

Inleiding Brandbeveiligingsconcepten

Kenniskbank Bouwfysica

Auteur: Ruud van Herpen MSc.

1 Het belang van brandveiligheid

Vrijwel jaarlijks zijn er voorbeelden voorhanden van ernstige branden in gebouwen of bouwwerken, waarbij grote aantallen slachtoffers vallen. Hoewel de regelgeving op het gebied van brandveiligheid, onder druk van deze incidenten, continu wordt verbeterd, blijft het verschijnsel brand een moeilijk te beheersen fenomeen.



figuur 1. bovenstaand krantenartikel bewijst weer eens dat brand een moeilijk te beheersen fenomeen is; de consequenties voor de omgeving van de inrichting waar de brand woedde waren in dit geval groot (juni 2003)

Allereerst is er de brand zelf die fysisch moeilijk voorspelbaar is, en deels een empirische wetenschap is. Vervolgens heeft ook de ruimte waarin de brand woedt en de rest van het gebouw of bouwwerk invloed op het brandscenario. Niet alleen het materiaalgebruik, maar zeker ook de vormgeving van de bouwkundige omhulling is van essentieel belang. De rol hiervan wordt nog groter als naast het brandscenario ook het vluchtscenario moet worden beschouwd.

Dit vluchtscenario (en uiteraard ook de evacuatie van niet-zelfredzame personen en de inzet van de hulpdiensten) kan niet los gezien worden van het brandscenario. Immers, waar vuur is, is rook, en vooral de verspreiding van de rook kan het vluchten belemmeren. Naast beheersbaarheid van brand is beheersbaarheid van rook een essentieel onderdeel in de brandveiligheid van bouwwerken en gebouwen. Het aantal dodelijke slachtoffers bij een brand bestaat uit ongeveer 10% directe slachtoffers nabij de brandhaard en 90% indirecte slachtoffers ten gevolgen van de rook (rookvergiftiging, verbranding door hete rook, desoriëntatie, etc.).



figuur 2. Brand in een opslaghal. De brand heeft zich inmiddels ook uitgebreid naar de dakbedekking. Dit leidt tot een enorme rookontwikkeling. Een dergelijke rookontwikkeling kan zich evengoed ook binnen het gebouw voordoen. Hier wordt in eerste instantie het volume van de rook beperkt door de bouwkundige afmetingen van het bouwwerk of het gebouw. Als gevolg hiervan zal de rook compacter en dus heter, dichter en giftiger zijn dan het rookvolume dat op deze foto buiten het gebouw te zien is. (februari 2003)

Fire Safety Engineering houdt dan ook in, dat het fysische verschijnsel brand gekoppeld wordt aan het bouwwerk of het gebouw waarin deze kan woeden. De vorm en afmetingen van de ruimten, de situering van de vluchtroutes hierin en de materialisering van de begrenzingen bepalen, naast het brandscenario, de mate van brandveiligheid. Door daarnaast ook de brandbeveiligingsinstallaties in beschouwing te nemen kan door een optimale afstemming van grootheden een optimale veiligheid ten aanzien van brand verkregen worden.

Dergelijke maatwerk-oplossingen worden ook wel brandbeveiligingsconcepten genoemd.

2 Brandveiligheid in de regelgeving

De regelgeving kan niet voorzien in maatwerk-oplossingen, maar behelst de standaard-oplossingen. Dit houdt in dat verschillende grootheden los van elkaar worden gezien en allemaal hun eigen eisen of grenswaarden bezitten. Zo zijn er aparte eisen aan maximale brandcompartimentsgrootten, de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag, vluchtlengten en weerstand tegen rookdoorgang, zonder dat er enige relatie tussen de eisen voor de verschillende grootheden aanwezig is. Het toepassen van de regelgeving leidt dus niet automatisch tot een optimaal brandbeveiligingsconcept, maar wel tot een brandveilige oplossing. Bovendien is het voordeel van een regelgeving in aparte grootheden en eisen, dat een ontwerp eenduidig en relatief eenvoudig te toetsen is ten aanzien van brandveiligheid.

De publiekrechtelijke regelgeving omvat alleen datgene dat van belang is om de veiligheid van personen te garanderen en de omgeving van de inrichting, het bouwwerk of het gebouw van

schade of hinder te vrijwaren. De regelgeving ligt daarbij op het niveau van het maatschappelijk aanvaardbaar risico. Zaken die te maken hebben met schadebeperking aan of in het bouwwerk of het gebouw kunnen niet als overheidstaak worden gezien. Hier beslist de eigenaar, gebruiker en/of verzekeringsmaatschappij wat een aanvaardbaar risico is. Dat is daardoor niet minder belangrijk; er zijn genoeg voorbeelden bekend van bedrijven die de gevolgen van een brand niet hebben overleefd. Niet alleen de directe schadekosten spelen hierin een rol, maar zeker ook de stagnatie in de productie of diensten en het verlies van de markt die dit tot gevolg heeft.

	omgeving	gebouw/bouwwerk	inrichting
veiligheid	overheidstaak	overheidstaak	(gemeentelijke) overheidstaak
schadebeperking	overheidstaak/ eigenaar-gebruiker	eigenaar-gebruiker	eigenaar-gebruiker

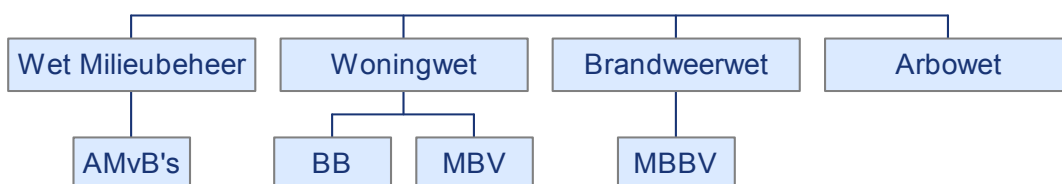
tabel 1. De criteria veiligheid en schadebeperking uitgezet tegen de schaalgrootte. Welke eisen dient de overheid publiekrechtelijk te regelen en wat dient de eigenaar of gebruiker in het eigen programma van eisen te regelen?

De cellen in tabel 1 waarvoor publiekrechtelijke regelgeving van toepassing is, zijn gemarkeerd. Hieruit blijkt wel dat veiligheid uit dit oogpunt zwaarder weegt dan schadebeperking. Vandaar ook de term “brandveiligheid”.

De publiekrechtelijke regelgeving ten aanzien van brandveiligheid is ondergebracht in grofweg vier wetten:

- de wet milieubeheer, voor wat betreft de omgeving van een inrichting, bouwwerk of gebouw;
- de woningwet, voor wat betreft het brandveilig bouwen (Bouwbesluit) en brandveilig gebruiken (Bouwverordening) van bouwwerken en gebouwen;
- de brandweerwet, voor wat betreft de inzet van de brandweer;
- de Arbowet, voor wat betreft de brandveiligheid, gerelateerd aan het arbeids- of productieproces.

In figuur 3 is de publiekrechtelijke regelgeving in een schema weergegeven.



figuur 3. globale indeling van de regelgeving met betrekking tot brandveiligheid in Nederland

De onder de verschillende wetten aangegeven afkortingen houden het volgende in:

- AMvB: Algemene Maatregel van Bestuur (voor diverse inrichtingen waarop de Wet Milieubeheer van toepassing is);
- BB: Bouwbesluit (ook dit is een AMvB, behorende bij de Woningwet);
- MBV: Model BouwVerordening (gemeentelijke bouwverordening);
- MBBV: Model BrandBeveiligingsVerordening (gemeentelijke brandbeveiligingsverordening).

De onderverdeling volgens figuur 3 houdt in dat de bouwtechnische eisen voor een bouwwerk of gebouw zijn ondergebracht in het Bouwbesluit en de gebruikstechnische eisen in de gemeentelijke bouwverordeningen.

De regelgeving in het Bouwbesluit rust grofweg op de volgende pijlers:

- beperking van de kans op brand;
- in stand houden van hoofddraagconstructie en vluchtroutes;
- beheersing van brand;
- beheersing van rook en vluchtveiligheid.

De beperking van de kans op brand is slechts in beperkte mate met bouwtechnische maatregelen te garanderen. Het gaat hier vooral om de inrichting en het gebruik, zodat wat dit betreft het aantal artikelen in het Bouwbesluit beperkt is. In principe leent de (model)Bouwverordening zich hier meer voor.

Het in stand houden van de hoofddraagconstructie (om voortschrijdende instorting van het bouwwerk of het gebouw te voorkomen) en vluchtroutes (welke gedurende 30 minuten bruikbaar moeten blijven) is met relatief eenvoudige eisen te waarborgen. Het gaat hier om eisen ten aanzien van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken. Deze hebben echter daarnaast ook een relatie met brandbeheersing (namelijk het in stand houden van de brandcompartimentering) en rookbeheersing (namelijk het in stand houden van de rookcompartimentering).

Door het gebouw in te delen in brand- en rookcompartimenten wordt invulling gegeven aan brand- en rookbeheersing. In de onderstaande kaders wordt zeer globaal de hoofdlijn van de regelgeving op dit vlak aangegeven.

Regelgeving brandbeheersing	Regelgeving rookbeheersing
■ Gebouw indelen in brandcompartimenten: - <i>WBDBO</i> > 60 minuten - Max. 1000 m² - Brandwerendheid (hoofd)draagconstructie voor in stand houden compartimenten ■ Grotere compartimenten bij: - Toepassing sprinklerinstallatie - Geringe vuurbelasting	■ Gebouw indelen in rookcompartimenten: - <i>WRD</i> > 30 minuten - Max. vluchtlengte door de rook bepaalt grootte rookcompartiment - Buiten het rookcompartiment: 2 onafhankelijke vluchtroutes - Brandwerendheid draagconstructie voor in stand houden vluchtroutes

figuur 4. hoofdlijnen van de regelgeving volgens het Bouwbesluit voor brandbeheersing en rookbeheersing

3 Fire Safety Engineering

3.1 Fire Safety Engineering: van regelgeving naar brandbeveiligingsconcept

Zoals in hoofdstuk 2 al is aangegeven, houdt Fire Safety Engineering zich bezig met alle grootheden die het brand- en rookscenario beïnvloeden vanuit een fysische invalshoek in onderlinge samenhang beschouwd. In ISO/TR 13387-1 (Fire Safety Engineering Part 1: The application of fire performance concepts to design objectives) wordt Fire Safety Engineering als volgt gedefinieerd:

“De toepassing van fysische principes, regels en (empirische) deskundigheid, gebaseerd op een wetenschappelijke benadering van het verschijnsel brand, de bijbehorende effecten en het gedrag van mensen, met als doel:

- levens te redden, eigendommen en omgeving te beschermen;
- het risico van brand en de bijbehorende effecten te kwantificeren;
- analytisch de optimale beschermende en preventieve maatregelen te bepalen, noodzakelijk om de consequenties van brand te beperken tot de gestelde grenzen.”

In tegenstelling tot de regelgeving, waarin brandveiligheid in een groot aantal grootheden is uitgesplitst met elk hun eigen eisen en grenswaarden worden met Fire Safety Engineering deze grootheden juist in onderlinge samenhang beschouwd. Het zal duidelijk zijn dat daarmee preventieve maatregelen kunnen worden geoptimaliseerd en goed op het bouwwerk of gebouw kunnen worden afgestemd. Er ontstaat een maatwerk-oplossing ten aanzien van brandveiligheid, doorgaans aangeduid als brandbeveiligingsconcept.



figuur 5. van regelgeving naar brandbeveiligingsconcept

De deterministische aanpak (per afzonderlijke grootheid vaststellen of wel/niet aan de eis wordt voldaan), zoals in de regelgeving ten aanzien van brandveiligheid wordt gehanteerd, volstaat dus niet voor een brandbeveiligingsconcept. Een brandbeveiligingsconcept houdt rekening met worst-case scenario's en het risico van deze scenario's. In een brandbeveiligingsconcept worden dus de scenario-benadering en de probabilistische benadering (risico-analyse) gecombineerd. Het worst-case scenario kan worden gedefinieerd als het scenario met het grootste risico, of het scenario met het grootste gevolg.

Het gevolg wordt gekwantificeerd in het aantal dodelijke slachtoffers bij het brandincident. Het risico van dit incident (of scenario) is gelijk aan het gevolg, vermenigvuldigd met de kans hiervan. In feite is dit verband niet lineair (zoals het bovenstaande suggereert), maar logaritmisch.

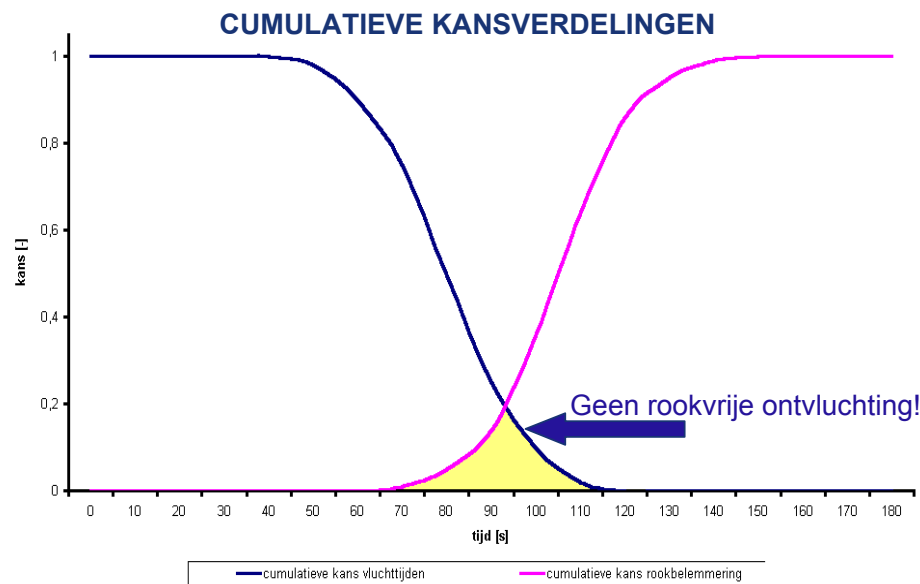


figuur 6. de drie benaderingen die in een brandbeveiligingsconcept een rol spelen; vooral de probabilistische benadering en de scenario-benadering spelen hierin een rol

3.2 Voorbeeld: Vluchten vanuit een grote ruimte met hoge bezettingsgraad

Een voorbeeld voor de combinatie van een scenario-analyse en een risico-analyse is het vluchten uit een groot compartiment met veel aanwezige personen. Als worst-case scenario kan worden uitgegaan van een snelle brandontwikkeling met hoog vermogen en hoge rookproductie bij een volle bezetting in het compartiment. Zelfs als het risico van dit scenario zeer klein is, kan het gevolg (dodelijke slachtoffers) groot zijn, zodat het aanbeveling verdient met dit worst-case scenario rekening te houden.

Het aantal slachtoffers neemt toe naarmate de rookontwikkeling en rookverspreiding toenemen en de vluchttijden in de rook te groot worden. In figuur 7 zijn de beide cumulatieve kansverdelingen (rookverspreiding vs. vluchttijden) opgenomen. De mate van overlap van deze cumulatieve kansverdelingen bepaalt het aantal (indirecte) slachtoffers ten gevolge van de rook. Het spreekt voor zich dat een veilige oplossing pas bereikt wordt als geen overlap meer aanwezig is. De maatregelen om dit te bereiken zullen er dan ook op gericht moeten zijn de kansverdelingen zodanig te beïnvloeden dat overlap wordt voorkomen.



figuur 7. twee cumulatieve kansverdelingen in een grafiek uitgezet
 1. de kansverdeling van de verblijfstijd in het compartiment;
 2. de kansverdeling van de rookbelemmering ter plaatse van vluchtroutes in het compartiment.

De horizontale as geeft het tijdsverloop aan, vanaf het ontstaan van brand; de verticale as geeft de kans aan (van 0 tot 1). In de overlap van de beide verdelingen is geen rookvrije ontvluchting mogelijk. Enige overlap kan in principe worden toegestaan, aangezien ontvluchting in de rook gedurende een geringe tijd (30 seconden) mogelijk geacht wordt.

3.3 Voorbeeld: Vluchten uit grote hoge ruimten vs. grote lage ruimten

Een maatregel waarmee de kansverdeling van de rookbelemmering kan worden beïnvloed bij grote hoge ruimten is de toepassing van een rook- en warmte-afvoerinstallatie (RWA), doorgaans in het dakvlak van het compartiment aangebracht. De luchttoevoer wordt in dat geval via gevelopeningen gerealiseerd.

Het effect van een rook- en warmte-afvoerinstallatie wordt duidelijk door de onderstaande twee videoclips met elkaar te vergelijken. Het gaat in beide gevallen om een kleine brand in een hoge ruimte (bedrijfshal), waarbij in het ene geval geen RWA wordt toegepast en in het andere geval wel.



figuur 8a. brand en rookontwikkeling in een bedrijfshal zonder RWA-voorziening



figuur 8b. brand en rookontwikkeling in een bedrijfshal met RWA-voorziening; tevens is een sprinklervoorziening aangebracht, doch deze is in het kader van rookbeheersing van ondergeschikt belang in de ontvluchttingsfase

Bij grote lage ruimten is toepassing van een RWA-installatie niet zinvol. Er kan immers vrijwel geen rooklaagdikte worden toegestaan. Bij grote lage ruimten ligt toepassing van stuwkrachtventilatoren, ten behoeve van rookverdrrijving en rookverdunding, meer voor de hand. Dergelijke stuwkrachtventilatoren vinden vooral toepassing in tunnels en parkeergarages.



figuur 9. stuwkrachtventilatoren voor de langsventilatie van een tunnelbuis