaste brandveiligheidskunde

Het gebruik van simulatie maakt het mogelijk om brandveiligheid op een analytische, wetenschappelijke manier te benaderen. Deze benadering is

mogelijk vanuit de gelijkwaardigheidsbepaling uit het Bouwbesluit 2003 (artikel 1.5) [4] en vanuit FSE. De beoordelingen vanuit FSE betreffen de ontwerpen waarvoor het Bouwbesluit alleen functionele eisen stelt, te weten [2; 4]:

- grote compartimenten;
- gebouwen hoger dan 70 meter;
- gebouwen lager dan 8 meter (ten opzichte van het meetniveau) en /of;
- compartimenten met een bezettingsdichtheid groter dan twee personen per m² vloeroppervlakte aan verblijfsgebied (bezettingsgraad hoger dan klasse B1).

Feitelijk gaat het bij FSE om 'toegepaste brandveiligheidskunde', wat de wetenschappelijke beoordeling is van [5]:

- de typische kenmerken van een brand (brandfysica);
- een gebouwontwerp (bouwtechniek en architectuur);
- het gedrag van de mens (gedragskunde) in relatie tot brandveiligheid.

[subkop] Beoordeling van de brandveiligheid van een gebouwontwerp
Voor de brandveiligheid van een gebouwontwerp is een gedegen kennis van de drie onderwerpen van de toegepaste brandveiligheidskunde nodig. Besluiten worden namelijk genomen op basis van kennis die bij de persoon aanwezig is [6]. Er zijn twee vormen van kennis te onderscheiden, namelijk expliciete en onbewuste kennis. Expliciete kennis is theoretische informatie die is vastgelegd in documenten en dergelijke. Onbewuste kennis kan omschreven worden als ervaringskennis, dat veelal is omgezet in routines (know how) [6]. Organisaties als The Institution of Fire Engineers (IFE) en The Society of Fire Protection Engineers (SFPE) onderkennen dat in de beroepspraktijk van fire engineers zowel expliciete als onbewuste kennis noodzakelijk is [7; 8].

Om de resultaten van simulatie- en rekenmodellen te kunnen beoordelen is, naast kennis over toegepaste brandveiligheidskunde, bovendien kennis nodig over de werking en de beperkingen van het model dat is toegepast. Ervaringen uit Groot-Brittannië en Zweden leren dat bij bouwvergunningaanvragen computermodellen veelal onjuist worden toegepast [9; 10]. Ook blijkt uit deze ervaringen dat gevoelig-

heidsanalyses van de simulatie nauwelijks worden uitgevoerd. Verder wordt veelal een te beperkt aantal incident-scenario's gesimuleerd en worden vaak niet-valide software en modellen gebruikt. Lemaire (2005) heeft een beknopte leidraad opgesteld waarmee de betrouwbaarheid van de toepassing van CFD op gebied van brandveiligheid kan worden bepaald. In de leidraad wordt geconcludeerd dat CFD vooralsnog niet het ultieme gereedschap is voor de beoordeling van brandveiligheid. De resultaten hangen namelijk nog te veel af van de gebruiker en van de formulering van het probleem [11]. Dit betekent dat niet zózeer de CFD-techniek de kritische factor voor de kwaliteit van de uitkomst is, maar de gebruiker of toepasser van de simulatie.

Om te kunnen toetsen of het gebouwontwerp voldoet aan de eisen die in de bouwregelgeving zijn vastgelegd, is bovendien kennis nodig van de voorschriften en de uitgangspunten in de bouwregelgeving. De landen waar FSE al jarenlang wordt toegepast kennen doorgaans een performance-based regelgeving. Bij een performance-based benadering van brandveiligheid wordt uitgegaan van zogeheten doelvoorschriften, waarin de meetbare doelstellingen van brandbeveiliging zijn weergegeven. Nederland kent een bouwregelgeving met functionele voorschriften en prestatie-eisen, te weten het Bouwbesluit. Daarmee is de benadering van veiligheid vanuit het beleidsperspectief (in oorsprong) niet doelgericht, maar vooral gericht op het middel en daarmee oplossingsgericht. Omdat in ons huidige beleid geen meetbare doelstellingen zijn opgenomen, zijn de toetscriteria voor gelijkwaardigheid en gelijkwaardige veiligheid niet helder. Mede doordat de toetscriteria niet voldoende helder zijn [12; 13], blijkt het in de praktijk lastig de mate van gelijkwaardigheid of gelijkwaardige veiligheid te beoordelen.

Randvoorwaarden voor technische rapporten

Voor de beoordeling van gelijkwaardige veiligheid (en gelijkwaardigheid) kan het *Procesmodel gelijkwaardigheid* [14] worden toegepast. De beoordelingen van gelijkwaardige veiligheid, en de onderbouwing daarvan, worden doorgaans beschreven in technische

rapporten. In het *Procesmodel gelijkwaardigheid* zijn toetsvragen voor technische rapporten opgenomen. Voor de dossierstudie zijn deze toetsvragen nader uitgewerkt en toegepast bij de analyse van de volledigheid van de bestudeerde dossiers. De focus van de dossierstudie ligt vooral op toetsvragen die ingaan op:

- het doel van de beoordeling;
- de analyse en conclusies in het rapport;
- het toegepaste model;
- de kwaliteit van de gegevens.

Met de beantwoording van de toetsvragen die ingaan op het toegepaste model en de kwaliteit van de gegevens wordt invulling gegeven aan de randvoorwaarden voor de mogelijkheid van een inhoudelijke beoordeling van gelijkwaardigheid. Met de beantwoording van de toetsvragen die ingaan op het doel van de beoordeling en op de analyse en conclusies in het rapport wordt invulling gegeven aan de randvoorwaarden voor de mogelijkheid van een juridische toets van de dossiers.

STAALKAART ADVIESBUREAUS

Opzet van het onderzoek

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 achttien adviesbureaus opgesteld. Eén van de achttien geselecteerde bureaus wenste niet aan het onderzoek mee te werken. Vervolgens zijn interviews uitgevoerd met adviseurs van zeventien adviesbureaus. De interviews zijn uitgevoerd door een team van twee onderzoekers. Daarbij is gebruik gemaakt van een interviewprotocol.

Resultaten uit de staalkaart adviesbureaus

In de interviews geven de adviesbureaus aan dat zij voldoende op de hoogte zijn van de internationale ontwikkelingen, maar de antwoorden op de vragen over de internationale netwerken geven een ander beeld. Uit de antwoorden van de adviesbureaus op de vragen over de netwerken voor belangenbehartiging en de ontwikkeling van conventies kan worden gesteld dat een beperkt aantal advies-

bureaus betrokken is bij netwerken die zich bezighouden 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.

Volgens de adviesbureaus is voor de beoordeling van simulatieresultaten minimaal mbo werk- en denkniveau noodzakelijk. Een aantal adviesbureaus stellen dat er in Nederland maar weinig echte deskundigen zijn op gebied van CFD. De adviesbureaus zijn bovendien van mening dat het aanbod van opleidingen op het gebied van simulatie niet aansluiten bij de vraag. Verder blijkt uit de interviews dat er behoefte is aan de ontwikkeling en vaststelling van een praktijkrichtlijn met 'geaccepteerde gelijkwaardigheid-oplossingen'.

Elf van de zeventien adviesbureaus passen simulatiemodellen toe. De brandsimulatiemodellen die in Nederland vooral worden toegepast zijn FDS/Smokeview, FLUENT 6.2, ANSYS CFX en PHOENICS. Voor evacuatie-modellering wordt in Nederland SIMULEX en Building-EXODUS toegepast. Er zijn geen modellen voor de simulatie van interventie door hulpdiensten, wel van de 'interventie' door (automatische) installaties waaronder die van rook- en warmteafvoervoorzieningen. Negen adviesbureaus vallen op door een relatief groot totaal aantal modellen en/of door de toepassing van een relatief groot aantal relevante modellen. Vier 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 met beperkte - maar wel noodzakelijke - ondersteuning van wetenschappelijke kennispartners.

Het aantal toepassingen van simulatiemodellen in Nederland blijkt beperkt te zijn. De nadruk ligt op brandsimulatie, terwijl evacuatiesimulaties nauwelijks worden uitgevoerd. De toepassing van simulatiemodellen blijkt vooral gericht te zijn op afwijkingen op de prestatie-eisen in het Bouwbe-

sluit (conform artikel 1.5) en op de bepaling van de beheersbaarheid van brand. Simulatiemodellen worden nauwelijks toegepast voor de bepaling van de brandveiligheid van gebouwen met een hoog risico op fataliteit bij brand. Deze risicovolle bouwtypen zijn woningen, andere typen 'slaapgebouwen' dan woningen en bijeenkomstgebouwen met een hoge bezettingsdichtheid.

De adviesbureaus zijn nagenoeg unaniem over de noodzaak van vooroverleg wanneer het middel van simulatie wordt ingezet. Vooral over de toetscriteria, het toe te passen toetsinstrument (rekenregel, simulatiemodel en dergelijke) en over de uitgangspunten en toegepaste waarden is vooraf overeenstemming nodig. Volgens de adviesbureaus is de omvang van de gemeente 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 wordt geleerd'. 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. Enkele adviesbureaus ervaren gemeentelijke willekeur over de beoordeling van gelijkwaardigheid, en dan in het bijzonder waarbij sprake is van simulatie. 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 over brandveiligheidsmaatregelen) valt en staat bij een juiste wijze van validatie en verificatie.

DOSSIERSTUDIE SIMULATIE

Opzet van het onderzoek

Voor de dossierstudie zijn in 2006 en 2007 in totaal 31 (7 %) van de 443 Nederlandse gemeenten bezocht. Deze gemeenten zijn gelegen in 23 (92 %) van de 25 Nederlandse brandweerregio's. De gemeenten zijn geselecteerd op basis van de aanwezigheid van dossier(s) waarin rekenmodellen of simu-

laties zijn toegepast, de geografische spreiding, namelijk ten minste één gemeente per brandweerregio, en op basis van gemeenteomvang. In de dossierstudie zijn 8 (2 %) kleine gemeenten (minder dan 50.000 inwoners) meegenomen, 10 (42 %) middelgrote gemeenten (50.000-100.000 inwoners) en 13 (52 %) grote gemeenten (meer dan 100.000 inwoners).

Om op gestructureerde wijze gegevens te verzamelen is een onderzoeksprotocol opgesteld. Hierbij is gebruik gemaakt van een standaardvragenlijst die is omgezet in een Access-database. De dataverzameling is op locatie uitgevoerd door een team van twee onderzoekers. Een team bestond uit ten minste één preventiedeskundige met praktijkervaring. De 31 gemeenten hebben (naar eigen inzicht) potentieel interessante bouwvergunningdossiers waarin simulatie- en/of rekenmodellen zijn toegepast, voorgelegd aan de onderzoekers. Vervolgens heeft het onderzoeksteam de aangeboden dossiers na een vluchtige analyse geselecteerd op bruikbaarheid (voor de dossierstudie) en diepgang. Hierbij is gebruik gemaakt van een keuzeprotocol voor bruikbaarheid, dat voorafgaand aan het bezoek aan de gemeenten is opgesteld. Ter afsluiting van het bezoek zijn planbeoordelaars geïnterviewd over het proces van de beoordeling van de geselecteerde dossiers en over de algemene ervaringen op het gebied van simulatietoepassing in bouwvergunningaanvragen.

Gegevens uit de dossierstudie simulatie

Er zijn uiteindelijk 69 dossiers opgenomen in de database. Daarvan zijn 54 dossiers bruikbaar gebleken voor nadere analyse. In de 54 bestudeerde dossiers zijn 97 rapporten over de bepaling van gelijkwaardige brandveiligheid aangetroffen. In deze rapporten komen in totaal 40 simulaties, 41 berekeningen en 1 proefbrand aan de orde. In de overige 15 rapportages zijn aanvullingen op eerdere rapporten en herbeoordelingen opgenomen en in een enkel geval is een brandveiligheidsvisie/-concept het onderwerp van het rapport. De rapporten zijn afkomstig van elf adviesbureaus. Negen van deze adviesbureaus zijn eerder ook in de 'Staalkaart adviesbureaus' opgenomen. De rapporten in 53 % van de

dossiers met simulatie zijn afkomstig van drie adviesbureaus.

De gemeenten zijn zowel over de eigen competenties als over de competenties van adviesbureaus sterk verdeeld. Er is bij de gemeenten behoefte aan meer kennis op gebied van simulatie en fire safety engineering. Volgens de gemeenten is mbo-niveau ontoereikend voor de beoordeling van gelijkwaardigheid. Kennis door (veelvuldige) ervaring, zoals via *learning on the job*, vinden gemeenten belangrijk. Gemeenten ervaren dat sprake is van een wederzijdse kennisasymmetrie tussen brandweer en adviesbureaus.

Gemeenten hebben behoefte aan een specialist FSE bij een regionale of nationale organisatie, die ondersteuning kan bieden bij de beoordeling van gelijkwaardigheid en fire safety engineering oplossingen. Bij de brandweerregio's is de benodigde expertise in FSE nog niet aanwezig. Verder geven gemeenten aan dat zij behoefte hebben aan beleid voor FSE, met daarin standaardoplossingen voor gelijkwaardigheid. Verder hebben zij behoefte aan een handreiking voor de beoordeling van gelijkwaardige veiligheid (FSE) en voor de beoordeling van resultaten uit simulaties en rekenmodellen.

De bestudeerde dossiers zijn voor het overgrote deel niet volledig en op slecht georganiseerde wijze gearchieveerd. De gelijkwaardigheidsbeoordelingen (n=69) in deze dossiers zijn in 58-74 % van de gevallen onvoldoende volledig voor een inhoudelijke beoordeling en 63-72 % van de bestudeerde dossiers (n=54) is onvoldoende volledig voor een juridische toets. In slechts 37 % van de dossiers is melding gemaakt van het wetsartikel waarop de gelijkwaardigheid is aangevraagd. Deze wetsartikelen vormen de juridische basis voor de toets van gelijkwaardigheid en het behoort een vast onderwerp te zijn in een aanvraag voor gelijkwaardigheid. In slechts 18 % van de dossiers is de genoemde juridische basis juist en in slechts 3 % is de verwijzing zowel juist als volledig. De score van 18 %, of de zeer strikt genomen 3 %, is zorgwekkend.

Er is geen noemenswaardig verschil tussen de volledigheid van de rand-

voorwaarden voor een inhoudelijke en juridische toets van de beoordelingen met rekenmodellen en de beoordelingen met simulaties. Het is zorgwekkend dat de onderbouwing van keuzes veelal ontbreekt in de rapporten. In 80 % van de toepassingen is het bereik van de simulatie niet beschreven, in 55 % van de dossiers is de keuze voor simulatie niet onderbouwd en in 88 % van de dossiers is de uitkomst van de beoordeling niet onderbouwd. Bij de toepassing van simulatie bestaat de output vooral uit gekleurde plaatjes die doorgaans moeilijk te begrijpen zijn en slechts in enkele gevallen zijn toegelicht.

Uit de dossierstudie blijkt dat er geen noemenswaardig verschil is in het aanbod van dossiers die zijn beoordeeld door kleine, middelgrote of grote gemeenten. Verder is er geen noemenswaardig verschil in het type dossiers dat is beoordeeld door kleine, middelgrote of grote gemeenten. De beoordeling van gelijkwaardige brandveiligheid wordt door de meeste gemeenten als lastig ervaren. Het is zorgwekkend dat zelfs de beoordeling van het rekenmodel 'Beheersbaarheid van brand' door gemeenten als lastig wordt ervaren. Dit is een relatief eenvoudige vorm van fire safety engineering.

In tien dossiers is een (semi) dynamisch model toegepast, namelijk het 'Vultijdenmodel'. In 27 dossiers zijn berekeningen met niet-dynamische modellen aangetroffen. In 14 van deze dossiers zijn meerdere modellen toegepast. In totaal zijn 32 berekeningen met niet-dynamische modellen aangetroffen. Van deze berekeningen hebben 26 betrekking op brandveiligheid en zes op vluchtveiligheid. Voor de bepaling van brandveiligheid is veertien maal het 'Reken- en beslismodel Beheersbaarheid van brand' toegepast. Acht maal is de NEN 6068 (WBO) toegepast, één maal in de vorm van een handcalculatie en zeven maal in de vorm van een computermodel toegepast, te weten Winfire (n=3), Pintegraal (n=2) en Brandoplus (n=2). De NEN 6093 (RWA) is drie maal toegepast en de NFPA 13 (sprinkler) is één maal gebruikt.

In 34 van de 54 (63 %) bestudeerde dossiers zijn simulatiesoftware toege-

past. In totaal zijn 40 simulatie-beoordelingen aangetroffen. Van deze simulatiebeoordelingen hebben 27 betrekking op brandsimulatie en dertien op evacuatiesimulatie. De modellen die voor evacuatiesimulatie zijn toegepast zijn SIMULEX (n=12) en STEPS (n=1). De modellen die voor brandsimulatie zijn toegepast zijn PHOENICS versie onbekend / Flair / 3.5 / 6.2.16 (n=9), FDS versie onbekend / 2.0 / 4.0 (n=3), CFX (n=1), CHAM 3.6.1 (n=2), FLUENT 6.0 / 6.2 (n=2) en VESTA (n=1). Het is zorgwekkend dat in 26 % van de simulatiebeoordelingen niet bekend is welk model is toegepast. Hierdoor kan geen oordeel worden gevormd over de juiste toepassing van het model en over de juistheid van de invoerwaarden en de outputgegevens.

Rekenmodellen en/of simulaties worden vooral toegepast voor de beoordeling van een gelijkwaardige oplossing voor problemen die zijn gerelateerd aan de vluchtveiligheid (46 %) of de brandveiligheid (34 %). De juridische basis voor de gelijkwaardige oplossingen voor vluchtveiligheid ligt voornamelijk in artikel 1.5 van het Bouwbesluit (40 %) en in mindere mate zijn het oplossingen vanuit FSE (6 %). Slechts in 20 % van de bestudeerde dossiers is zowel de brand- als de vluchtveiligheid van het gebouwontwerp beoordeeld met een simulatie- of rekenmodel. Hierdoor is geen sprake van de benodigde integrale benadering van brandveiligheid vanuit FSE. In 48 % van de gelijkwaardigheidsbeoordelingen zijn rekenmodellen en/of simulaties toegepast op de beoordeling van risicovolle gebouwen wat betreft de kans op dodelijke slachtoffers.

De meest genoemde problemen voor de toepassing van een gelijkwaardige oplossing zijn:

- de beheersbaarheid van brand (19 %);
- het realiseren van een rookvrije vluchtroute (17 %);
- het overschrijden van de toegestane loopafstanden (13 %);
- de ontruimingstijd (10 %);
- de zichtlengte voor repressieve inzet door de brandweer (9 %).

Simulaties worden vooral toegepast voor de beoordeling van:

- brandveiligheid van grote comparti-

menten (38 %);

- vluchtveiligheid in bijeenkomst- en woongebouwen (36 %);
- brandveiligheid van atria en binnenruimten die zijn aangemerkt als niet-besloten ruimte (26 %).

DISCUSSIE

In de twee besproken studies zijn alleen de procesmatige aspecten van de toepassing van reken- en simulatiemodellen onderzocht. Deze procesmatige aspecten zijn onder andere de benodigde kennis, de gevolgde procedures en de volledigheid van de informatie waarop een beoordeling plaatsvindt. De juistheid van de uitgangspunten en aannames in de gelijkwaardigheidsbeoordelingen is niet bestudeerd. Gezien het blikveld van beide onderzoeken kunnen alleen uitspraken worden gedaan over de wijze waarop invulling wordt gegeven aan FSE met behulp van reken- en simulatiemodellen en niet over de technische kwaliteit van de gelijkwaardigheidsbeoordelingen.

Uit beide onderzoeken blijkt dat FSE in Nederland niet op grote schaal wordt toegepast. De Nederlandse bouwregelgeving biedt ook nauwelijks duidelijke handvatten voor de juiste toepassing van de uitgangspunten van FSE. Ook blijkt dat simulatiemodellen in minder dan de helft van de gevallen (48 %) worden toegepast voor 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 meer aandacht nodig voor een juiste toepassing van beleid bij andere onderwerpen van brandveiligheid dan nu het geval is. Verder komt zowel uit de 'Staalkaart adviesbureaus' als uit de 'Dossierstudie simulatie' naar voren dat een verbetering noodzakelijk is in de toepassing van reken- en simulatiemodellen.

Adviesbureaus kunnen de technische rapporten verbeteren door invulling te geven aan de randvoorwaarden voor een inhoudelijke en juridische toets, zoals die zijn omschreven in het 'Procesmodel Gelijkwaardigheid' [14]. In veel rapporten ontbreekt informatie over de modellen die zijn toegepast, zoals het type model dat is toegepast,

het toepassingsgebied en de wijze waarop het model is gevalideerd en geverifieerd. Verder zijn de keuzes voor de uitgangspunten, aannames en de bouwtechnische oplossingen niet of onvoldoende onderbouwd met betrouwbare gegevens uit wetenschappelijk onderzoek. Ook ontbreekt veelal de weergave van de juridische basis voor gelijkwaardige brandveiligheid, of zijn de weergegeven wetsartikelen waarop de gelijkwaardigheid is gebaseerd onjuist. Dit is zorgwekkend voor de kwaliteit van de beoordeling van gelijkwaardigheid. Een andere zorgelijke bevinding is dat slechts in één op de vijf dossiers sprake is van een integrale benadering van brandveiligheid vanuit FSE. In de overige gevallen is alleen de 'vluchtveiligheid' of 'brandveiligheid' onderwerp van de gelijkwaardigheidsbeoordeling.

Gemeenten kunnen het beoordelingsproces verbeteren door meer samen te werken met andere gemeenten (in de brandweerregio). De meeste gemeenten komen slechts enkele malen per jaar, of zelfs per meerdere jaren, in aanraking met vergunningaanvragen waarin gebruik is gemaakt van simulatie voor de beoordeling van de brandveiligheid van een gebouwontwerp. Dit betekent dat een afzonderlijke gemeente niet de routine en vaardigheden kan opbouwen die nodig is voor de toetsing van de juistheid van de gelijkwaardigheidsbeoordeling met simulatie. Bovendien zijn er verschillende simulatiemodellen die kunnen worden toegepast. Daardoor is het nauwelijks mogelijk voldoende kennis te hebben van de werking en beperkingen van het specifieke model dat is toegepast. Door samen te werken, op regionaal niveau of mogelijk zelfs op nationaal niveau, is het wel mogelijk de benodigde expertise op te bouwen. Het is zorgwekkend dat de bestudeerde dossiers over het algemeen goedgekeurde bouwvergunningaanvragen zijn, terwijl slechts in 28-37 % van de dossiers de randvoorwaarden voor een juridische toets zijn ingevuld en slechts in 26-52 % van de dossiers voldoende informatie voor een inhoudelijke beoordeling aanwezig is. Hoewel de adviesbureaus verantwoordelijk zijn voor de inhoud van de rapportages zouden gemeenten geen goedkeuring moeten verlenen aan onvolledige bouwvergunningaanvragen.

Zowel gemeenten als adviesbureaus geven aan behoefte te hebben aan beleid voor FSE en voor de toepassing van reken- en simulatiemodellen. Verder hebben zij behoefte aan een handreiking met uitgewerkte en goedgekeurde voorbeelden van FSE-oplossingen die voldoen aan de bouwregelgeving. Deze behoefte komt overeen met aanbeveling van Lundin (2005) in een onderzoek in Zweden naar het effect van de gewijzigde regelgeving van prescriptief naar uitsluitend performance-based [9]. Lundin stelt op basis van zijn bevindingen onder andere dat een continue ontwikkeling van een prescriptieve ontwerpmethodologie nodig blijft. Een van zijn argumenten is dat prescriptieve ontwerpoplossingen (zoals de huidige prestatie-eisen in het Bouwbesluit) de beste basis vormen om te bepalen welke oplossingen wel en niet acceptabel zijn voor de invulling van de doelvoorschriften.

Adviseurs vinden een mbo werk- en denkniveau, aangevuld met praktijkervaring, voldoende om met reken- en simulatiemodellen te werken. Gemeenten geven aan dat minimaal een hbo-niveau noodzakelijk is om de FSE-oplossingen te kunnen beoordelen op gelijkwaardigheid ten opzichte van de bouwregelgeving. Zowel gemeenten als adviesbureaus geven aan dat in Nederland, op het moment van de interviews, geen of onvoldoende aanbod is van geschikte opleidingen voor de toepassing van simulaties.

Volgens enkele adviesbureaus zijn in Nederland maar weinig echte deskundigen op het gebied van CFD. Uit de dossierstudie blijkt dat de rapporten in ongeveer de helft van de dossiers met simulatie afkomstig zijn van drie adviesbureaus. Hoewel het marktaandeel niet noodzakelijkerwijs verband houdt met de deskundigheid van een adviesbureau kan het wel als een indicatie worden beschouwd. Uit de analyse naar de invulling van de randvoorwaarden voor een inhoudelijke en juridische toets blijken de drie adviesbureaus overigens niet sterk af te wijken van de andere adviesbureaus. Voor alle dossiers geldt dat de randvoorwaarden in meer dan de helft van de dossiers niet voldoende zijn ingevuld om een juiste beoordeling te kunnen maken.

CONCLUSIES

Niet zozeer de CFD techniek is de kritische factor voor de kwaliteit van de uitkomst van een simulatie, maar de gebruiker en de toepasser van de simulatie. Uit de twee deelonderzoeken komt naar voren dat een verbetering noodzakelijk is in de toepassing van reken- en simulatiemodellen. Dit geldt zowel voor de ontwerpende partij (de adviseur) als de toetsende partij (gemeente). Zo blijkt de invulling van de randvoorwaarden voor een inhoudelijke en juridische toets in het merendeel van de dossiers niet voldoende volledig te zijn. Dit is zorgwekkend voor de kwaliteit van de beoordeling van gelijkwaardigheid. De bevindingen uit de dossierstudie sluiten aan bij de ervaringen uit Groot-Brittannië en Zweden dat bij bouwvergunningaanvragen computermodellen veelal onjuist worden toegepast.

Een andere zorgelijke bevinding is dat slechts in één op de vijf dossiers sprake is van een integrale benadering van brandveiligheid vanuit FSE. Dit wekt de indruk dat zowel bij adviesbureaus als bij gemeenten onvoldoende kennis en inzicht aanwezig is om de uitgangspunten voor FSE op een juiste wijze toe te passen. Deze indruk wordt bevestigd door de in de twee onderzoeken uitgesproken behoefte aan specifiek beleid voor FSE en aan een handreiking voor de beoordeling van gelijkwaardigheid. Deze behoefte komt overigens overeen met de aanbeveling voor een continue ontwikkeling van een prescriptieve ontwerpmethodologie. Deze aanbeveling is afkomstig uit een soortgelijke dossierstudie in Zweden die in 2005 is gepubliceerd. Toch is de concrete uitwerking van beleid en een handreiking slechts een stap in de goede richting, aangezien de juiste toepassing van reken- en simulatiemodellen vooral afhankelijk is van voldoende kennis, ervaring en beroeps-ethiek bij de personen die met de modellen werken of de resultaten uit de modellen beoordelen. 

REFERENTIES

1. Van Vliet, V., Kobes, M., Schokker, J.J. 2007. *Staalkaart adviesbureaus. Onderzoeksprogramma Simulatie*. NIFV, Arnhem.
2. Kobes, M. 2008. *Dossierstudie simulatie: Studie bij gemeenten naar*

de beoordeling van gelijkwaardige brandveiligheid met simulatie en rekenmodellen. Onderzoeksprogramma Simulatie. NIFV, Arnhem.

3. Kobes, M., N. Rosmuller, J. Schokker en V.M.P. van Vliet, 2006. *Verkenning van simulatiemodellen: Brand- en rookontwikkeling, evacuatie- en interventiemodellering*. NIFV, Arnhem.
4. VROM, 2003. *Bouwbesluit*, Den Haag.
5. Kobes, M. 2008. *Zelfredzaamheid bij brand: kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen*. Boom Juridische uitgevers, Den Haag.
6. Purvis, R.L., Sambamurthy, V., Zmud, R.W. 2001. *The assimilation of knowledge platforms organizations: an empirical investigation*. *Organization Science* 12 (2), 117-135.
7. www.ife.org.uk
8. www.sfpe.org
9. Lundin, J. 2005. *Safety in case of fire. The effect of changing regulations*. Doctoral thesis. Lund University, Sweden.
10. 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.
11. Lemaire, A.D. 2005. *CFD Het ultieme gereedschap? In: Brandveilige gebouwen 10 maart 2005*, TU Delft, faculteit Bouwkunde, Leerstoel Installaties, Delft.
12. Coppens, E.G.C., Pluim, W., Pothuis, J.W. 2003. *Inventarisatie grote brandcompartimenten*. PRC ouwcentrum BV. Bodengraven.
13. Van der Veek, J.H., Horsley, K.M. 2003. *Brandveiligheidseisen hoogbouw*, V2BO Advies.
14. Nibra 2003. *Procesmodel gelijkwaardigheid*, Arnhem.