

Brandveiligheid in hoogbouw

Een verkennend onderzoek naar de
(on)mogelijkheden bij het repressief
brandweeroptreden in hoge gebouwen



Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2022

Auteur(s)	M. Leene, R. van Liempd, R. van den Dikkenberg, J. van der Graaf, L. de Witte, R. Weewer
Contactpersoon	R. Weewer
Opdrachtgever	Taskforce Hoogbouw
Contactpersoon	E. Lieben
Datum	28 november 2022
Foto's	Brandweer Rotterdam-Rijnmond/Megin Zondervan

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Samenvatting

In Nederland wordt steeds vaker hoger gebouwd. Niet alleen de hoogte van gebouwen, maar ook de dichtheid van het aantal hoge gebouwen neemt toe, evenals de complexiteit en het gebruik van de gebouwen. De brandweer maakt zich zorgen of de huidige preventieve voorzieningen nog voldoende zijn. Met name, gezien de recente branden in hoge gebouwen in het buitenland brandbestrijding nog wel goed mogelijk is en voldoende wordt ondersteund door de preventieve eisen. Daarom heeft de Raad van Directeuren en Commandanten Veiligheidsregio's (RCDV) gevraagd aan het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) om onderzoek te doen naar de mogelijkheid om brandveiligheid in hoge gebouwen te verbeteren. Dit onderzoek heeft een verkennend karakter en richt zich op de praktijk van brandbestrijding in hoogbouw in Nederland. Het doel is het verkennen van de (on)mogelijkheden bij repressief optreden van de brandweer in hoge gebouwen.

De hoofdvraag luidt:

In hoeverre kan een brand in hoge gebouwen repressief worden bestreden gegeven de huidige regelgeving voor hoogbouw, en welke aanpassingen in de regelgeving zijn eventueel nodig om die te verbeteren?

Het onderzoek bestaat uit vier onderdelen. Er is een (beperkte) deskresearch uitgevoerd aan de hand van handreikingen en de bouwregelgeving. Daarnaast is aangeleverde casuïstiek van branden in hoge gebouwen uit verschillende veiligheidsregio's bestudeerd. Er is een tweetal expertsessies met deelnemers uit het brandweerveld georganiseerd, een met experts op het gebied van brandbestrijding en een met experts op het gebied van risico-beheersing. Tot slot is een oefening met het scenario 'brand in een hoog gebouw' bijgewoond. De aldus verkregen gegevens zijn vervolgens geanalyseerd. Voor de duiding van de resultaten is gebruikgemaakt van de doctrine gebouwbrandbestrijding (het kwadrantenmodel, het kenmerkenschema en de basisprincipes voor brandbestrijding).

Er is geconstateerd dat een brand in hoge gebouwen niet adequaat kan worden bestreden met de huidige tactische en operationele doctrine brandbestrijding en dat de bestaande bouwregels ontoereikend zijn. De fysieke aspecten, ongunstige tijdsfactoren (lange aanvalsweg, tijdrovende verkenning, capaciteitsvraagstuk bij ontruiming), mogelijke problemen met communicatie, slechte bereikbaarheid voor het materieel als gevolg van stedelijke verdichting en voorzieningen waarvan niet gegarandeerd kan worden dat ze werken zoals droge blusleidingen zijn allemaal belemmeringen bij een brand in een hoog gebouw. Ook de beperkte geoefendheid en het ontbreken van een goed handelingsperspectief spelen een rol. Dit alles levert risico's op voor het brandweerpersoneel en voor de bewoners van het betreffende gebouw.

De vraag welke aanpassingen in de regelgeving eventueel nodig zijn kan op basis van dit onderzoek niet beantwoord worden. Wel kan in algemene zin gesteld worden dat hoe hoger het gebouw is, hoe langer het duurt voordat de brandweer een effectieve inzet kan uitvoeren. Dit geldt met name voor een inzet via de trap of wanneer de brandweerlift

onvoldoende capaciteit heeft om brandweerpersoneel naar de juiste locaties te brengen. Aanvullende maatregelen moeten daarom gerelateerd zijn aan het tijdspad van de inzet: hoe langer de verwachte inzetijd, hoe zwaarder de aanvullende maatregelen. Ook is er een relatie tussen de lengte van de vluchtweg en de omvang van de populatie.

Hiervoor is meer onderzoek nodig, waarbij de vraag relevant is welk restrisico nog acceptabel gevonden wordt. Uit dit verkennend onderzoek blijkt in ieder geval dat preventieve maatregelen nodig zijn om brand te voorkomen en klein te houden naast innovatieve ondersteuning voor de repressie.

Inhoud

	Samenvatting	3
	Inleiding	6
1	Onderzoeksopzet	10
1.1	Algemene opzet	10
1.2	Onderzoeksmethode	10
1.3	Kwaliteit van het onderzoek	11
2	Theoretisch kader	12
1.1	Het kwadrantenmodel	12
1.2	Het kenmerkenschema	13
1.3	De basisprincipes voor brandbestrijding	13
1.4	Definitie van hoogbouw	15
1.5	Fysieke en mentale belasting en belastbaarheid	15
3	Resultaten brandpreventie	16
3.1	Bouwregelgeving	16
3.2	Waarop is de bouwregelgeving gebaseerd?	21
3.3	Is de bouwregelgeving nog passend?	23
3.4	Veranderingen risico's hoogbouw	28
4	Resultaten brandbestrijding	31
4.1	Adequate brandbestrijding in hoge gebouwen	31
4.2	Repressieve (on)mogelijkheden	31
4.3	Fysieke en mentale belasting en belastbaarheid	35
4.4	Innovaties	37
5	De afstemming tussen bouwregelgeving en inzet	38
6	Beantwoording hoofd- en deelvragen	40
6.1	Beantwoording van de deelvragen	40
6.2	Beantwoording van de hoofdvraag	45
	Literatuurlijst	46
	Bijlage A Casussen	48
	Bijlage B Deelnemers expertsessies	49
	Bijlage C Bouwregelgeving hoge gebouwen	50

Inleiding

In de afgelopen decennia zijn wereldwijd en ook in Nederland gebouwen steeds hoger geworden. Sinds 2020 staan er in Nederland gebouwen van meer dan 200 meter. Op het moment van schrijven van dit rapport telt het hoogste gebouw¹ in Nederland – woontoren 'De Zalmhaven' in Rotterdam – een hoogte van 215 meter. Hoge gebouwen, ook wel hoogbouw genoemd, zijn vooral maar zeker niet uitsluitend te vinden in grote steden. Met uitzondering van de provincie Drenthe, staan er in alle provincies één of meerdere gebouwen met een hoogte van meer dan 70 meter.

De verwachting is dat gebouwen steeds hoger zullen worden. Dit blijkt onder andere uit de hoogbouwvisies van verschillende grote steden. De gemeente Rotterdam stelde een paar jaar geleden maximumhoogte van 250 meter in voor de binnenstad (Gemeente Rotterdam, 2019). In de 'Visie Hoogbouw' van de gemeente Rotterdam worden echter wel kaders gegeven voor een zogenaamd 'Hoogbouw-plus-project' van 200-400 meter. In Amsterdam ligt de grens lager, namelijk op 150 meter (Gemeente Amsterdam, 2011). Er zijn ook gemeentes die geen maximumhoogte aangeven voor bepaalde gebieden in de stad (Gemeente Utrecht, 2005; Gemeente Utrecht, 2021; Gemeente Den Haag, 2017).

Uit een recente inventarisatie van Stichting Hoogbouw (2020) blijkt dat er sprake is van een forse stijging in het aantal (gepland en in aanbouw zijnde) hoogbouwprojecten. Het aantal hoogbouwplannen bij gemeentes neemt eveneens fors toe. Op basis van prognoses zou het aantal hoogbouwtorens in 2030 verdubbeld kunnen zijn ten opzichte van 2010. Hoogbouw is echter conjunctuurgevoelig en dus is de (snelheid van de) toename van hoogbouw afhankelijk van economische ontwikkelingen (Centraal Planbureau, 2019; Stichting Hoogbouw, 2020).

Hoogbouw is een van de middelen om invulling te geven aan stedelijke verdichtingsvraagstukken. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om de identiteit van een stad vorm te geven (Ministerie van VROM, 2008). In hoogbouw komen met name kantoor- en woonfuncties voor. Waar er in het verleden vaak sprake was van één functie, worden steeds vaker meerdere gebruiksfuncties in één gebouw gecombineerd (V2BO Advies, 2003). Ook is er meer aandacht voor duurzaamheid en leefbaarheid. Dit vertaalt zich in gebouwen met groen (zowel horizontaal als verticaal) en in houten gebouwen, bijvoorbeeld van cross laminated timber (CLT) (Stichting Hoogbouw, 2020).

Aanleiding

De brandweer uit zorgen over de vlucht die hoogbouw in Nederland heeft genomen. Er is niet alleen sprake van een toename van hoogbouw, maar ook het gebruik ervan verandert, wat invloed heeft op de brandveiligheid. De brandweer ziet het als haar taak om te zoeken naar mogelijkheden om de brandveiligheid van hoogbouw te verbeteren. De Raad van

¹ Niet te verwarren met 'Bouwwerk'. Het hoogste bouwwerk (ook wel constructie) in Nederland is een toren met een zendmast, de Gerbrandytoren in IJsselstein.

Directeuren en Commandanten Veiligheidsregio's (RCDV) deelt de zorgen van de brandweer. Om deze reden is besloten dit vraagstuk onder te brengen in de Taskforce Hoogbouw. Deze Taskforce heeft als doel gesteld dat hoge gebouwen in Nederland het noodzakelijke brandveiligheidsniveau krijgen en behouden en dat er voor de brandweer repressief voldoende mogelijkheden zijn om op te treden bij brand in hoge gebouwen. Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) is gevraagd onderzoek te doen naar de mogelijkheid om brandveiligheid in hoge gebouwen te verbeteren. Het vraagstuk wordt benaderd vanuit repressieve (on)mogelijkheden in overleg met het brandweerveld (zowel risicobeheersing als incidentbestrijding).

Doel, hoofdvraag en deelvragen

Het doel van dit onderzoek is het verkennen van de (on)mogelijkheden bij repressief optreden van de brandweer in hoge gebouwen. Hoewel de focus ligt op brand, vormen ook andere incidenten in hoogbouw een uitdaging voor de brandweer en kan dit onderzoek tevens bruikbare input geven voor optreden bij dergelijke incidenten.

De hoofdvraag van dit verkennend onderzoek luidt:

In hoeverre kan een brand in hoge gebouwen repressief worden bestreden gegeven de huidige regelgeving voor hoogbouw, en welke aanpassingen in de regelgeving zijn eventueel nodig om die te verbeteren?

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

Voor incidentbestrijding:

1. Wat wordt verstaan onder hoge gebouwen?
2. Wat wordt verstaan onder adequate brandbestrijding in hoge gebouwen?
3. Over welke mogelijkheden beschikt de repressieve dienst momenteel met betrekking tot brandbestrijding in hoge gebouwen?
4. Welke beperkingen zijn er nu voor (effectieve) brandbestrijding in hoge gebouwen?
5. Welke handelingsperspectieven zijn er voor brandbestrijding in hoge gebouwen?
6. Wat zijn realistische verwachtingen met betrekking tot mentale en fysieke belasting en belastbaarheid van brandweermensen in de context van brandbestrijding in een hoog gebouw?
7. Welke innovaties zijn mogelijk om de brandbestrijding in hoge gebouwen te verbeteren en/of te vereenvoudigen?

Voor risicobeheersing:

8. Welke bouwregels zijn er nu ten aanzien van de brandveiligheid in hoge gebouwen, waarop zijn die gebaseerd en zijn die nog passend bij de huidige risico's?
9. In hoeverre sluit de brandbestrijding aan op de regelgeving?
10. In hoeverre zijn de brandrisico's in hoge gebouwen veranderd sinds de regelgeving is vastgesteld?
11. Welke aanvullende regels zouden er moeten komen om de repressieve mogelijkheden voor de brandweer te verbeteren en daarmee de veiligheid voor gebruikers en bewoners te verbeteren?

Bedacht moet worden dat de verantwoordelijkheid voor de diverse onderwerpen die worden besproken in dit onderzoek belegd zijn bij verschillende ministeries. Zo is bijvoorbeeld brandveilig ontwerp (bouwregelgeving) belegd bij het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en brandveiligheid gebruik en beheer in relatie met bijvoorbeeld 'vergrijzing en zorg' bij het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS). Incidentbestrijding valt dan weer onder het Ministerie van Justitie en Veiligheid (JenV). Dit betekent er zorg voor moet worden gedragen dat de aandachtspunten die volgen uit dit onderzoek of uit eventuele vervolgonderzoeken worden geadresseerd aan het ministerie dat daarvoor verantwoordelijk is.

Afbakening

Het onderzoek heeft een verkennend karakter en richt zich op de praktijk van brandbestrijding in hoogbouw in Nederland. Daarbij is onderscheid gemaakt in gebouwen tussen 20-70 m en 70 m en hoger.

Voor de brandveiligheid in de hoogbouw zijn er in grote lijnen drie aspecten van belang:

- > risicobeheersing (brandpreventie)
- > incidentbestrijding
- > gebruik en beheer.

De focus in dit rapport ligt op de repressieve (on)mogelijkheden bij brand als incidenttype. Voor wat betreft de risicobeheersing (brandpreventie) is uitsluitend gekeken naar wat op het gebied van bouwkundige regelgeving moet worden gedaan om de repressieve inzet mogelijk te maken. Er wordt dus niet gekeken naar risicofactoren voor (de kans op het ontstaan van) brand in hoogbouw en ook niet naar gebruik en beheer. Brand wordt gezien als worst-case-scenario waarbij soms ook grootschalige evacuatie of redding door de brandweer nodig is. Evenmin is gekeken welke ontwikkelingen er op repressief vlak gaande zijn en wat die kunnen betekenen voor de huidige (bouw)regelgeving (denk bijvoorbeeld aan flexibele voertuigbezetting).

Voorts is het onderzoek niet uitputtend:

- > Er is slechts een (beperkte) deskresearch uitgevoerd en ten aanzien van de bouwregelgeving en handreikingen is enkel gekeken naar Nederlandse regelgeving en handreikingen voor wonen in woongebouwen en kantoorgebouwen.
- > Er is een uitvraag in de regio's gedaan naar relevante casussen van branden in hoogbouw. Voor dit onderzoek zijn alleen de door de regio's aangeleverde casussen bestudeerd.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 komen de algemene opzet van het onderzoek, de gebruikte onderzoeksmethode en de kwaliteit van het onderzoek aan de orde. In hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader dat gebruikt is bij de rapportage nader toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de resultaten op het gebied van brandpreventie nader toegelicht, zoals de relevante bouwregelgeving en de zaken waarop deze is gebaseerd. Verder komt in dit hoofdstuk de vraag aan de orde of de huidige bouwregelgeving nog passend is voor hoge gebouwen, en welke ontwikkelingen

zich in de gebouwde omgeving (zullen) voordoen waarop de bouwregelgeving nog niet goed is toegesneden. In hoofdstuk 4 komen de resultaten op het gebied van brandbestrijding aan de orde, zoals de repressieve (on)mogelijkheden bij brandbestrijding en de fysieke en mentale belasting en belastbaarheid in hoge gebouwen. In hoofdstuk 5 wordt antwoord gegeven op de vraag of de bouwregelgeving en de repressieve inzet voldoende op elkaar zijn afgestemd en in hoofdstuk 6 worden de hoofd- en deelvragen beantwoord.

1 Onderzoeksopzet

1.1 Algemene opzet

Het onderzoek bestaat uit verschillende onderdelen:

- > Deskresearch aan de hand van handreikingen en bouwregelgeving op het gebied van brandveiligheid.
- > Het bestuderen van aangeleverde casuïstiek van op branden in hoge gebouwen uit verschillende veiligheidsregio's.
- > Expertsessie met deelnemers uit het brandweerveld.
- > Bijwonen van een oefening met het scenario 'brand in een hoog gebouw'.

Van de twee expertsessies is er een gehouden met experts op het gebied van brandbestrijding en een met experts op het gebied van risicobeheersing. De verkregen data zijn vervolgens geanalyseerd en gebruikt om antwoord te geven op de hoofdvraag en de deelvragen.

1.2 Onderzoeksmethode

1.2.1 Deskresearch en casuïstiek

Er is een (beperkte) deskresearch uitgevoerd naar het Nederlands brandveiligheidsbeleid toegespitst op beleid t.a.v. hoogbouw en naar de definitie van hoogbouw. Tevens is onderzocht wat de (on)mogelijkheden zijn van brandweerpersoneel om een inzet te doen in hoogbouw.

Voor wat betreft de bouwregelgeving is gebruikgemaakt van het Bouwbesluit 2012.² Voor gebouwen hoger dan 70 meter zijn de eisen uit handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen van SBRCURnet beschreven (SBRCURnet, 2014). Aan de regio's met veel hoge gebouwen is gevraagd of zij specifiek beleid voor hoogbouw hebben. De regio's Utrecht, Rotterdam-Rijnmond en Haaglanden en Amsterdam hebben specifiek beleid aangeleverd dat is gebruikt in dit onderzoek. Veiligheidsregio Brabant Zuidoost heeft in haar regionaal risicoprofiel hoogbouw opgenomen. Een overzicht van geraadpleegde literatuur is te vinden in de literatuurlijst.

Voor de relevante casuïstiek is een uitvraag gedaan in het werkveld. Een overzicht van de bestudeerde casuïstiek is opgenomen in bijlage A.

1.2.2 Expertsessies

Vanwege het verkennende karakter van het onderzoek en omdat er (nog) geringe ervaring is met branden in hoogbouw (en dus weinig casuïstiek) is er gekozen voor het organiseren van een tweetal expertsessies waarin deskundigen gevraagd werd te reflecteren op de hoofd- en deelvragen. Omdat de focus in dit onderzoek ligt op het repressieve optreden is eerst een expertsessie met repressief leidinggevenden georganiseerd. Tijdens de tweede

² (Rijksoverheid, 2022): bouwkundige eisen (afdeling 2.2, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 en 2.14), installaties (hoofdstuk 6) en gebruik (hoofdstuk 7).

expertsessie, waarbij de focus op risicobeheersing lag, is het vraagstuk verkend vanuit de regelgeving en risico's. De resultaten uit de eerste expertsessie zijn hierin ook meegenomen. Dit bood namelijk de mogelijkheid eventuele aandachtspunten dan wel hiaten waar de regelgeving niet aansluit bij de praktijk aan het licht te brengen. De keuze voor de samenstelling van beide expertsessies is gemaakt in samenspraak met de Taskforce Hoogbouw.

De deelnemers aan de expertsessies werden verdeeld in groepjes die elk werden begeleid door een onderzoeker. In vier rondes konden de deelnemers met elkaar in discussie gaan over de voorgelegde vragen. Door de gekozen vorm konden de deelnemers reageren op de opmerkingen van de andere groepjes en deze aanvullen.

De expertsessie incidentbestrijding bestond uit een achttal repressief leidinggevendenden uit de veiligheidsregio's Amsterdam-Amstelland, Haaglanden, Utrecht, Rotterdam-Rijnmond en Brabant Zuidoost, aangevuld met onderzoekers van het NIPV. Aan deze groep zijn vragen voorgelegd die een relatie hebben met de deelvragen 2 tot en met 6 uit de inleiding. De expertsessie risicobeheersing bestond uit een negental deskundigen op het gebied van risicobeheersing uit de veiligheidsregio's Amsterdam-Amstelland, Haaglanden, Utrecht, Rotterdam-Rijnmond, Twente, Midden-West Brabant en Brabant Zuidoost, eveneens aangevuld met onderzoekers van het NIPV. Aan deze groep zijn de deelvragen 8 tot en met 11 uit het onderzoek voorgelegd (zie voor de samenstelling van beide expertgroepen bijlage B). Voor beide sessies gold dat de groep werd onderverdeeld in vier sub groepjes. Per sub groepje werd in carrouselvorm een reactie gegeven op de verschillende vragen. Deze reacties werden vervolgens waar nodig aangevuld door de andere groepjes.

1.2.3 Data-analyse

Voor de analyse zijn de gegevens uit de deskresearch, de expertsessies en de bestudeerde casussen door onderzoekers en lectoren van NIPV samengebracht en geduid. In de resultaten uit de twee expertsessies is een ordening aangebracht om er een consistent en leesbaar geheel van te kunnen maken. Met behulp van het kwadrantenmodel, het kenmerkschema en de basisprincipes voor brandbestrijding (zie het volgende hoofdstuk) wordt vervolgens antwoord gegeven op de hoofdvraag en deelvragen van dit onderzoek.

1.3 Kwaliteit van het onderzoek

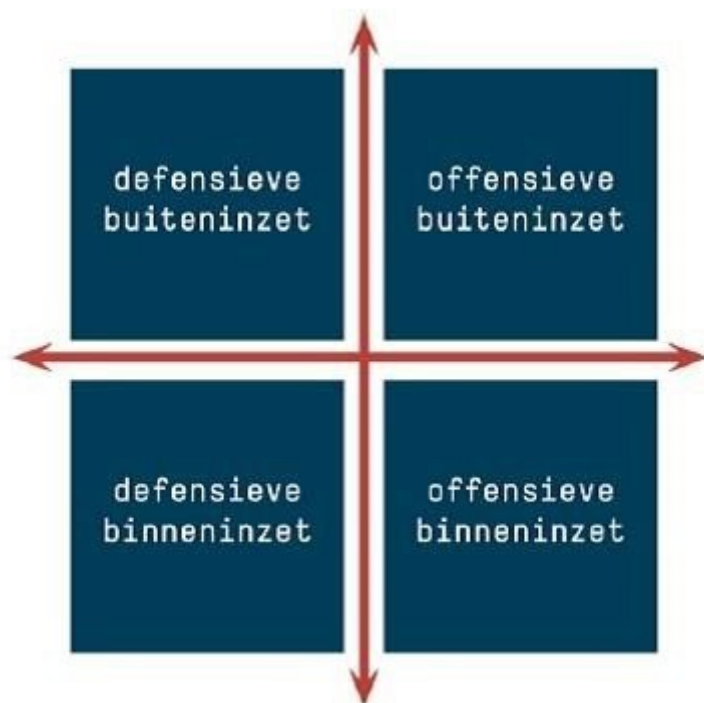
Dit onderzoek heeft een verkennend karakter. Binnen de mogelijkheden van deze opdracht kon geen representatieve steekproef worden uitgevoerd bij het selecteren van de respondenten en het samenstellen van de expertgroepen op basis van geografische, regionale of andere kenmerken. Wel kan worden gesteld dat er bij de uitvraag en selectie van de deelnemers aan de expertsessies is gekeken naar die regio's waar relatief veel hoge gebouwen staan en die plannen hebben om in de nabije toekomst (meer van) dergelijke gebouwen te realiseren. Op deze manier is getracht een zo compleet mogelijk beeld te verkrijgen.

2 Theoretisch kader

Voor de duiding van de resultaten uit het literatuuronderzoek, de bestudeerde casuïstiek, de expertsessies en de beantwoording van de onderzoeksvraag is gebruikgemaakt van de doctrine gebouwbrandbestrijding (het kwadrantenmodel, het kenmerkenschema en de basisprincipes voor brandbestrijding). Het kwadrantenmodel en het kenmerkenschema maken deel uit van de tactische doctrine van de Nederlandse brandweer en de basisprincipes voor brandbestrijding van de operationele doctrine. In dit hoofdstuk worden deze doctrines en modellen kort toegelicht.

1.1 Het kwadrantenmodel

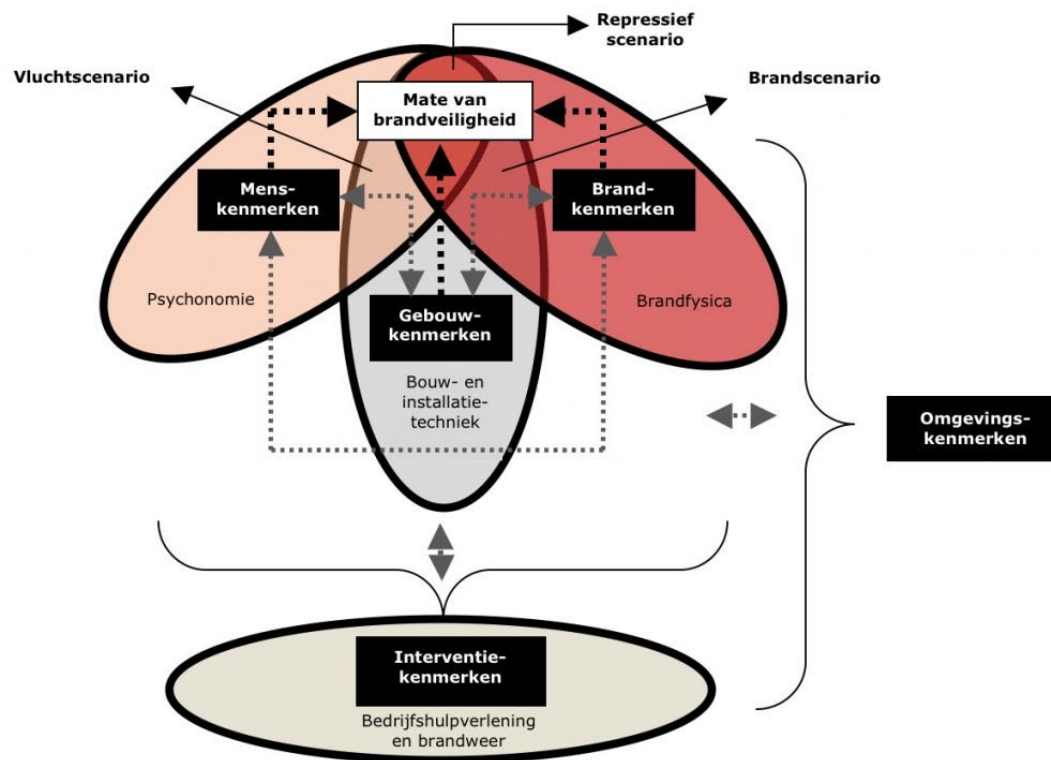
Het kwadrantenmodel is onderdeel van de tactische doctrine en helpt om keuzes te maken in de aanpak van (gebouw)brandbestrijding (Doctrine gebouwbrandbestrijding, 2019). Het kwadrantenmodel kent vier tactieken, namelijk de defensieve buiteninzet, de offensieve buiteninzet, de defensieve binneninzet en de offensieve binneninzet. Ieder kwadrant bevat eigen doelstellingen. Bij de keuze van een kwadrant moet rekening gehouden worden met een aantal kenmerken van het incident. Hiertoe is het kenmerkenschema ontwikkeld, dat in de volgende paragraaf wordt toegelicht.



Figuur 1.1 Het kwadrantenmodel

1.2 Het kenmerkenschema

Het kenmerkenschema bestaat uit vijf kenmerken: brandkenmerken, gebouwkenmerken, menskenmerken, interventiekenmerken en omgevingskenmerken. De brand-, gebouw-, en menskenmerken bepalen in samenhang het incident en dus in grote mate de keuze voor een kwadrant en de bijbehorende tactiek. De tactiek wordt daarnaast ook nog beïnvloed door de interventie- en omgevingskenmerken (Instituut Fysieke Veiligheid, 2017).



Figuur 1.2 Het kenmerkenschema

1.3 De basisprincipes voor brandbestrijding

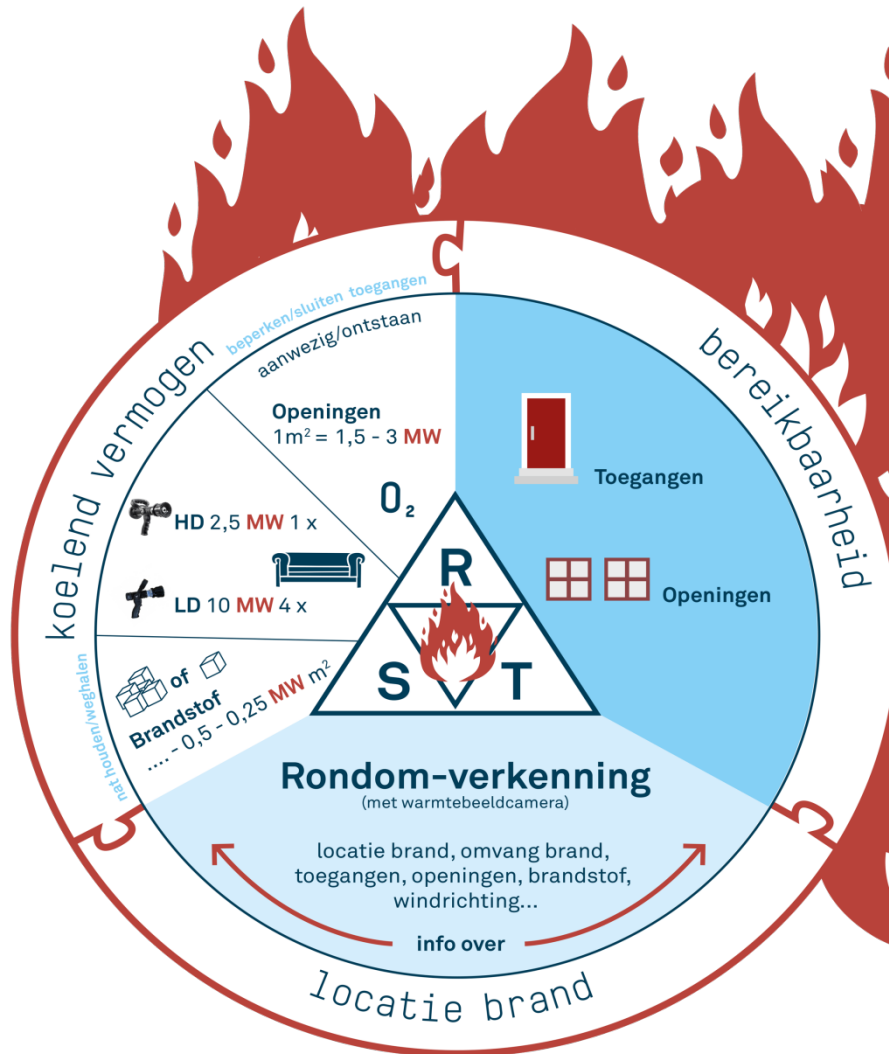
De basisprincipes voor brandbestrijding vormen de operationele doctrine van de Nederlandse brandweer (Brandweeracademie, 2020a). Zij geven handvatten voor een veilige en effectieve (gebouw)brandbestrijding. De doctrine kent op dit moment vijf basisprincipes:

1. Neem meer tijd (stop en denk na).
2. Doe een buitenverkenning met als doel de brandruimte van buiten te vinden en de brand van buiten te blussen.
3. Beantwoord drie vragen:
 - Waar zit de brand?
 - Is de brand (van buitenaf) bereikbaar?
 - Is er voldoende koelend vermogen?

Als de brand van buitenaf kan worden gevonden, van buitenaf bereikbaar is en er voldoende koelend vermogen is, kan de brand van buitenaf geblust worden. Als dit niet

kan, dan is het gebouw in principe verloren en moeten defensief ingezet worden. Dit geldt in ieder geval voor grote gebouwen.

4. Als het gaat om een klein gebouw zoals een woning of een gebouw met kleine ruimten en er is voldoende koelend vermogen, dan is een offensieve binneninzet in het algemeen veilig mogelijk onder voorwaarden.
5. Schat het potentiële brandvermogen in en neem voldoende koelend vermogen mee. Gebruik de vuistregels voor (potentieel) brandvermogen en benodigd koelend vermogen.



Figuur 1.3. De basisprincipes van brandbestrijding

Behalve voor repressieve brandweermensen zijn de basisprincipes handig voor brandpreventieadviseurs. De principes laten de mogelijkheden en onmogelijkheden van brandbestrijding zien en die kunnen in brandpreventieadviezen worden meegenomen.

1.4 Definitie van hoogbouw

Hoogbouw is een subjectief begrip; voor de één is er al sprake van hoogbouw bij enkele verdiepingen, voor de ander is hoogbouw tientallen meters hoog. Gemeentes hanteren verschillende definities voor hoogbouw als het gaat om het hoogtecriterium (Bucks Consultants International, 2009). Daarnaast wordt het begrip in kwalitatieve zin verschillend uitgelegd; zo is de definitie van de gemeente Utrecht “verticale bouwvormen die ook horizontaal uitgevoerd kunnen worden”. In deze definitie worden kerktorens, schoorstenen, en dergelijke uitgesloten; deze bouwwerken kunnen immers niet horizontaal gebouwd worden. Andere gemeentes hebben een ruimere definitie of hanteren slechts een hoogtecriterium (Buck Consultants International, 2009; VNG, 2015; Gemeente Utrecht, 2005).

Volgens het Bouwbesluit 2012 worden “bouwwerken waarin een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 70 meter boven meetniveau ligt” tot hoge gebouwen gerekend (Bouwbesluit, 2012, afdeling 2.14). In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op het Bouwbesluit en de eisen die gelden voor hoge gebouwen.

Van de G4 van grote steden³ hanteert alleen Rotterdam in zijn hoogbouwvisie hetzelfde hoogtecriterium voor hoogbouw als het Bouwbesluit 2012 (> 70 meter) (Gemeente Rotterdam, 2019). De andere drie steden hanteren een lagere ondergrens.⁴ In de visies van de G4 worden de toegestane bouwhoogtes (of het loslaten daarvan) gekoppeld aan verschillende gebieden in de stad; niet in alle delen van de stad mag hoogbouw (boven een bepaalde hoogte) gebouwd worden (Gemeente Amsterdam, 2011; Gemeente Den Haag, 2017; Gemeente Rotterdam, 2019; & Gemeente Utrecht, 2005 & 2021).

Uit de literatuur komt geen eenduidige definitie voor hoogbouw naar voren. In dit onderzoek is gekozen voor een indeling in gebouwen van 20 – 70 meter en > 70 meter. Er is gekozen voor een ondergrens van 20 meter, omdat vanaf deze hoogte het Bouwbesluit 2012 extra voorzieningen in het gebouw voorschrijft (zoals een brandweerlift, droge blusleiding en een rooksluis). Deze voorzieningen worden noodzakelijk geacht vanwege de extra risico's van een gebouw hoger dan 20 meter.

1.5 Fysieke en mentale belasting en belastbaarheid

Brandweermensen dienen fysiek in staat te zijn om in maximaal 2 minuten 20 meter (minimaal 100 traptreden) verticaal te stijgen. Daarna worden zij in staat geacht ook nog een inzet te kunnen doen (PPMO-eisen). Aan de mentale belastbaarheid worden geen eisen gesteld.

³ Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht.

⁴ Den Haag hanteert 'de Haagse hoogte' vanaf 50 meter (Gemeente Den Haag, 2017). Utrecht gaat uit van gebouwen vanaf 30 meter (Gemeente Utrecht, 2021). Amsterdam hanteert net als Utrecht de definitie vanaf 30 meter of tweemaal de hoogte van de gebouwen in de directe omgeving (Gemeente Amsterdam, 2011).

3 Resultaten brandpreventie

Ten aanzien van de bouwregels worden hoofdzakelijk de gebruiksfuncties woonfunctie en kantoorfunctie beschouwd. Er wordt omschreven wat de eisen zijn, waarop de eisen zijn gebaseerd en er wordt beoordeeld of de regels nog passend zijn.

3.1 Bouwregelgeving

In deze paragraaf wordt omschreven welke brandveiligheidsbouwregelgeving er is voor hoge gebouwen in Nederland. Hierbij worden de bouwregels op hoofdlijnen beschreven voor de volgende onderdelen (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2012):

- > bouwkundige eisen (Bouwbesluit 2012 afdeling 2.2, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 en 2.14)
- > installaties (Bouwbesluit 2012 hoofdstuk 6)
- > gebruik (Bouwbesluit 2012 hoofdstuk 7).

Er wordt in de omschrijving een onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied die tussen de 20 en 70 meter ligt en gebouwen waarbij deze vloer hoger dan 70 meter boven het meetniveau ligt. Voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 70 meter boven het meetniveau geeft het Bouwbesluit 2012 geen concrete prestatie-eisen. Er is sprake van een zogenaamde ‘functionele eis’, waarin staat dat een zelfde mate van brandveiligheid moet worden behaald als is beoogd met de brandveiligheidsparagrafen in de technische bouwvoorschriften uit het Bouwbesluit 2012. Het is aan de aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen om aannemelijk te maken dat hieraan wordt voldaan. Het bevoegd gezag (de gemeente) beoordeelt of dit voldoende aannemelijk is gemaakt. In de praktijk worden daarbij vaak de richtlijnen voor gebouwen hoger dan 70 van de *Handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen* van SBRCURnet toegepast (SBRCURnet, 2014).⁵ Opgemerkt wordt dat het toepassingsgebied van deze handreiking beperkt is tot gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied van maximaal 200 m. De handreiking geeft in de paragraaf ‘Toepassingsgebied’ aan dat “maatwerk voor brandveiligheid noodzakelijk zal zijn bij zeer hoge gebouwen, dat wil zeggen hoger dan 200 meter boven het meetniveau”.

Voor nieuw te bouwen bouwwerken is hieronder een globale vereenvoudigde beschrijving gegeven van de voorschriften van het Bouwbesluit 2012 en de SBRCURnet-handreiking. In bijlage C is een uitgebreider overzicht opgenomen van de bouwregels voor hoge gebouwen.

⁵ Deze richtlijn wordt naar verwachting per 1 januari 2023 aangestuurd door het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en is vanaf dat moment onderdeel van de bouwregelgeving.

3.1.1 Wonen 20-70 meter

Elke woning moet worden aangemerkt als een zelfstandig (beschermd sub)brand-compartiment met een weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) van 60 minuten in de richting van een ander brandcompartiment of extra beschermde vluchtroute. Tussen een woning en een inpandige (extra beschermde) vluchtroute geldt een WBDBO van tenminste 30 minuten. Voor de bouwconstructie geldt een brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van tenminste 120 minuten om vluchten van personen en doorzoeken van het gebouw door de brandweer mogelijk te maken. Er dienen ten minste twee onafhankelijke vluchtroutes (corridors of trappenhuisen) te worden gerealiseerd. In het geval van een veiligheidstrappenhuis kan met één trappenhuis worden volstaan.

Om de ontwikkeling van brand en rook te beperken, zijn er eisen gesteld aan de constructieonderdelen, elektrische leidingen en pijpisolatie in de gemeenschappelijke vluchtroute, rooksluizen en de trappenhuisen (voor constructieonderdelen aan wanden en plafonds brandklasse B: moeilijk brandbare materialen, die een beperkte bijdrage leveren aan brandgevaar). In deze ruimtes mogen geen brandbare objecten staan en moet de vluchtroute over voldoende breedte vrij blijven. Voor de buitenzijde van het gebouw geldt brandklasse B voor de onderste 2,5 meter en het deel hoger dan 13 meter van de buitengevel. Om de verspreiding van rook tegen te gaan zijn er eisen voor de weerstand tegen rookdoorgang (WTRD). Deze eis is R200 (getest op koude en warme rookdoorgang) voor de scheiding tussen de woning en een besloten (inpandige) gemeenschappelijke gang. Deuren in deze scheiding moeten bij brand zelfsluitend zijn. Voor de trappenhuisen moet een rooksluis aanwezig zijn. Deze moet ervoor zorgen dat het trappenhuis enige tijd rookvrij blijft. Ook de scheiding tussen rooksluis en trappenhuis moet een WTRD van R200 bezitten.

In de woningen moeten rookmelders conform NEN 2555:2008 aanwezig zijn. In de gemeenschappelijke ruimte hoeft geen brandmeldinstallatie aanwezig te zijn. Vluchtrouteaanduiding, noodverlichting en blusmiddelen zijn niet verplicht. Voor de ondersteuning van de inzet van de brandweer zijn een brandweerlift, droge blusleiding en een afdoende bluswatervoorziening verplicht. De brandslangaan sluitingen van de droge blusleiding worden over het algemeen geplaatst in de rooksluis.

3.1.2 Wonen > 70 meter

In aanvulling op de prestatie-eisen voor woongebouwen met een vloer van een gebruiksgedebied lager dan 70 meter, staan in de *Handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen* richtlijnen gegeven voor woongebouwen hoger dan 70 meter. Met deze richtlijnen wordt beoogd invulling te geven aan het functioneel geredigeerde voorschrift in afdeling 2.14 van het Bouwbesluit 2012: 'Hoge en ondergrondse gebouwen, nieuwbouw'. In dergelijke gebouwen moet een automatische blusinstallatie worden aangebracht. Deze zorgt voor het vroegtijdig beheersen van de brand en zorgt ervoor dat de brandwerende scheidingen en de weerstand met betrekking tot bezwijken van de bouwconstructie een grotere betrouwbaarheid hebben. De WBDBO-eis tussen woningen mag vanwege deze blusinstallatie worden gereduceerd van 60 naar 30 minuten.⁶ Afhankelijk van de benodigde ontruimingstijd en het gekozen ontruimingsconcept kan ten opzichte van het trappenhuis een hogere WBDBO-eis gelden dan 60 minuten. De WBDBO-eis in de SBRCURnet-handreiking is namelijk afgestemd op de benodigde tijd dat het trappenhuis beschikbaar moet zijn voor het vluchten van personen en de inzet van de brandweer.

⁶ Een van de respondenten merkt hierbij op dat de tijd tussen melden van de brand en de daadwerkelijke inzet bij hoogbouw ca. 30 minuten bedraagt en dat bij het falen van de sprinkler in dit geval per definitie een probleem optreedt.

Voor de gehele buitengevel geldt brandklasse B, ook voor de daarin aanwezige ramen en kozijnen. Voor het vluchten zijn altijd minimaal twee trappenhuizen verplicht en moet er noodverlichting in de vluchtroutes worden aangebracht. De vluchtroutes dienen volgens de handreiking voldoende opvang- en doorstroomcapaciteit te hebben. Naast de rookmelders in de woningen zijn er ook rookmelders in de gemeenschappelijke vluchtroutes verplicht. Deze rookmelders zijn gekoppeld met een ontruimingsalarminstallatie (uitgevoerd als type A volgens NEN 2575: 'gesproken woord') en melden een alarm door aan de meldkamer van de brandweer. Op die manier kunnen alle aanwezigen in het gebouw en de brandweer bij brand gewaarschuwd worden.

In de (rooksluizen voor) de trappenhuizen dient een overdrukinstallatie te worden toegepast. Voor de inzet van de brandweer is de droge blusleiding voorzien van een pompinstallatie. Dit is nodig, omdat de pomp van de tankautospuiter onvoldoende druk kan leveren op hoogtes boven de 70 meter. Ten behoeve van de brandweerinzet zijn er verder minimaal twee brandweerliften verplicht, een commandoruimte en een intern communicatiesysteem (een verbinding tussen de commandoruimte en het toestel bij brandslangaan sluitingen, omdat de portofoons van de brandweer mogelijk niet goed functioneren). Tijdens de bouw van een gebouw van meer dan 70 meter geeft de SBRCURnet-handreiking richtlijnen voor het (deels) gereed zijn van brandveiligheidsvoorzieningen, de bereikbaarheid van het gebouw voor de brandweer en de opslag van bouwmaterialen in een apart brandcompartiment.

3.1.3 Kantoor 20-70 meter

Voor de bouwconstructie geldt volgens de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 een brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van tenminste 90 minuten om vluchten van personen en doorzoeken van het gebouw door de brandweer mogelijk te maken (een reductie hiervan tot 60 minuten is toegestaan bij een onbrandbare of beperkt brandbare bouwconstructie). Het gebouw moet ingedeeld zijn in brandcompartimenten met een gebruiksoppervlakte van maximaal 1000 m².⁷ De weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO tussen brandcompartimenten moet 60 minuten zijn. Er dienen ten minste twee onafhankelijke vluchtroutes (corridors of trappenhuizen) te worden gerealiseerd. In het geval van een veiligheidstrappenhuis kan met één trappenhuis worden volstaan. Voor de trappenhuizen dient een rooksluis aanwezig te zijn. Deze moet ervoor zorgen dat het trappenhuis gedurende enige tijd rookvrij blijft.

Om de ontwikkeling van brand en rook te beperken zijn er eisen voor de gebruikte constructieonderdelen, elektrische leidingen en pijpisolatie in de rooksluizen en de trappenhuizen (voor constructieonderdelen aan wanden en plafonds brandklasse B: moeilijk brandbare materialen, die een beperkte bijdrage leveren aan brandgevaar). In deze ruimtes mogen geen brandbare objecten staan en moet de vluchtweg over voldoende breedte vrij blijven. Aan de buitenzijde van het gebouw geldt brandklasse B voor de onderste 2,5 meter en voor het deel hoger dan 13 meter van de buitengevel. Om de verspreiding van rook tegen te gaan zijn er eisen voor de weerstand tegen rookdoorgang (WTRD. De scheiding tussen de rooksluis en de vluchtroute en de scheiding tussen de rooksluis en het trappenhuis moet een WTRD van R200 (getest op koude en warme rookdoorgang) bezitten. Vluchtroutes dienen voldoende opvang- en doorstroomcapaciteit te hebben.

⁷ Een van de respondenten merkt hierbij op dat de brandbestrijding van een dergelijk groot compartiment een aanzienlijke slagkracht van de brandweer vraagt.

Voor een gebouw met een vloer van een gebruiksgebied op maximaal 50 meter boven het meetniveau is een brandmeldinstallatie met niet automatische bewaking (handbrandmelders) verplicht. Bij een gebouw met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 50 meter is gedeeltelijke bewaking verplicht. Er moet een ontruimingsplan zijn en er moeten voldoende Bhv'ers aanwezig zijn om de ontruiming bij brand voldoende snel te laten verlopen. Vluchtrouteaanduidingen en noodverlichting zijn verplicht in de vluchtroutes en liftkooi en in ruimtes bestemd voor meer dan 75 personen. Brandslanghaspels zijn verplicht en indien aanvullend nodig ook draagbare blustoestellen. Voor de ondersteuning van de inzet van de brandweer zijn een brandweerlift, droge blusleiding en een afdoende bluswatervoorziening aanwezig. De brandslangaansluitingen van de droge blusleiding worden over het algemeen geplaatst in de rooksluis.

3.1.4 Kantoor > 70 meter

In aanvulling op de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 voor kantoorfuncties met een vloer van een gebruiksgebied lager dan 70 meter boven het meetniveau geeft de SBRCURnet-handreiking richtlijnen voor kantoren hoger dan 70 meter. Met deze richtlijnen wordt beoogd invulling te geven aan het functioneel geredigeerde voorschrift in afdeling 2.14 van het Bouwbesluit 2012: 'Hoge en ondergrondse gebouwen, nieuwbouw'. Er moet een automatische blusinstallatie zijn aangebracht. Deze zorgt voor het vroegtijdig beheersen van de brand en zorgt ervoor dat de brandwerende scheidingen en de weerstand met betrekking tot bezwijken van de bouwconstructie een hogere betrouwbaarheid hebben. De bouwconstructie moet verder altijd 120 minuten brandwerendheid met betrekking tot bezwijken bezitten.

De WBDBO-eis tussen brandcompartimenten kan vanwege de blusinstallatie worden gereduceerd van 60 naar 30 minuten. Voor de gehele buitengevel geldt brandklasse B, ook voor de daarin aanwezige deuren en kozijnen. Voor het vluchten zijn altijd minimaal twee trappenhuisen verplicht. Bovendien moet een brandmeldinstallatie worden toegepast met volledige bewaking. Deze brandmeldinstallatie moet worden gekoppeld met een ontruimingsalarminstallatie (meestal uitgevoerd als type A: gesproken woord) en voorzien zijn van doormelding naar de meldkamer van de brandweer. Op die manier kunnen bij brand alle aanwezigen in het gebouw en de brandweer gewaarschuwd worden. In de (rooksluizen voor) de trappenhuisen dient een overdrukinstallatie te worden toegepast.

Voor de inzet van de brandweer is de droge blusleiding voorzien van een pompinstallatie. Dit is nodig, omdat de pomp van de tankautospuiter onvoldoende druk kan leveren op hoogtes boven de 70 meter. Ten behoeve van de brandweerinzet zijn er verder minimaal twee brandweerliften verplicht, een commandoruimte en een intern communicatiesysteem (een verbinding tussen de commandoruimte en het toestel bij brandslangaansluitingen, omdat de portofoons van de brandweer mogelijk niet goed functioneren). Voor de periode tijdens de bouw geeft de SBRCURnet-handreiking richtlijnen voor het (deels) gereed zijn van brandveiligheidsvoorzieningen, de bereikbaarheid van het gebouw voor de brandweer en de opslag van bouwmaterialen in een apart brandcompartiment.

3.1.5 Combinatie met andere functies

Op de lager gelegen bouwlagen (al dan niet ondergronds) van hoge gebouwen liggen soms andere gebruiksfuncties. Parkeergarages en winkels zijn voorbeelden die vaak voorkomen in combinatie met hoge gebouwen. Ook kan het voorkomen dat op hoger gelegen verdiepingen andere functies zijn gelegen dan kantoorfuncties, bijvoorbeeld een showroom of een

zwembad. De SBRCURnet-handreiking geeft bij de behandeling van het toepassingsgebied aan dat het mogelijk is om binnen de genoemde gebruiksfuncties ('voornamelijk kantoorfuncties, woonfuncties of logiesfuncties') ook andere gebruiksfuncties op te nemen (zoals een bijeenkomstfunctie, onderwijsfunctie, sportfunctie, winkelfunctie in de plint of een overige gebruiksfunctie voor het stallen van motorvoertuigen in de onderste bouwlagen), mits de oppervlakte hiervan ondergeschikt is aan de primaire gebruiksfuncties. In dat geval kunnen de hiervoor genoemde richtlijnen van de SBRCURnet-handreiking ook voor dergelijke (ondergeschikte) gebruiksfuncties worden toegepast.

Mochten dergelijke gebruiksfuncties niet als ondergeschikt meer kunnen worden aangemerkt, dan valt het gebouw buiten het toepassingsgebied van de handreiking en moet worden teruggevallen op de functionele eis in afdeling 2.14 van het Bouwbesluit 2012. In dat geval zal de aanvrager van de omgevingsvergunning aannemelijk moeten maken met welke (brandveiligheids)voorzieningen het gebouw voldoende veilig is. Uiteraard kan de aanvrager in de onderbouwing daarvan ook gebruikmaken van de handreiking, maar mogelijk zijn dan aanvullende voorzieningen noodzakelijk. Gemeente Rotterdam heeft voor gebouwen met een combinatie van gebruiksfuncties bijvoorbeeld aanvullend beleid opgesteld (Gemeente Rotterdam, 2022).

Bestaande bouw 20 – 70 meter

Voor bestaande bouw gelden voorschriften voor grofweg dezelfde onderwerpen als voor nieuw te bouwen gebouwen. De voorschriften voor bestaande bouw zijn over het algemeen minder streng dan voor nieuwbouw. Zo mag de gebruiksoppervlakte van een brandcompartiment maximaal 2000 m² (in plaats van 1000 m²) groot zijn en moet er een WBDBO van 20 minuten (in plaats van 60 minuten bij nieuwbouw) tussen brandcompartimenten aanwezig zijn.

Voor de eisen aan installatie en gebruik is dit onderscheid in zwaarte voor bestaande bouw en nieuwbouw niet aanwezig. Er kan wel een oudere versie van een norm gelden waar een installatie aan mag voldoen. Er geldt een zorgplicht voor het juist functioneren en goed beheren en onderhouden van de installaties in een gebouw.

Voor de bouwtechnische eisen geldt verder dat een aantal aanscherpingen van de bouwregelgeving van de afgelopen jaren niet verplicht is voor bestaande bouw. Hierbij gaat het bijvoorbeeld over de zelfsluitendheid van de voordeur van een appartement dat grenst aan een inpandige vluchtroute en over de eisen voor koude en warme rookdoorgang (Ra en R200).

Indien het bevoegd gezag (de gemeente) kan motiveren dat een bestaand gebouw onvoldoende brandveilig is, kan het met het handhavingsbesluit een hoger niveau opleggen, tot maximaal het niveau nieuwbouw van het Bouwbesluit 2012.

Bedacht moet worden dat het bouwkundige (en ook installatietechnische) brandveiligheidsniveau in een bestaand gebouw in de praktijk lager kan zijn dan van een recent nieuw gebouwde gebouw. Denk bijvoorbeeld aan de kwaliteit van brandwerende (en nog niet rookwerende) scheidingsconstructies. Dit kan van invloed zijn op de mogelijkheden voor de incidentbestrijding door de brandweer; denk aan mogelijke risico's als een snellere rookverspreiding of branduitbreiding in een bestaand gebouw ten opzichte van een nieuw gebouw.

Bestaande bouw > 70 meter

Voor bestaande gebouwen > 70 m boven het meetniveau gelden in beginsel de prestatie-eisen voor bestaande gebouwen > 70 m. Indien het bevoegd gezag (de gemeente) echter kan motiveren dat

een bestaand gebouw onvoldoende brandveilig is, kan het met een handhavingsbesluit een hoger niveau opleggen, tot maximaal het niveau nieuwbouw van het Bouwbesluit 2012.

3.2 Waarop is de bouwregelgeving gebaseerd?

In deze paragraaf wordt beschreven wat de achtergronden en uitgangspunten zijn van de bouwregelgeving. Dit wordt eerst gedaan voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied op een hoogte tussen de 20 en 70 meter boven het meetniveau, en vervolgens voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied op een hoogte van meer dan 70 meter boven het meetniveau.

3.2.1 Gebouwen 20-70 meter

Aan de brandveiligheidsvoorschriften van het Bouwbesluit 2012 liggen twee de volgende twee overheidsdoelen ten grondslag:

- > het beperken van slachtoffers (gewonden en doden)
- > het beperken van de kans dat een brand zich uitbreidt naar een ander perceel.

Het behouden van het bouwwerk en het voorkomen van schade aan het milieu, monumenten of maatschappelijke voorzieningen of belangen zijn geen doelstellingen van het Bouwbesluit 2012.

De volgende uitgangspunten rondom het tijdspad bij een brand liggen ten grondslag aan de brandveiligheidsvoorschriften:

- > Binnen 15 minuten na het ontstaan van een brand moet die brand zijn ontdekt en moeten de door die brand bedreigde personen en de brandweer zijn gealarmeerd.
- > Binnen 15 minuten na alarmering moeten de door de brand bedreigde personen zonder hulp van de brandweer kunnen vluchten.
- > De brandweer is aanwezig en operationeel binnen 15 minuten na het melden van de brand.
- > De brandweer moet de brand binnen 60 minuten na het ontstaan onder controle hebben, hetgeen inhoudt dat voorkomen wordt dat de brand verder uitbreidt. Op dat moment moeten de laatste door de brand bedreigde personen met behulp van de brandweer zijn gered.

Uit deze uitgangspunten is op te maken dat mensen zich in principe zelfstandig naar een veilige plek moeten kunnen begeven. Het uitgangspunt van het Bouwbesluit 2012 is namelijk dat bewoners van een reguliere woonfunctie gemiddeld zelfredzaam zijn (BZK, 2014).⁸ Dit houdt in dat het merendeel van de bewoners kan vluchten via een vloer, trap of hellingbaan, zonder dat gebruik hoeft te worden gemaakt van een lift (artikel 1.1 van het Bouwbesluit 2012). Dat betekent dus ook grotere restricties voor gebouwen met minder zelfredzame personen.

Voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied tussen 20-70 m boven het meetniveau gelden in grote lijn dezelfde brandveiligheidsvoorschriften, enkele uitzonderingen daargelaten. Een voorbeeld van een uitzondering zijn de voorschriften voor een brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie, waarin voor enkele gebruiksfuncties een hoogtecriterium van

⁸ <https://open.overheid.nl/repository/ronl-c390df5a-c3b3-404d-88be-0cdb01b41eb1/1/pdf/brandveiligheid-bij-een-woonfunctie-voor-zorg.pdf>.

50 m wordt gehanteerd voor een bepaalde bewakingsvorm. Dat betekent dat in een gebouw met een vloer tussen 20-70 m in grote lijn dezelfde brandveiligheidsvoorzieningen dienen te worden toegepast. De betrouwbaarheid van dergelijke voorzieningen wordt echter minder naar gelang de gebouwhoogte toeneemt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de vluchtroutes (langere vluchttijd, meer personen aangewezen op een vluchtroute). De betrouwbaarheid van de brandveiligheidsvoorzieningen van een nieuw te bouwen gebouw met een vloer van een gebruiksgebied op 70 m dat tenminste voldoet aan de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 kan derhalve worden gezien als de tenminste volgens het Bouwbesluit 2012 beoogde betrouwbaarheid van de brandveiligheidsvoorzieningen.

3.2.2 Gebouwen > 70 meter

Voor gebouwen met een vloer van een gebruiksfunctie > 70 m boven het meetniveau is in artikel 2.128 van het Bouwbesluit 2012 met zoveel woorden voorgeschreven dat dergelijke gebouwen een zelfde mate van brandveiligheid moeten hebben als is beoogd met de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de betrouwbaarheid van de brandveiligheidsvoorzieningen die voortvloeien uit de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 niet meer toereikend wordt geacht voor de 'mate van brandveiligheid' die moet worden gerealiseerd.

De SBRCURnet-handreiking beschrijft dit in paragraaf 2.1 als volgt:

“De grenswaarden van het Bouwbesluit zijn slechts beperkt toepasbaar. Voor gebouwen hoger dan 70 m boven meetniveau zijn geen specifieke prestatie-eisen opgenomen. Het Bouwbesluit stelt dat hoge gebouwen zodanig dienen te worden ingericht dat het gebouw eenzelfde mate van brandveiligheid heeft als met het Bouwbesluit is beoogd. Dat betekent dat de risicodoelen die bij de functionele eisen van het Bouwbesluit horen voor gebouwen hoger dan 70 m ten minste gelijk moeten zijn aan die voor gebouwen lager dan 70 m.”

De SBRCURnet-handreiking hoogbouw is gebaseerd op dezelfde overheidsdoelen als het Bouwbesluit. Net als voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied tussen 20-70 m boven het meetniveau geldt: hoe hoger het gebouw, hoe groter de consequenties van een brand zijn. Uit afdeling 2.14 van het Bouwbesluit 2012 vloeit derhalve de verplichting tot een grotere betrouwbaarheid voort. In de SBRCURnet-handreiking is deze hogere betrouwbaarheid vertaald in een aantal aanvullende en zwaardere eisen ten opzichte van de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012. De hogere betrouwbaarheid betreft onder andere de instandhouding van draagconstructies, vluchtroutes, aanvalsroutes, brandscheidingen en het functiebehoud van brandveiligheidsinstallaties.

Voor hogere gebouwen is in de SBRCURnet-handreiking gemotiveerd dat er niet zonder meer van kan worden uitgegaan dat een gebouw binnen 30 minuten ontruimd is. Ditzelfde geldt voor het onder controle hebben van de brand binnen 60 minuten. Een langere ontruimingstijd vergroot de kans dat mensen nog vluchten op het moment dat de brandweer via dezelfde trap of vluchtweg naar binnen wil. De handreiking biedt daarom vier verschillende ontruimingsconcepten met daarbij behorende toepasselijke richtlijnen:

1. Volledige ontruiming met standaard ontruimingstijd (in basis geldt overeenkomstig het Bouwbesluit 2012 gebouw volledig ontruimd in 30 minuten).
2. Volledige ontruiming met verlengde ontruimingstijd (in basis 60 minuten).
3. Gefaseerde ontruiming (met verlengde ontruimingstijd).

4. Gedeeltelijke ontruiming (calamiteitenzone ontruimen naar een veilige verdieping met voldoende opvangcapaciteit).

NTA hoogbouw

Vanuit Brandweer Nederland en het Netwerk Veilig Bouwen is destijds landelijk voorgesteld om naast de handleiding van SBRCURnet ook te werken met de 6 NTA's van NEN over Hoogbouw. De handleiding van SBRCURnet en de zes NTA's vullen elkaar aan. De NTA's zijn nagenoeg in dezelfde periode tot stand gekomen en bestaan uit:

1. NTA 4614 deel 1 Algemeen
2. NTA 4614 deel 2 Evaluatie van hoogbouw met liften en trappen
3. NTA 4614 deel 3 Constructieve veiligheid
4. NTA 4614 deel 4 Liftinstallaties
5. NTA 4614 deel 5 Gevels en gevelonderhoud
6. NTA 4614 deel 6 Gebouwgebonden installaties.

3.3 Is de bouwregelgeving nog passend?

In deze paragraaf wordt beoordeeld of de bouwregelgeving nog passend is bij de brandveiligheidsrisico's in hoogbouw. Voor deze beoordeling is de input uit de expertsessie risicobeheersing gebruikt. Of de bouwregelgeving passend is, wordt beoordeeld voor eventuele risico's ten aanzien van de persoonlijke veiligheid van gebouwgebruikers. Risico's ten aanzien van de mogelijkheid tot een inzet van de brandweer en de daarvoor benodigde repressieve bouwvoorzieningen worden besproken in hoofdstuk 4.

3.3.1 Zelfredzaamheid en rookverspreiding

Een sterke zorg van de bevroegde experts is het langer zelfstandig thuis blijven wonen van ouderen en mensen met een of meerdere beperkingen (Rijksoverheid, 2020). Hierdoor kan het voorkomen dat in een woongebouw relatief veel mensen wonen die niet- of beperkt zelfredzaam zijn in het geval van een brand. Zeker in hoge gebouwen moet een lange loopafstand over trappen afgelegd worden om het gebouw te kunnen ontvluchten. Uit Van Liempd et al. (2022) blijkt dat de risico's van rookverspreiding toenemen naarmate de kwetsbaarheid van de doelgroep toeneemt. Hoe kwetsbaarder de doelgroep, des te korter de beschikbare veilige vluchttijd (AST). De (zeer) kwetsbare doelgroep is namelijk gevoeliger voor het verslechteren van de condities zicht, verstikkende gassen en/of warmte in vergelijking met de algemene doelgroep. Tegelijkertijd geldt dat (zeer) kwetsbare personen mobiel beperkter zijn, waardoor hun loopsnelheid lager is en daardoor de benodigde veilige vluchttijd (RST) toeneemt. Naarmate een gebouw hoger wordt, worden ook de risico's voor het vluchten groter. De loopafstand is vanwege de gebouwhoogte immers groter. Dat geldt bijzonder voor de (zeer) kwetsbare doelgroep, waarvoor ook in lagere gebouwen de risico's voor het vluchten groter zijn in vergelijking met de algemene doelgroep.

Zoals eerder aangegeven, is het uitgangspunt van het Bouwbesluit 2012 dat een bewoner van een reguliere woonfunctie gemiddeld zelfredzaam is (BZK, 2014). Dat betekent dus grotere restrisico's voor gebouwen met minder zelfredzame personen. En deze restrisico's worden groter naarmate de gebouwhoogte toeneemt. Met andere woorden: de kans dat minder zelfredzame personen zelfstandig het gebouw kunnen verlaten, wordt kleiner naarmate de gebouwhoogte toeneemt. Voor de brandweer kan het tijdens een inzet betekenen dat er niet alleen geblust, maar ook steeds vaker personen gered moeten worden.

Dat de brandweer mensen moet redden is meestal een gevolg van rookverspreiding in een gebouw. Rookverspreiding kan namelijk zorgen voor het blokkeren van de in pandige vluchtroute (Brandweeracademie, 2020b). Wanneer mensen niet (tijdig) kunnen vluchten, is een veilig verblijf in het appartement niet mogelijk zonder aanvullende maatregelen, vooral niet voor de (zeer) kwetsbare doelgroepen (van Liempd, et al., 2022). Uit diverse incidenten is gebleken dat bij een brand in een woongebouw rookverspreiding kan plaatsvinden over meerdere bouwlagen en meerdere appartementen (Brandweeracademie & Brandweer Nederland, 2017, 2019). De brandweer wordt in dit geval overvraagd wanneer zij veel mensen uit het gebouw moet evacueren. De inzet van de brandweer wordt verder bemoeilijkt doordat van buiten niet duidelijk is in welke appartementen mensen bedreigd worden door de rook. De mate en richtingen van de rookverspreiding zijn niet te voorspellen (Brandweeracademie, 2020b). De enige manier waarmee de rookverspreiding op dit moment vastgesteld kan worden, is door de appartementen in te gaan en te meten. Verder geldt dat de inzet van de brandweer ook kan zorgen voor extra rookverspreiding (Brandweeracademie, 2020b). De combinatie van mensen die zichzelf niet in veiligheid kunnen brengen en meer rookverspreiding zorgt ervoor dat een incident veel complexer kan zijn dan waar de uitgangspunten van het Bouwbesluit 2012 van uitgaan (de brand binnen 60 minuten onder controle en iedereen gered uit het gebouw). De complexiteit neemt ook toe naarmate de gebouwhoogte toeneemt.

Gestoffeerd meubilair en matrassen kunnen bij een brand veel rookontwikkeling veroorzaken en daarmee een bron zijn van rookverspreiding (Brandweeracademie, 2020b). In het Bouwbesluit 2012 zijn eisen ten aanzien van het brandgedrag en rookontwikkeling van constructieonderdelen, aankleding en inrichtingselementen voorgeschreven. Aan de inventaris, zoals gestoffeerd meubilair en matrassen, worden echter geen eisen gesteld. In de praktijk kan het daardoor voorkomen dat de inventaris van het gebouw een grotere bijdrage aan het brandgevaar en de rookontwikkeling kan leveren dan het gebouw zelf.

3.3.2 Combinatie met andere gebruiksfuncties

Zoals in het voorgaande is aangegeven, vallen ook 'andere gebruiksfuncties' dan de primaire gebruiksfuncties die worden genoemd in de SBRCURnet-handreiking (kantoor, logies wonen) onder het toepassingsgebied van de handreiking, mits dat de gebruiksooppervlakte 'ondergeschikt' is aan de primaire gebruiksfuncties. Wanneer er sprake is van 'ondergeschiktheid' wordt echter in de handreiking niet verder uitgewerkt. De brandveiligheidsrisico's van andere gebruiksfuncties vallen namelijk niet per definitie samen met de gebruiksooppervlakte daarvan. Zo kan een brand op de lager gelegen bouwlagen gevolgen hebben voor de rookverspreiding naar vluchtwegen en appartementen. De experts risicobeheersing geven aan dat bijvoorbeeld een winkel of een parkeergarage kan zorgen voor een brand die meer rook geeft en lastiger te bestrijden is dan woningen of kantoren. De SBRCURnet-handreiking geeft in dergelijke gevallen geen concrete handvatten.

Het hoofdstuk 'Gecombineerde richtlijnen binnen één gebouw' van de Rotterdamse brandveiligheidsvisie met betrekking tot hoogbouw (Gemeente Rotterdam, 2022) geeft het volgende aan:

De essentie is dat een bouwdeel met een zwaardere eis nooit negatief beïnvloed mag worden door een bouwdeel met een lichtere eis (...). Het is dus niet vanzelfsprekend dat een laagbouw-bouwdeel per definitie aan uitsluitend de prestatie-eisen van het Bouwbesluit hoeft te voldoen. Er kunnen

(gezien het totale brandveiligheids- en repressief concept) zwaardere eisen van toepassing zijn wegens een ander hoger bouwdeel in het project.

Bij een combinatie van functies kan het daarom nodig zijn om aanvullende maatregelen te nemen voor de lager gelegen bouwlagen. Dat blijft echter maatwerk.

3.3.3 Beperkt brandveiligheidsbewustzijn en beperkt (overheids)toezicht

De experts risicobeheersing zien een risico in het niet op orde zijn van de brandveiligheid in de gebruiksfase van het gebouw. Naar aanleiding van de flatbrand in Arnhem heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid gesignaleerd dat het brandveiligheidsbewustzijn bij gebouwgebruikers en -eigenaren niet altijd voldoende is (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2021). Dit geldt naar verwachting meer voor woongebouwen dan voor kantoren. Bij woongebouwen is verder sprake van een gebrek aan toezicht op de brandveiligheid. Dit geldt zowel voor intern toezicht als voor toezicht vanuit de overheid (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2021). Het uitvoeren van overheidstoezicht achter de voordeur van een woning is op dit moment lastig (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2021). De experts risicobeheersing geven aan dat dit ook geldt voor het afdwingen van benodigd onderhoud aan brandveiligheidsvoorzieningen achter de voordeur. Op het moment dat een bewoner geen onderhoud wil uitvoeren, kan het maanden duren voordat toegang tot de woning afgedwongen kan worden bij de rechter.

Uit onderzoek van de Brandweeracademie is verder gebleken dat woongebouwen niet altijd voldoen aan de minimum prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 en dat er in nagenoeg alle woongebouwen (brandbare) objecten in de gemeenschappelijke vluchtroute staan (Brandweeracademie, 2021). Wanneer er een brand ontstaat in de inpandige gemeenschappelijke vluchtroute leidt dit tot andere en grotere risico's dan wanneer een brand ontstaat in een woning (Van Liempd, et al., 2022). In het geval de brandveiligheid in de gebruiksfase niet op orde is (bijvoorbeeld vanwege de aanwezigheid van (brandbare) objecten in de vluchtroute), is het risico ten aanzien van de persoonlijke veiligheid van gebouwgebruikers hoger. Dat geldt in algemene zin voor gebouwen < 70 m, maar des te meer voor hogere gebouwen.

De brandveiligheid van de gevel voor hoge gebouwen (mate van brandvoortplanting, WBDBO) is een cruciale factor. Het niet juist uitvoeren of onderhouden van de gevelopbouw van een hoog gebouw draagt ook in belangrijke mate bij aan de kans op de ontwikkeling van een brand in of bij een gebouw tot een brand in de gevel (van de Leur & van Mierlo, 2021). Onvoldoende kennis van brandveiligheid en het brandveiligheidsbewustzijn van ontwerpende, bouwende en toezichthoudende partijen lijkt hiervan de oorzaak te zijn. De ATGB heeft in het onderzoek over de Grenfell-Tower daarom ook aanbevolen om initiatieven te stimuleren die het kennisniveau van zowel de ontwerpende, toeleverende, uitvoerende als de toezichthoudende partijen verbeteren (ATGB, 2020).

Door de experts risicobeheersing wordt aangegeven dat onduidelijkheid in de SBRCURnet-handreiking ook kan leiden tot een gebouw dat niet voldoende veilig is. Een voorbeeld van onduidelijkheid in de richtlijn is de term 'verwaarloosbare hoeveelheid brandbaar materiaal'. Deze term is opgenomen in de eisen aan schachten die niet zijn uitgevoerd als apart brandcompartiment en daardoor ook niet zijn voorzien van een sprinkler. Doordat niet is gedefinieerd hoeveel vuurlast een verwaarloosbare hoeveelheid is, kan het voorkomen dat er zo'n grote vuurlast is in een schacht dat er zich toch een brand in kan voortplanten.

Ten aanzien van brandweerliften wordt door de experts aangegeven dat onderhoud gefragmenteerd wordt uitgevoerd. Voor de juiste werking van de brandweerlift bij een brand moet niet alleen de lift goed functioneren, ook de voeding van de brandweerlift en de brandwerendheid van het voorportaal voor de lift zijn van belang. Dit geldt zeker bij de hogere gebouwen. Bij het onderhoud aan de brandweerlift worden de voeding en de brandwerendheid van het voorportaal in de praktijk niet altijd beoordeeld.

De experts risicobeheersing geven aan dat de betrokkenheid van de brandweer en eindgebruikers bij het ontwerp van woongebouwen vaak beperkt is. Zeker bij hoge gebouwen waarbij sprake kan zijn van andere en hogere brandveiligheidsrisico's in vergelijking met lagere gebouwen, is betrokkenheid van de brandweer bij het ontwerp van belang.

3.3.4 Brandveiligheidsvoorzieningen in gebouwen van 20 - 70 meter

Het aantal en de zwaarte van de brandveiligheidsvoorzieningen die voor een gebouw van 20 tot 70 meter in de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 zijn vastgelegd, zijn aanmerkelijk geringer dan de richtlijnen die de SBRCURnet-handreiking geeft voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 70 meter boven het meetniveau. Ook bij gebouwen lager dan 70 meter is in de praktijk te merken dat vluchten door personen en blussen door de brandweer langer kan duren dan is beschreven in de uitgangspunten van het Bouwbesluit 2012. De experts risicobeheersing geven aan dat ook voor gebouwen lager dan 70 meter er meer tijd voor het vluchten en blussen nodig kan zijn dan waar het Bouwbesluit 2012 van uitgaat.

Door het lagere niveau van de brandveiligheidsvoorzieningen dat het Bouwbesluit 2012 voorschrijft voor een gebouw van minder dan 70 meter, geven de experts aan dat het risico in deze gebouwen hoger kan zijn dan bij gebouwen hoger dan 70 meter die zijn uitgevoerd volgens de SBRCURnet-handreiking. Onder meer de automatische blusinstallatie die in de SBRCURnet-handreiking is opgenomen wordt gezien als een voorziening die een groot verschil maakt. Vanuit deze optiek vinden de experts dat het logisch zou zijn dat ook het brandveiligheidsniveau in gebouwen tussen de 20 en 70 meter verhoogd zou moeten worden. De experts geven verder aan dat het alarmeren van mensen in het gebouw en de risicocommunicatie tijdens een incident lastig zijn vanwege het ontbreken van een ontruimingsalarminstallatie.

3.3.5 Gebouwen hoger dan 200 meter

De SBRCURnet-handreiking geeft op dit moment alleen richtlijnen voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied op een hoogte van maximaal 200 meter. Vluchten is bij toenemende hoogte niet meer realistisch of gaat lang duren. Een veilige plek bij brand in het gebouw, zoals bijvoorbeeld het 'stay-in-place-concept' kan dan een nader te onderzoeken mogelijkheid gelden. Naar de mogelijkheden en randvoorwaarden voor een stay-in-place-concept is onlangs onderzoek uitgevoerd (Van Liempd et al., 2022). Bij een stay-in-place-concept geldt dat personen veilig in het gebouw moeten kunnen verblijven gedurende de duur van de brand. Hierbij moeten de constructie en brandwerende scheidingen in stand blijven.

Uit het onderzoek blijkt dat de brandveiligheidsvoorzieningen van het Bouwbesluit / Bbl voor een stay-in-place-concept voor alle doelgroepen niet toereikend zijn. Dat is ook verklaarbaar: de voorschriften in het Bouwbesluit / Bbl zijn immers gericht op een ontvluchtingsconcept.

Bovendien is eerst vervolgonderzoek dan wel een maatschappelijk debat nodig om tot duidelijke kaders voor een stay-in-place-concept te kunnen komen. Daaruit zal moeten blijken welke mate van betrouwbaarheid (ofwel: welk veiligheidsniveau) voor een stay-in-place-concept acceptabel wordt geacht.

Op dit moment zijn er dus nog geen richtlijnen hoe hiermee om moet worden gegaan. Een kader voor gebouwen hoger dan 200 meter is wel gewenst, zeker omdat dergelijke hoge gebouwen al gebouwd zijn. Gemeentes en veiligheidsregio's hebben nu soms eigen richtlijnen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de gemeente Rotterdam. Het is wenselijk om een landelijke set aan richtlijnen te maken voor gebouwen hoger dan 200 meter.

De gemeente Rotterdam definieert in haar *Visie Hoogbouw* een zogenaamd 'Hoogbouw-plus-project' als volgt (p. 5):

"Een bouwwerk waarin een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 200 m boven het meetniveau ligt en welke niet hoger dan 400 m boven het meetniveau ligt."

Hieronder volgt een overzicht van een aantal kenmerkende aspecten die in de *Visie Hoogbouw* worden genoemd voor gebouwen tussen de 200 en 400 meter:

- > De looptijd in het trappenhuis is vanaf 400 m dubbel zo lang als vanaf 200 m.
- > Hogere windsnelheid op grotere hoogte heeft impact op het brandscenario en de veiligheid van de brandweer tijdens een brand.

Voor wat betreft de brandbestrijding in gebouwen 200-400 m geeft de *Visie Hoogbouw* het volgende ten opzichte van gebouwen < 200 m:

In basis is er geen of nauwelijks verschil tussen een repressieve inzet in een gebouw tot 200 m hoog of hoger dan 200 m. Zeker met het de kwaliteitsslag in de brand- en rookscheidingen zoals omschreven in hoofdstuk 2.1 en 2.2 van de *Visie Hoogbouw* zou een inzet mogelijk eenvoudiger worden in hoogbouwplus-projecten. Maar ook voor dit onderwerp geldt dat de maatschappelijke impact van een falende inzet groter is dan bij lagere gebouwen. De in dit hoofdstuk genoemde prestatie-eisen zijn er daarom op gericht om de betrouwbaarheid van de repressieve inzet te verhogen en de inzetijd zo kort mogelijk te houden.

Verder geeft de *Visie Hoogbouw* voor gebouwen > 200 m een aantal extra richtlijnen ten opzichte van de *Hoogbouwrichtlijn* van SBR, zoals:

- > Een WBDBO van tenminste 60 minuten tussen brandcompartimenten onderling (geen reductie mogelijk zoals in de SBR-richtlijn).
- > 95 % van het geveloppervlak moet voldoen aan brandklasse A2.
- > Detectie en aansturing van de vrijloopdrangers gebeurt vanaf de zijde van de Extra Beschermde Vluchtroute buiten de woning.
- > Een loggia met ten minste de minimale afmeting van een verblijfsruimte moet worden voorzien van (droge) sprinklerbewaking.
- > De WRD tussen een schacht, meterkast of soortgelijke ruimte en een extra beschermde vluchtroute moet tenminste R200 zijn.
- > Voorportalen van verschillende trappenhuizen mogen niet samenvallen.
- > De verplichting tot aanleg van een ontruimingslift (naast 2 brandweerliften).

- > Berekening van een totaal-ontruimingsscenario. Per bouwlaag boven de 200 m moet er 10 seconden per bouwlaag bij de ontruimingstijd worden opgeteld.
- > Op de begane grond moeten er door personen vanuit het hele gebouw naar ten minste twee verschillende gevels kunnen worden gevlucht, die een verschillende oriëntatie hebben (in verband met mogelijk vallende geveldelen).
- > De verplichting tot tenminste twee brandweeringangen (in verband met mogelijk vallende geveldelen).
- > Een aantal aanvullende eisen voor een commandoruimte.
- > De aanwezigheid van een door bevoegd gezag goedgekeurde installatie voor mobiele communicatie tussen hulpverleningsdiensten binnen en buiten het bouwwerk.
- > Een brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de hoofdconstructie van 120-240 minuten, mede afhankelijk van de tijd van de totaalontruiming.
- > De verplichting tot een beheerder of aanspreekpunt voor de brandweer.
- > 60 minuten functiebehoud van gemeenschappelijke nutsvoorzieningen.
- > Diverse prestatie-eisen voor de borging van het kwaliteitsniveau, zoals de verplichting om tenminste 1 keer per 10 jaar op adequate en professionele wijze een beschouwing te laten opstellen over het algehele brandveiligheidsconcept van het gebouw.

Naast de hierboven genoemde zaken zijn er ook nieuwe of opkomende risico's waar op dit moment onvoldoende rekening mee is gehouden in de bouwregelgeving. Deze zaken worden besproken in de volgende paragraaf.

3.4 Veranderingen risico's hoogbouw

De bouwregelgeving betreft een afsprakenstelsel waarin een ondergrens is vastgelegd voor het brandveiligheidsniveau van gebouwen. Na vaststelling van een (aangepast) brandveiligheidsvoorschrift kunnen zich in de gebouwde omgeving ontwikkelingen voordoen waarop de bouwregelgeving nog niet goed is toegesneden. Denk aan ontwikkelingen als gevolg van de energietransitie of duurzaam bouwen. Een voorbeeld hiervan is de toepassing van andere bouwmaterialen of bouwmethoden. Deze ontwikkelingen kunnen andere of nieuwe brandveiligheidsrisico's met zich meebrengen. Een (niet uitputtend) overzicht van dergelijke brandveiligheidsrisico's wordt hieronder gegeven. Opgemerkt moet worden, dat dit overzicht zowel voor hoogbouw als voor laagbouw geldt. Mogelijk hebben deze risico's echter andere gevolgen in hoogbouw dan in laagbouw.

3.4.1 Energietransitie

De energietransitie levert allerlei veranderingen in de bebouwde wereld op. Deze veranderingen leiden tot nieuwe risico's (Duyvis et al., 2022). Er is soms nog onvoldoende zicht op en bewustzijn van deze nieuwe risico's. Ook de maatregelen die genomen moeten worden om de risico's afdoende te beperken zijn niet altijd voldoende helder (Duyvis et al., 2022). Specifiek voor hoge gebouwen kan gedacht worden aan de volgende voorbeelden van nieuwe risico's als gevolg van de energietransitie (niet uitputtend):

Zonnepanelen op het dak of in de gevel.

Zonnepanelen op het dak geven een potentiële nieuwe brandlocatie. Een brand die begint in de zonnepanelen kan zich uitbreiden naar het gebouw. Wanneer er zich in de nabijheid van de zonnepanelen een toevoer bevindt voor ventilatielucht, kan de rook van de brand in de zonnepanelen door deze ventilatie-installatie de woningen ingeblazen worden. Een brand op het dak kan verder problemen geven met de bereikbaarheid van de brand. Een zonnepaneelinstallatie in de gevel kan een brand geven op een hoogte waar de brandweer niet bij kan met blussen. De zonnepanelen in de gevel kunnen verder een nieuwe potentiële ontstekingsbron in de gevel zijn waar bij het ontwerp van de gevels niet in is voorzien (ontsteking tussen de lagen van de gevelconstructie door onderdelen van de installatie) (Van de Leur & Van Mierlo, 2021).

Energieopslag-systemen (EOS'en) in of op het gebouw.

EOS'en op of onder het gebouw het gebouw kunnen net als zonnepanelen zorgen voor een nieuwe brandlocatie met de daarbij behorende uitdagingen. Specifiek voor een EOS geldt dat in het geval van een thermal runaway lastig kan zijn om de brand te blussen (Hessels et al., 2020). De brand kan meerdere uren tot dagen duren. Bij de brand komen giftige stoffen zoals waterstoffluoride vrij (Hessels et al., 2020). Zowel het lastig blusbaar zijn als het vrijkomen van andere giftige stoffen dan bij een brand kan nieuwe risico's met zich meebrengen.

Voertuigen met alternatieve aandrijvingen.

Onder hoge gebouwen is vaak een parkeergarage aanwezig. Zoals in paragraaf 3.1.5 is aangegeven, kan een brand in de parkeergarage effecten geven die de hoger gelegen bouwlagen bedreigen. Wanneer voertuigen met een alternatieve aandrijving in de parkeergarage staan, kan dit nieuwe risico's met zich meebrengen. Het kan bijvoorbeeld gaan om elektrische auto's die moeilijk (af) te blussen zijn of auto's op waterstof. Van auto's op waterstof is bekend dat zij gepaard gaan met nieuwe risico's, maar welke risico's dit exact zijn en welke omvang de risico's hebben is nog onvoldoende bekend (Spoelstra, 2021b). Op dit moment is nog niet voorzien dat waterstof in hoge gebouwen gebruikt zal worden voor verwarming of opwekking van elektriciteit. Mocht dit wel gaan gebeuren, dan brengt dit ook nieuwe risico's waar aandacht voor moet zijn met zich mee (Spoelstra, 2021a).

3.4.2 Nieuwe bouwmethoden en bouwmaterialen

Vanwege aandacht voor duurzaamheid en klimaatadaptatie vinden op dit moment veel vernieuwingen plaats in bouwmethoden en materialen die worden gebruikt voor het bouwen (Van Liempd, Ebus, et al., 2022).

Bouwen met hout

Hout kan onder invloed van een brand uitgassen (pyrolyseren) en zo brandbare gassen produceren die weer bijdragen aan de brand. Een gebouw gemaakt met hout als bouw materiaal geeft daardoor extra potentiële energie die beschikbaar is voor een brand. Een onbrandbaar gebouw (bijvoorbeeld van beton) daarentegen, neemt zelf geen deel aan de brand. Bouwen met hout kan onder meer zorgen voor een snellere branduitbreiding, een grotere kans op een rookgasexplosie en een toename van de kans op instorting tijdens de dooffase van een brand (Van Liempd, Ebus, et al., 2022).

Vergroening

Bij vergroening wordt vegetatie op, bij of aan een gebouw geplaatst. Een voorbeeld van een toepassing is een zogeheten verticaal bos, bestaand uit planten en bomen in bakken die aan een gebouw zitten (Trudotoren Eindhoven⁹). De vegetatie kan brandbaar zijn. In het geval van een verticaal bos kan een brand zich mogelijk via de vegetatie verplaatsen naar andere brandcompartimenten in het gebouw (Van Liempd, Ebus, et al., 2022). Een brand kan zich ook langs de vegetatie uitbreiden tot een hoogte waar de brandweer niet van buiten kan blussen. Naast de risico's bij een brand, kan vegetatie aan een gebouw ook tot nieuwe risico's leiden indien ze losraakt bij een stevige wind.

Klimaatadaptief bouwen kan ook een combinatie van bovenstaande factoren opleveren. Dit zal naar verwachting ook zeker de wijze van inzet, de repressieve (on)mogelijkheden en de repressieve risico's beïnvloeden.

Combinatie van risico's

Ten slotte moet worden opgemerkt dat de afzonderlijke brandveiligheidsrisico's zoals hiervoor zijn besproken ook tegelijkertijd in hetzelfde gebouw kunnen voorkomen. Denk bijvoorbeeld aan een houten gebouw dat vergroend is, waaronder een parkeergarage is gelegen met alternatief aangedreven voertuigen. Dat betekent dus een 'stapeling' van risico's. Een integrale beschouwing van de (nieuwe of andere) brandveiligheidsrisico's en mogelijke oplossingen is daarom nodig.

⁹ *De Trudo Toren*. <https://www.trudo.nl/trudo-toren>

4 Resultaten brandbestrijding

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven uit de deskresearch, casuïstiek en de expertsessies. In de expertsessies is onderscheid gemaakt tussen gebouwen tussen de 20 en 70 meter en gebouwen hoger dan 70 meter. Veel van de opmerkingen uit de expertsessies hebben betrekking op beide gebouwindelingen (20 – 70 meter en > 70 meter). Daar waar iets specifiek geldt voor een van de twee gebouwindelingen wordt dat expliciet vermeld. Zoals in de beschrijving van de onderzoeksopzet al is aangegeven, is de respons uit de expertsessies is geordend omwille van de leesbaarheid.

4.1 Adequate brandbestrijding in hoge gebouwen

Een adequate brandbestrijding houdt in dat de brandweer een snelle, efficiënte en veilige inzet kan doen waarbij de brand in een zo vroeg mogelijk stadium wordt bestreden en waarbij mogelijke slachtoffers snel in veiligheid kunnen worden gebracht. In wet- en regelgeving wordt echter niet nader gespecificeerd wat 'snel' betekent, anders dan dat er opkomsttijden zijn vastgelegd in het Besluit veiligheidsregio's. Ook het begrip 'veilig' wordt niet nader gespecificeerd. Dit leidt ertoe dat de brandweer een inspanningsverplichting en geen resultaatverplichting heeft (Hagen et al., 2014).

In de praktijk worden er veel problemen ervaren bij het optreden in hoge gebouwen. In de expertsessie incidentbestrijding werd door verschillende deelnemers aangegeven dat er bij de brandbestrijding boven de drie à vier verdiepingen al problemen zijn met bijvoorbeeld het aflegsysteem.

In het regionaal risicoprofiel van Brabant-Zuidoost (Veiligheidsregio Brabant-ZuidOost, 2019) staat dat de brandweer specifiek moeite heeft om branden in gebouwen tussen de 25 en 70 meter te bestrijden. De reden die daarvoor wordt gegeven is dat er bij deze gebouwen geen extra voorzieningen aanwezig zijn en de brandweer genoodzaakt is via de binnenkant van het gebouw op te treden; de hoogwerkers hebben namelijk een beperkte werkhoogte (een maximum bereik van 30 meter).

In paragraaf 4.2 wordt dieper ingegaan op de ervaren problemen bij het optreden in hoge gebouwen.

4.2 Repressieve (on)mogelijkheden

Voor het optreden in hoge gebouwen door de brandweer bestaan voorzieningen zoals brandweerliften voor het vervoer van middelen en personen, droge stijgleidingen, opvoerpompen, rook- en brandwerende scheidingen, redvoertuigen (tot 30 meter), de procedure complexe gebouwen, detectiesystemen voor brand en rook en rookafvoersystemen, sprinklers, commandoposten et cetera. Een aantal van de hier genoemde voorzieningen worden ook vereist vanuit de regelgeving (zie hoofdstuk 3). Vanuit de

tactische en operationele doctrine zijn de mogelijkheden beperkt. Hieronder wordt nader ingegaan op de beperkingen.

4.2.1 Beperkingen voor (effectieve) brandbestrijding in hoge gebouwen

Uit het onderzoek komt een veelheid aan beperkingen naar voren. Omwille van de leesbaarheid wordt gebruikgemaakt van het kenmerkschema om deze beperkingen onder te verdelen.

Gebouwkenmerken

Voorzieningen

De voorzieningen zoals genoemd in de inleiding van dit hoofdstuk zijn vaak niet duidelijk zijn bij aankomst van de brandweer. Op basis van de hoogte kan worden ingeschat wat voor voorzieningen er minimaal getroffen zouden moeten zijn, maar hoe hoger het gebouw, hoe lastiger dit te bepalen is. Vaak is er sprake van maatwerk op basis van gelijkwaardigheid. Er is dan een grote variatie in de systemen die in het gebouw kunnen worden aangetroffen; dit geldt voor gebouwen van > 70 meter. Maar ook bij gebouwen tussen 20 – 70 meter zijn er grote verschillen in de uitvoering van het gebouw en de voorzieningen. Bij bestaande gebouwen bijvoorbeeld ontbreekt een voorportaal bij de brandweerlift en er is geen afwatering of vluchtluk uit de brandweerlift.

Er is in toenemende mate sprake van meervoudige gebruiksfuncties in één gebouw, bijvoorbeeld een ondergronds parkeergarage, winkels op de begane grond en woningen en/of kantoren daarboven, waardoor het moeilijk wordt de juiste keuze voor de inzetactie te bepalen. Daarnaast is vaak onduidelijk of de voorzieningen functioneren in geval van brand. Uit onderzoek van Hazebroek, Leene & Wolfs (2022) komt naar voren dat droge stijgleidingen vaak onbruikbaar zijn (gemaakt). In genoemd onderzoek wordt ook geconstateerd dat eigenaren van woongebouwen vaak niet op de hoogte zijn dat er onderhoud moet plaatsvinden aan droge blusleidingen en dat de blusleidingen onvoldoende molestbestendig zijn. De brandweer moet hierdoor voor het vullen van de droge blusleidingen eerst via de trap controleren of afsluiters dichtzitten en er geen schade is aan de blusleiding. Dit vraagt veel tijd, zeker in hoge gebouwen en is vaak de reden waarom er op voorhand geen gebruik wordt gemaakt van deze voorziening. Natte blusleidingen hebben kans op vervuiling als gevolg van gruisvorming. Bij blusleidingen in gebouwen > 70 meter is de capaciteit van de pomp van een tankautospuiter onvoldoende; een aparte pompinstallatie voor elk gebouw is daarom noodzakelijk.

Vanwege de hoogte is de inzettijd langer en is het van groter belang dat voorzieningen (blijven) functioneren totdat de brandweer in kan zetten.

Hoogte

De brandweer kan boven de 30 meter alleen een offensieve of defensieve binnenzet uitvoeren, omdat de brand vanaf die hoogte (met de huidige middelen) niet goed bestreden kan worden van buitenaf. De maximale werkhogte van een hoogwerker of autoladder is 30 meter en de worplengte van de straalpijp of het waterkanon bedraagt maximaal 15 – 20 meter. De basisprincipes gaan er echter van uit dat de brand om veiligheidsredenen eerst van buitenaf bestreden wordt, voordat een binnenzet wordt gedaan. Maar als de locatie van de brand niet bekend is, de brand niet bereikbaar is en/of er te weinig koelend vermogen is, is eigenlijk alleen een defensieve buitenzet mogelijk. Ook is de inzetdiepte in het gebouw vaak veel groter dan de slanglengte waar de basisprincipes van uitgaan. Met name

in kantoorpanden met grote vloeroppervlakten (een brandcompartiment mag namelijk een oppervlakte van maximaal 1.000 m² hebben) kan de offensieve binneninzet een probleem zijn, omdat de basisprincipes ervan uitgaan dat rookgaskoeling maar bij maximaal 70 m² vloeroppervlak kan worden uitgevoerd.

Als een blusleiding faalt (of tijdelijk buiten gebruik is door onderhoud of defecten) is er geen alternatief. De opvoerdruk van de pomp op een TS is namelijk onvoldoende om het water te verpompen naar verdiepingen hoger dan 70 meter.

Werkruimte

Er is vaak een beperkte werkruimte voor de brandweer, wat met name het gebruik van O-bundels belemmert. O-bundels uitvouwen is erg lastig in het veelal kleine voorportaal waar het aansluitpunt van de droge blusleiding zit (Hazebroek, Leene & Wolfs, 2022). Er zijn regio's die op dit moment testen of de O-bundels eerst in het trappenhuis uitlopen en pas daarna te vullen. Daarnaast werken de O-bundels optimaal bij 8 bar, terwijl de norm voor droge blusleidingen een werkdruk van 5 bar voorschrijft.

Uit de casuïstiek en de expertsessies blijkt dat de vlucht- en aanvalswegen elkaar kruisen. Dit betekent dat vluchtende mensen en brandweermensen elkaar tegenkomen in het trappenhuis. Dit is een onwenselijke situatie is, omdat het de brandweer belemmert in haar werk en de vluchtenden geconfronteerd worden met obstakels zoals slangen. Vluchtwegmanagement is daarom belangrijk.

Communicatie

De ervaring is dat communicatiemiddelen zoals DMO-portofoons niet altijd werken in hoge gebouwen (wegens geen bereik); ook C2000 werkt op een bepaalde hoogtes niet meer. Dit kan de veiligheid van brandweermensen in gevaar brengen.

Brandkenmerken

Het is vaak niet duidelijk waar de brand precies zit en tot hoever die al is uitgebreid. De rook kan zich, evenals niet-zichtbare gassen zoals CO, vaak ver verspreiden, ook naar plaatsen waar dit niet direct verwacht wordt (Hazebroek, Leene & Wolfs, 2020). Daarnaast kan rook misleidend zijn, omdat de plaats waar rook wordt waargenomen niet de plaats van de brand hoeft te zijn.

Voor gebouwen > 70 meter wordt een sprinkler voorgeschreven die in principe de omvang van de brand beperkt houdt. Het ventileren en controleren (metingen voor vrijgave en controle op aanwezigheid) is erg lastig vanwege de hoogte en de hoeveelheid woningen en compartimenten. Het vraagt veel capaciteit en tijd om alles te controleren. Tot die tijd blijft het onduidelijk of iedereen het gebouw verlaten heeft. De branduitbreiding en de rookverspreiding zijn vaak groter, omdat het langer duurt voordat de locatie van de brand bekend is en bereikt kan worden.

Daarnaast kan de wind van invloed zijn op de brandontwikkeling (afhankelijk van de winddrukzijde en de aanvalsroute). Er is dan een grotere kans op een zogenaamde 'winddriven fire'. Als de winddruk op de achterzijde van een gebouw staat en de voordeur wordt geopend (wat op hoogte vaak de enige toegangsweg is tot de woning), kan de brand over de brandweer heen komen.

Menskenmerken

Vanwege de grootte en onoverzichtelijkheid van het gebouw duurt het na aankomst van de brandweer vaak even voordat duidelijk is of de mensen in de buurt van de brand nog wel veilig zijn in hun woning of compartiment. Het is daarom lastig voor een operationeel leidinggevende om te kiezen voor blussen dan wel eerst redden of evacueren. Daarnaast is het de vraag of mensen, ook wanneer er wellicht geen noodzaak is om te vluchten, dit niet toch zullen doen. Als besloten wordt tot evacueren, legt dit een groot beslag op de capaciteit van de brandweer; bovendien kost evacueren veel tijd.

Tijdens de expertsessies vroeg men zich af of bepaalde doelgroepen (met name niet-zelfredzamen) wel hoog in een gebouw zouden moeten worden gehuisvest. Het onderzoek van Van Liempd et al., 2022 toont aan dat deze vraag zeer terecht is, omdat de huidige voorzieningen voor de persoonlijke veiligheid voor die doelgroep onvoldoende zijn. Met betrekking tot de menskenmerken zijn met name het gebruik en beheer van een gebouw van groot belang. Zoals aangegeven in de afbakening valt dit echter buiten de scope van het onderzoek.

Interventiekenmerken

De opties vanuit het kwadrantenmodel zijn beperkt, omdat een buiteninzet (offensief of defensief) vaak niet (goed) mogelijk is. Ook is een 360-graden-buitenverkenning vaak niet goed mogelijk. Daarnaast neemt de tijd totdat er daadwerkelijk ingezet kan worden toe. Dit komt, omdat het afhankelijk van de hoogte van het gebouw en de locatie van de brand langer duurt voordat de brand bereikt kan worden én omdat het meer tijd kost om een goed beeld te vormen op basis waarvan de inzetactie bepaald kan worden. Dit betekent dat vaak op basis van beperkte informatie manschappen naar binnen worden gestuurd en vervolgens ter plaatse een onverwachte situatie aan te treffen, waarbij het de vraag is in hoeverre dan nog goed kan worden bijgestuurd.

Ook wordt aangegeven dat de fysieke belasting voor de brandweer hoog is. Er wordt niet altijd gebruikgemaakt van een brandweerlift (soms wordt getwijfeld aan de betrouwbaarheid ervan). Dit geldt minder voor gebouwen >70 meter, omdat traplopen dan echt geen optie meer is. Het is de vraag of de genoemde twijfel aan de betrouwbaarheid van de brandweerlift terecht is. Bij de onderzoekers zijn geen casussen bekend waarin die twijfel gerechtvaardigd was.

De hoogte en het aantal mensen kunnen zorgen voor veel mensen die de brandweer moet evacueren, redden en/of begeleiden uit het gebouw. Hiervoor is veel capaciteit nodig. Dit betekent dat evacueren, redden en/of begeleiden van mensen uit het gebouw de brandweerinzet zal vertragen.

De kans op het doorbreken van rook- en brandwerende scheidingen is groter. Bij oudere gebouwen is geen voorportaal bij de liften, waardoor rook zich gemakkelijk via de liftschacht kan verspreiden. Ook zitten aansluitpunten voor droge stijgleidingen vaak voor de brandwerende en/of rookwerende scheiding in het trappenhuis, waardoor er met slangen door deze scheidingen heen gegaan moet worden (Hazebroek, Leene & Wolfs, 2022).

Als een binnenaanval om wat voor reden dan ook niet mogelijk is, is er geen alternatief meer. De brand is bijna niet anders te blussen dan door via de voordeur naar binnen te

gaan. Dit kan ook weer invloed hebben op de veiligheid van brandweerpersoneel, de rookverspreiding en condities in het gebouw.

De procedure hoge gebouwen kan weinig worden geoefend en het komt in de praktijk weinig voor. Het beeld bestaat daarnaast dat deze procedure in de praktijk lastig uitvoerbaar is met de (beperkte) slagkracht die in Nederland beschikbaar is. Ze lijkt daarom een papieren tijger die in de praktijk niet werkt.

Omgevingskenmerken

Door de dichte bebouwing is er vaak geen geschikte opstelplaats voor de voertuigen. Ook is er gevaar voor vallende delen. Daarnaast is er vaak geen mogelijkheid voor een volledige buitenverkenning. Vanzelfsprekend hebben ook andere aspecten buiten invloed op de brandbestrijding (zoals incidentbestrijding gevaarlijke stoffen (IBGS)), maar de verdere uitwerking daarvan valt buiten de scope van het onderzoek.

4.2.2 Welke handelingsperspectieven zijn er voor brandbestrijding in hoge gebouwen?

Naast het kenmerkenschema, het kwadrantenmodel en de basisprincipes wordt voor hoge gebouwen de procedure complexe gebouwen toegepast, die onder meer voorziet in een bruggenhoofd op de verdieping onder de brand (ELO bevelvoerder). Door de deelnemers van de expertgroep is aangegeven dat er op basis van het kwadrantenmodel en de basisprincipes slechts beperkte opties zijn. Zo kan er vaak geen buiteninzet worden gedaan, waardoor er nog maar twee kwadranten beschikbaar zijn. Een goede buitenverkenning conform de basisprincipes is vaak niet mogelijk, waardoor de drie verkenningvragen moeilijk of niet te antwoorden zijn. Ook geven zij aan dat er nog weinig ervaring is met branden in hoge gebouwen en dat er ook eigenlijk niet (realistisch) geoefend wordt voor dit soort incidenten.

4.3 Fysieke en mentale belasting en belastbaarheid

De fysieke belasting van brandweerpersoneel tijdens een inzet in hoogbouw is hoog. Volgens de eisen (PPMO) dienen brandweermensen fysiek in staat te zijn om in maximaal 2 minuten 20 meter (minimaal 100 traptreden) verticaal te kunnen stijgen. Daarna worden zij in staat geacht ook nog een inzet te kunnen doen. De fysieke belasting kan worden verminderd als er gebruikgemaakt wordt van de brandweerlift. Sommige deelnemers aan de expertsessies hebben aangegeven de lift in gebouwen tussen 20 en 70 meter niet te gebruiken vanwege mogelijke rookverspreiding door het ontbreken van een voorportaal, of omdat ze twijfelen aan de betrouwbaarheid ervan. Als de brandweerlift niet gebruikt wordt, wordt er dus fysiek nogal wat gevraagd van brandweermensen.

Uit onderzoek is gebleken dat de inzetdiepte in gebouwen voor brandweerpersoneel beperkt is (Rayson, e.a., 2005a) en dat de inzetdiepte afneemt met de hoogte die moet worden overbrugd. De inzetijden in het genoemde onderzoek lagen gemiddeld tussen de 25 en 30 minuten en zijn vergelijkbaar met de inzetijden die met gebruik van ademlucht in Nederland gehanteerd worden. In geval van normale ademluchtflessen is met name de hoeveelheid lucht de beperkende factor; in de experimenten waarin men kon beschikken over extra ademlucht voor een eventueel langere inzet bleek de hittebelasting de beperkende factor te zijn geweest. De combinatie van (zware) arbeid, persoonlijke beschermingsmiddelen en

omgevingstemperatuur limeerde de inzetijd dus tot circa een half uur. Op basis van dit onderzoek is een model ontwikkeld waarmee de volgende voorspellingen gedaan kunnen worden: indien naar de 10^e verdieping moet worden gelopen, wordt de maximale inzetdiepte in het gebouw beperkt tot 25 meter. Bij een inzet op de 20^e verdieping is dat nog maar 20 meter en op de 30^e verdieping kan men nog tot 12 meter het gebouw ingaan. Met andere woorden: hoe hoger het gebouw, hoe minder diep brandweerpersoneel kan doordringen om een slachtoffer te redden (Rayson e.a., 2005b).

In een ander onderzoek naar evacuaties in hoge gebouwen toonde Halder e.a. (2020) aan dat een gemiddeld persoon zonder rusten de 12^e verdieping kan bereiken als er bordessen zijn. Indien er geen bordessen zijn, is lokale spiervermoeidheid de beperkende factor en kan men nog maar ongeveer 3 minuten traplopen (Halder, 2020). Dan is traplopen voor brandweerpersoneel geen optie als er ook nog een inzet gedaan moet worden.

Op basis van deze onderzoeken naar traplopen in hoge gebouwen (Halder, 2020) is door Kuklane et al. (2016) een model ontwikkeld dat een schatting maakt van de verticale stijgsnelheid. Op basis van dat model en een gemiddelde fitheid (VO_2max : 40ml/kg/min) zal men op 60 % van de maximale arbeidscapaciteit ongeveer 10 meter per minuut in stijgen. Theoretisch gezien zou men dan de 40^e verdieping kunnen bereiken, maar in het model wordt geen rekening gehouden met het dragen van beschermende kleding en overige persoonlijke beschermingsmiddelen en ook niet met de belastende omstandigheden (rook en temperatuur) waar brandweerpersoneel wel mee te maken heeft. Dat zorgt voor een toename van de fysieke belasting. In onderzoek van Taylor et al. (2012) bleek dat alleen het dragen persoonlijke bescherming al tot 30 % taakverzwaring leidt en dan is met de overige verzwarende omstandigheden nog geen rekening gehouden. In onderzoek door Mol (2017) naar traploopalternatieven worden taakzwaarte (80 % VO_2max) van het traplopen en lokale spiervermoeidheid ook als beperkende factoren genoemd, waarbij de inzetijden gelimiteerd worden tot maximaal 15 minuten in plaats van de gehanteerde 30 minuten. In dat geval moet dus worden geconcludeerd dat een inzet in hoogbouw nauwelijks mogelijk is als men eerst moet traplopen.

Op basis van bovenstaande en de kennis uit de eerdere onderzoeken van Rayson e.a. (2005) kan worden geconcludeerd dat men niet meer dan tussen de 20 en 70 meter moet traplopen om ook nog enigszins inzetbaar te kunnen zijn. Na een inzet moet een ruim voldoende herstelperiode in acht worden genomen voordat men opnieuw inzetbaar is. Bij gebouwen >70 meter is traplopen om tot de brandverdieping te komen sowieso geen optie meer vanwege de hoogte. Het gebruik van brandweerliften is daarom vanaf een gebouwhoogte van 20 meter noodzakelijk.

De deskresearch leverde geen specifieke informatie op over de mentale belasting voor brandweermensen bij het optreden in hoge gebouwen. In algemene zin kan wel worden gesteld dat het mentaal wel belastend kan zijn om tijdens het optreden tegen allerlei belemmeringen aan te lopen (zoals slechts een beperkte verkenning kunnen doen, slechte communicatie en dergelijke).

4.4 Innovaties

Vanuit de expertgroep zijn niet zozeer concrete ideeën over innovaties naar voren gekomen als wel aandachtspunten. De volgende aandachtspunten zijn genoemd: meer eenduidigheid als het gaat om regelgeving en de 'diversiteit' van voorzieningen die uit de huidige regelgeving voortkomt.

Noot van de onderzoekers: met het aansturen van de SBR-richtlijn hoogbouw in het Bouwbesluit wordt hieraan al invulling gegeven.

Als de 'diversiteit' aan voorzieningen afneemt, ontstaat er meer eenduidigheid, wat helpt bij het optreden van de hulpdiensten. Ook helpt het als duidelijk is welke voorzieningen aanwezig zijn en welke opties er zijn om daar gebruik van te maken tijdens de brandbestrijding. Verder hebben de experts aangegeven dat het altijd onzeker is of het gebouw echt leeg is. Er zou iets ontwikkeld moeten worden om te checken of een woning of andere ruimte echt leeg is. Op de huidige manier kost het veel tijd en capaciteit om alle woningen te controleren.

Noot van de onderzoekers: op dit moment wordt in een hotel in Ede ervaring opgedaan met digitale aanwezigheidsdetectie.

De aansluitpunten van droge blusleidingen zitten nu niet in het compartiment. Als dat wel het geval is, zouden er minder scheidingen doorbroken hoeven te worden, waardoor met name rookverspreiding wordt tegen gegaan (Hazebroek, Leene & Wolfs, 2022). Om te voorkomen dat vluchtende personen en brandweermensen elkaar tegenkomen in het trappenhuis, zou vluchtmanagement als aparte taak een oplossing kunnen bieden.

De onderzoekers bevelen aan om de basisprincipes uit de operationele doctrine als uitgangspunt te nemen bij innovaties. De innovaties dienen gericht te zijn op de vraag hoe wél een goede buitenverkenning kan worden uitgevoerd en hoe de drie verkenningsvragen uit de basisprincipes wel met ja beantwoord kunnen worden. Er kan hierbij gedacht worden aan het inzetten van drones voor de verkenning (zowel buiten als binnen) en infosystemen met betrekking tot rookverspreiding en locatiebepaling van brand en bewoners. Om de omvang van de brand klein te houden, zou een verplichting tot het aanbrengen van sprinklerinstallaties nuttig zijn. Dit is trouwens in de hoogbouwrichtlijn van SBR al opgenomen als verplichting.

Waarnemingen en ervaringen tijdens oefeningen in hoge gebouwen

- > Investeer in de begane grond (leiding, coördinatie, beeldvorming, afstemming, vooruitdenken, de pomp juist inschakelen), multi-afstemming (MKO).
- > Werkende verbindingen (ook op manschapniveau) zijn essentieel en voorwaardelijk voor de inzet (tussen CP, inzetafdeling, liftboy, TS, enzovoort).
- > Er is behoefte aan een op taak (nummer) uitgeschreven procedure of checklist wie wat doet en meeneemt. Dit minimaal voor de eerste 3 of 4 eenheden.
- > Het is vaak onduidelijk welke aansluiting van de droge stijgleiding de juiste is bij meerdere aansluitmogelijkheden. Hierdoor is het risico groot dat er op de verkeerde stijgleiding wordt aangesloten, met als gevolg dat er geen druk komt op de slangen.
- > Op het paneel is vaak niet af te lezen waar de brand precies is en waar de rook zich bevindt.

5 De afstemming tussen bouwregelgeving en inzet

In algemene zin kan gesteld worden dat de voorzieningen uit de voorschriften van de bouwregelgeving een bepaald basisniveau geven van waaruit repressief kan worden opgetreden. Opgemerkt moet worden dat volgens het Bouwbesluit 2012 voor bestaande gebouwen minder voorzieningen (gericht op repressie) verplicht zijn en minder zware eisen gelden voor brand- rookwerendheid en vluchtroutes. Daarmee zijn de risico's van brandbestrijding in bestaande hoge gebouwen groter dan in de nieuwere gebouwen. Maar ook als voldaan wordt aan de voorschriften van het Bouwbesluit 2012 is er altijd sprake van zogenaamde restrisico's. Deze restrisico's kunnen worden verkleind door het nemen van aanvullende brandveiligheidsmaatregelen. Bij de bepaling van de restrisico's is ook de vraag wat maatschappelijk acceptabel is relevant. In dit onderzoek is deze vraag niet meegenomen.

Niet alleen de specifiek voorgeschreven repressieve voorzieningen zijn van invloed op de inzet door brandweer (brandweerlift, droge blusleiding et cetera) ook de meer preventieve voorzieningen (brand- en rookscheidingen, sprinklerinstallatie) en de kwaliteit daarvan zijn van invloed. Met de aanwezigheid van bijvoorbeeld een sprinklerinstallatie worden brandveiligheidsrisico's bij de bron beperkt, waardoor de brandomvang kleiner blijft, evenals de daarmee gepaard gaande risico's. Nu zijn sprinklers volgens het Bouwbesluit 2012 niet verplicht, maar in de SBR richtlijn die veel gemeentes hanteren is een sprinklerinstallatie voor gebouwen > 70 meter wel opgenomen. Dit leidt tot de vraag of het veiligheidsniveau van gebouwen > 70 m (met sprinkler) nog wel in evenwicht is met dat van gebouwen < 70 m waarvoor een sprinklerinstallatie niet verplicht is.

Uit de expertsessies en de casestudies komt naar voren dat sommige voorzieningen niet altijd aansluiten bij gebruik in de praktijk. Dit betreft bijvoorbeeld de aansluitpunten van droge blusleidingen die zodanig gepositioneerd zijn dat er rookwerende scheidingen moeten worden doorbroken (slangen tussen de deur) en de druk in dergelijke leidingen die niet aansluit bij de druk die de brandweer nodig heeft voor haar blussystemen. Daarnaast draagt het onderscheid in de regelgeving voor gebouwen < 70 meter en > 70 meter en de daarmee gepaard gaande verschillende voorzieningenniveaus ook niet bij aan de eenduidigheid en uniformiteit van een brandweerinzet. Zo worden er voor gebouwen > 70 meter geen vast omschreven voorzieningen geëist in de regelgeving. Sommige gemeentes zoals Rotterdam hebben hiervoor aanvullende regels opgesteld, maar dat betreft lokaal beleid. Welke voorzieningen dan in een dergelijk gebouw terechtkomen, is vaak de keuze van een projectontwikkelaar. Daarnaast is in de expertsessies aangegeven dat bij het repressief optreden in hoge gebouwen beperkingen worden ervaren (zie eerder in dit hoofdstuk).

Geconcludeerd kan worden dat voorzieningen die voortvloeien uit de huidige regelgeving slechts beperkte mogelijkheden bieden om in hoge gebouwen een effectieve en efficiënte inzet te kunnen doen. Aanpassingen in de regelgeving zijn een mogelijkheid om hierin verbetering te brengen. Met het voornemen om de richtlijnen vanuit de SBR op te nemen in het toekomstige Besluit bouwwerken leefomgeving wordt hier reeds deels invulling aan

gegeven. Verder is aan te bevelen om nader te onderzoeken of (onderdelen van) de richtlijnen uit bijvoorbeeld de hoogbouwvisie van de gemeente Rotterdam opgenomen kunnen worden in de regelgeving. Er zullen echter altijd restrisico's overblijven. Welke restrisico's acceptabel worden geacht, is een politieke keuze.

6 Beantwoording hoofd- en deelvragen

Voor de beantwoording van de deelvragen wordt gebruikgemaakt van informatie die verkregen is uit het literatuuronderzoek, de bestudering van de casussen en expertsessies. Alvorens antwoord gegeven wordt op de hoofdvraag, zullen eerst de deelvragen worden beantwoord.

6.1 Beantwoording van de deelvragen

Deelvraag 1: Wat wordt verstaan onder hoge gebouwen?

Uit het onderzoek blijkt dat er geen sprake is van een eenduidige definitie voor hoge gebouwen. In dit onderzoek wordt de indeling 20 – 70 meter en > 70 meter gebruikt; deze indeling is afkomstig uit het Bouwbesluit 2012.

Deelvraag 2: Wat wordt verstaan onder adequate brandbestrijding in hoge gebouwen?

Op deze vraag is alleen een kwalitatief antwoord te geven. De experts hebben aangegeven dat zij onder een adequate brandbestrijding verstaan dat de brandweer een snelle en veilige inzet kan doen waarbij de brand in een zo vroeg mogelijk stadium wordt bestreden en waarbij mogelijke slachtoffers snel in veiligheid kunnen worden gebracht. In wet- en regelgeving wordt echter niet nader gespecificeerd wat 'snel' betekent, hoewel er opkomsttijden zijn vastgelegd in het Besluit veiligheidsregio's. Ook het begrip veilig wordt niet nader gespecificeerd. De brandweer kent mede daardoor een inspanningsverplichting en geen resultaatverplichting.

Deelvraag 3: Over welke mogelijkheden beschikt de repressieve dienst momenteel met betrekking tot brandbestrijding in hoge gebouwen?

Voor het optreden in hoge gebouwen bestaan voor de brandweer een aantal voorzieningen zoals brandweerliften voor het vervoer van middelen en personen, droge stijgleidingen, opvoerpompen, rook- en brandwerende scheidingen, redvoertuigen (tot 30 meter), detectiesystemen voor brand en rook en rookafvoersystemen. Een aantal van de genoemde voorzieningen zijn ook verplicht volgens de regelgeving. Daarnaast is er de procedure complexe gebouwen.

Deelvraag 4: Welke beperkingen zijn er nu voor (effectieve) brandbestrijding in hoge gebouwen?

Om deze deelvraag te beantwoorden is gebruikgemaakt van het kenmerkschema uit de tactische doctrine. Uit het onderzoek blijkt dat op alle kenmerken uit dit schema beperkingen worden ervaren.

Bij de *gebouwkenmerken* gaat het niet alleen om de onduidelijkheid welke voorzieningen aanwezig zijn, maar ook om de betrouwbaarheid daarvan zoals bij droge blusleidingen.

Vanwege de hoogte is de inzetijd bovendien langer. Het is derhalve van extra groot belang dat voorzieningen (blijven) functioneren totdat de brandweer een inzet kan doen. De hoogte van het gebouw zelf geeft ook beperkingen, evenals de verschijningsvorm (galerijflat, torenflat, met of zonder corridor-ontsluiting enzovoort). Zo zijn de basisprincipes voor brandbestrijding (de operationele doctrine) maar beperkt toepasbaar (zie ook bij de interventiekenmerken). Daarnaast kan bij hoge gebouwen voor het vullen van de droge blusleiding meer water nodig zijn dan de inhoud van de watertank van een tankautospuiter en is zonder extra hulpmiddelen de opvoercapaciteit van de tankautospuiter onvoldoende om het water naar een bepaalde hoogte te pompen, waarbij er nog voldoende druk overblijft om te blussen. Ook is er vaak beperkte werkruimte waardoor de blussystemen niet goed kunnen worden uitgerold en werken de communicatiesystemen niet altijd goed.

Bij de *brandkenmerken* is het vaak lastig te bepalen waar de brand precies is en tot hoever rookverspreiding heeft plaatsgevonden. Hierdoor zijn de branduitbreiding en de rookverspreiding vaak groter, omdat het langer duurt voordat de locatie van de brand bekend is en bereikt kan worden. Het ventileren en controleren (metingen voor vrijgave en controle op aanwezigheid) is erg lastig vanwege de hoogte en de hoeveelheid woningen en compartimenten. Het vraagt veel capaciteit en tijd om alles te controleren. Daarnaast is er kans op 'winddriven fires'.

Bij de *menskenmerken* speelt dat het na aankomst van de brandweer vaak even duurt voordat duidelijk is of de mensen in de buurt van de brand nog wel veilig zijn in hun appartement vanwege de grootte en onoverzichtelijkheid van het gebouw. Het is daarom lastig voor een operationeel leidinggevende om te kiezen tussen blussen dan wel eerst redden of evacueren. Daarnaast is het de vraag of mensen gaan vluchten, ook als er wellicht geen noodzaak is om dit te doen. Als besloten wordt tot evacueren legt dit een groot beslag op de capaciteit van de brandweer; ook kost dit veel tijd, zeker als er niet of beperkt zelfredzame mensen bij betrokken zijn.

Bij de *interventiekenmerken* blijken de opties van het kwadrantenmodel beperkt, omdat een buiteninzet (offensief of defensief) vanwege de hoogte vaak niet (goed) mogelijk is. Ook een 360-graden-buitenverkenning is vaak niet goed mogelijk. Daarnaast neemt de tijd totdat er daadwerkelijk ingezet kan worden toe, omdat het, afhankelijk van de hoogte van het gebouw en de locatie van de brand, langer duurt voordat de brand bereikt kan worden en omdat het meer tijd kost om een goed beeld te vormen waarmee de inzetactie bepaald kan worden.

De procedure complexe gebouwen kan en wordt weinig geoefend en branden in hoge gebouwen komen (nog) weinig voor, zodat er maar beperkt ervaring wordt opgedaan. Het beeld bij de onderzoekers bestaat daarnaast dat de procedure complexe gebouwen in de praktijk lastig uitvoerbaar is met de (beperkte) slagkracht die in Nederland beschikbaar is. Ook de fysieke belasting is bij optreden in hoge gebouwen erg hoog. De hoogte en het aantal mensen kunnen zorgen voor veel personen die de brandweer moet evacueren, redden en/of begeleiden uit het gebouw. Hiervoor is veel capaciteit nodig en dit kan de brandweerinzet vertragen.

De kans op het doorbreken van rook- en brandwerende scheidingen vanwege de meegenomen slangen is groter en als een binnenaanval om wat voor reden dan ook niet mogelijk is, is er geen alternatief meer.

Bij de *omgevingskenmerken* speelt de dichte bebouwing vaak een grote rol, omdat hierdoor vaak geen geschikte opstelplaatsen voor de voertuigen te vinden zijn. Daarnaast is er vaak geen mogelijkheid voor een volledige buitenverkenning.

Deelvraag 5: Welke handelingsperspectieven zijn er voor brandbestrijding in hoge gebouwen?

Vanuit de tactische en operationele doctrine (kwadrantenmodel en basisprincipes) zijn er maar beperkt opties. Vanwege de hoogte kan er vaak geen buiteninzet worden gedaan, waardoor er nog maar twee kwadranten 'over' zijn. Een goede buitenverkenning conform de basisprincipes is vaak niet mogelijk, waardoor de drie verkenningvragen (waar zit de brand, kan ik de brand bereiken en heb ik voldoende koelend vermogen?) moeilijk of niet te beantwoorden zijn. Daarnaast is er nog weinig ervaring met branden in hoge gebouwen en wordt er nauwelijks (realistisch) geoefend voor dit soort incidenten. Een sprinklerinstallatie zorgt ervoor dat de ontwikkeling van de brand beperkt blijft en zodoende minder koelend vermogen bij de inzet noodzakelijk is.

Deelvraag 6: Wat zijn realistische verwachtingen met betrekking tot mentale en fysieke belasting en belastbaarheid van brandweermensen in de context van brandbestrijding in een hoog gebouw?

Het overbruggen van hoogte is een forse fysieke belasting. In algemene zin komt uit het onderzoek naar voren dat maximaal 30 minuten kan worden opgetreden, waarna een herstelperiode in acht moet worden genomen. Boven de 20 meter zijn brandweerliften een absolute noodzaak, omdat zonder dergelijke voorzieningen er fysiek gezien geen mogelijkheden zijn om op te treden. Het traplopen alleen al kost bij dergelijke hoogten fysiek zoveel, dat er te weinig restcapaciteit overblijft om op de verdieping van het incident nog inzetbaar te zijn.

De deskresearch leverde geen specifieke informatie op over de mentale belasting voor brandweermensen bij het optreden in hoge gebouwen. In algemene zin kan wel worden gesteld dat het mentaal wel belastend kan zijn om tijdens het optreden tegen allerlei belemmeringen aan te lopen (zoals slechts een beperkte verkenning kunnen doen, slechte communicatie en dergelijke).

Deelvraag 7: Welke innovaties zijn mogelijk om de brandbestrijding in hoge gebouwen te verbeteren en/of te vereenvoudigen?

Uit de expertsessies zijn meer aandachtspunten dan innovaties naar voren gekomen. Bovendien is het van belang om de innovaties mede te betrekken op de periode tussen het ontstaan van de brand en de inzet van de brandweer (na 30 minuten). Een sprinklerinstallatie kan in deze periode helpen om de brandomvang te beperken, zodat de kans op een succesvolle inzet van de brandweer ná 30 minuten wordt vergroot. De onderzoekers bevelen aan om de basisprincipes uit de operationele doctrine als uitgangspunt te nemen bij innovaties. De innovaties dienen gericht te zijn op de vraag hoe wél een goede buitenverkenning kan worden uitgevoerd en hoe de drie verkenningvragen uit de basisprincipes wél met ja beantwoord kunnen worden. Er kan hierbij gedacht worden aan het inzetten van drones voor de verkenning (zowel buiten als binnen) en infosystemen met betrekking tot rookverspreiding en locatiebepaling van brand en bewoners. Op basis van dit onderzoek kan niet de conclusie getrokken worden dat indien deze innovaties worden toegepast de brandweerinzet daarmee veilig, effectief en efficiënt kan worden uitgevoerd. Hiervoor is diepgaander onderzoek noodzakelijk, waarbij ook de

maatschappelijke discussie over het acceptabele restrisico bij branden in hoge gebouwen meegenomen dient te worden.

Deelvraag 8: Welke bouwregels zijn er nu ten aanzien van de brandveiligheid in hoge gebouwen, waarop zijn die gebaseerd en zijn die nog passend bij de huidige risico's?

Ten aanzien van de brandveiligheid in hoge gebouwen zijn er bouwkundige eisen, installatie-technische eisen en gebruikseisen gegeven in het Bouwbesluit 2012. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied die tussen de 20 en 70 meter ligt en gebouwen waarbij deze vloer hoger dan 70 meter boven het meetniveau ligt. Voor gebouwen met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 70 meter boven het meetniveau geeft het Bouwbesluit 2012 geen prestatie-eisen. Er is slechts voorgeschreven dat eenzelfde mate van brandveiligheid moet worden behaald als is beoogd met de brandveiligheidsvoorschriften zoals beschreven in de brandveiligheidsparagrafen in de technische bouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2012. De SBRCURnet-handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen geeft wel richtlijnen voor gebouwen hoger dan 70 meter.

Het is aan de aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen om aan het bevoegd gezag aannemelijk te maken met welke voorzieningen een voldoende brandveiligheidsniveau wordt gerealiseerd. In de onderbouwing daarvan wordt in de praktijk meestal gebruikgemaakt van genoemde SBRCURnet-handreiking. Naar verwachting wordt deze handreiking per 1 januari 2022 voor hoge gebouwen aangestuurd in het Besluit bouwwerken leefomgeving, de opvolger van het Bouwbesluit 2012. De SBRCURnet-handreiking geeft op dit moment slechts richtlijnen voor gebouwen tot 200 meter hoog. Voor gebouwen hoger dan 200 meter geldt dat vluchten niet meer realistisch is of te lang gaat duren. Op dit moment zijn er geen richtlijnen hoe daarmee moet worden omgegaan. Gemeentes en veiligheidsregio's hebben nu soms eigen richtlijnen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de gemeente Rotterdam met een 'Hoogbouwvisie' die ook betrekking heeft op gebouwen van 200-400 m. Het is wenselijk om een landelijke set aan richtlijnen te maken voor gebouwen hoger dan 200 meter.

Verder zijn er nieuwe of opkomende risico's (bijvoorbeeld de energietransitie) waarop de bouwregelgeving op dit moment nog niet is toegesneden.

Deelvraag 9: Biedt de bouwregelgeving voldoende mogelijkheden voor een repressieve inzet?

De voorschriften van het Bouwbesluit 2012 geven een bepaald minimumniveau waaraan gebouwen in Nederland moeten voldoen. Maar ook als wordt voldaan aan de voorschriften van het Bouwbesluit 2012, is er altijd sprake van zogenaamde restrisico's. Deze restrisico's kunnen worden verkleind door het nemen van aanvullende brandveiligheidsmaatregelen. Welke maatregelen dat zouden kunnen zijn, wordt verder vermeld bij de beantwoording van deelvraag 11.

Daarnaast moet worden bedacht dat volgens het Bouwbesluit 2012 voor bestaande gebouwen minder voorzieningen (gericht op repressie) verplicht zijn en ook de kwaliteit van brand- en rookscheidingen en vluchtroutes minder kan zijn. Daarmee zijn de risico's van brandbestrijding in bestaande hoge gebouwen groter dan in de nieuwere gebouwen, met het risico dat de brandweer voor een onuitvoerbaar taak komt te staan.

Ten slotte moet worden bedacht dat niet alleen de specifiek voorgeschreven repressieve voorzieningen van invloed zijn op een succesvolle inzet door brandweer (brandweerlift, brandweerinzet), maar ook diverse andere (meer preventieve) voorschriften van het Bouwbesluit 2012. Denk bijvoorbeeld aan de onlangs ingevoerde eisen voor de rookwerendheid en zelfsluitend van deuren. Als gevolg daarvan wordt rookverspreiding verder beperkt, hetgeen een gunstig effect heeft op de repressieve mogelijkheden van de brandweer. Dit wordt bijvoorbeeld ook in de Hoogbouwvisie als zodanig door de gemeente Rotterdam verwoord.

Deelvraag 10: In hoeverre zijn de brandrisico's in hoge gebouwen veranderd sinds de regelgeving is vastgesteld?

Als gevolg van een aantal maatschappelijke ontwikkelingen zijn de brandrisico's veranderd. Met de energietransitie gepaard gaande innovaties zoals zonnepanelen, waterstof en EOS'en introduceren nieuwe (brand)risico's. De vergrijzing en het feit dat mensen langer zelfstandig blijven wonen zorgen ervoor dat er in de nabije toekomst ook in hoge gebouwen steeds meer verminderd zelfredzame mensen wonen. Dit vergt in geval van een evacuatie bij een brand een grotere inzet van de brandweer. In het kader van klimaatadaptie zullen gevels en daken van gebouwen steeds meer vergroenen. Het is nog onduidelijk wat dit voor invloed heeft op het brandverloop. Met bovengenoemde zaken wordt nog geen rekening gehouden in de huidige regelgeving.

Deelvraag 11: Welke aanvullende regels zouden er moeten komen om de repressieve mogelijkheden voor de brandweer te verbeteren en daarmee de veiligheid voor gebruikers en bewoners te verbeteren?

Uit het onderzoek en de expertsessies zijn geen duidelijke antwoorden gekomen op deze deelvraag. Nader onderzoek wordt daarom aanbevolen. Wel kan in algemene zin gesteld worden dat hoe hoger het gebouw is, hoe langer het duurt voordat de brandweer een effectieve inzet kan uitvoeren. De aanvullende (maat)regels zouden derhalve gerelateerd moeten zijn aan het tijdspad van de inzet. Met andere woorden: hoe langer de verwachte inzetijd, hoe zwaarder de aanvullende (maat)regels. Hierbij valt te denken aan het beperkt houden van het brandvermogen door bijvoorbeeld sprinklers en onbrandbaar meubilair of het beperken van de inzetdiepte, bijvoorbeeld door het anders positioneren of aanvullend aanbrengen van aansluitpunten voor droge blusleidingen. Dit voorkomt ook dat de brandweer door brand en rookwerende scheidingen moet, waardoor rookverspreiding wordt tegengegaan. Er zou nader onderzocht kunnen worden of een stay-in-place-concept mogelijk is, waarbij mensen die niet of minder zelfredzaam zijn bij een brand veilig in hun woning kunnen verblijven. Voorwaarde hierbij is wel dat het gebouw blijvend is aangepast en veilige verblijfmogelijkheden in de woningen biedt tijdens een brand. Ook moet het stay-in-place-concept voldoende aansluiten bij het menselijk gedrag van de aanwezigen in het gebouw.

6.2 Beantwoording van de hoofdvraag

De **hoofdvraag** uit dit onderzoek luidt:

In hoeverre kan een brand in hoge gebouwen repressief worden bestreden gegeven de huidige regelgeving voor hoogbouw, en welke aanpassingen in de regelgeving zijn eventueel nodig om die te verbeteren?

Een brand in hoge gebouwen kan niet adequaat worden bestreden met de huidige tactische en operationele doctrine brandbestrijding, en de huidige bouwregels zijn ontoereikend. De fysieke aspecten, de ongunstige tijd-tempo factoren (lange aanvalsweg, tijdrovende verkenning, capaciteitsvraagstuk bij ontruiming), de mogelijke problemen met communicatie, een slechte bereikbaarheid voor het materieel als gevolg van stedelijke verdichting, en voorzieningen waarvan niet gegarandeerd kan worden dat ze naar behoren werken zijn allemaal belemmeringen bij een brand in een hoog gebouw. Ook de geoefendheid en het ontbreken van een goed handelingsperspectief spelen hierbij een rol. Dit alles levert risico's op voor het brandweerpersoneel en voor de bewoners van het betreffende gebouw. Innovatieve oplossingen zijn nodig om conform de bestaande tactische en operationele doctrine te kunnen optreden.

De vraag welke aanpassingen in de regelgeving eventueel nodig zijn kan op basis van dit onderzoek niet beantwoord worden. Wel kan in algemene zin gesteld worden dat hoe hoger het gebouw is, hoe langer het duurt voordat de brandweer een effectieve inzet kan uitvoeren. Dit geldt dan met name voor een inzet via de trap of wanneer de brandweerlift onvoldoende capaciteit heeft om brandweerpersoneel naar de juiste locaties te brengen.

Aanvullende maatregelen moeten daarom gerelateerd zijn aan het tijdspad van de inzet: hoe langer de verwachte inzetijd, hoe zwaarder de aanvullende maatregelen. Ook is er een relatie tussen de lengte van de vluchtweg en de omvang van de populatie. Op dit terrein is meer onderzoek nodig, waarbij de vraag relevant is welk restrisico nog acceptabel gevonden wordt. Uit dit verkennend onderzoek blijkt in ieder geval dat maatregelen nodig zijn om brand te voorkomen en klein te houden, naast innovatieve ondersteuning voor de repressie.

Literatuurlijst

- Brandweeracademie. (2020a). Basisprincipes van brandbestrijding. IFV.
- Brandweeracademie. (2020b). *Rookverspreiding in woongebouwen. Hoofdrapport van de praktijkexperimenten in een woongebouw met inpandige gangen*. IFV.
- Brandweeracademie. (2021). *Vluchtveiligheid van woongebouwen*. IFV.
- Brandweeracademie, & Brandweer Nederland. (2017). *Trends om van te leren*.
- Brandweeracademie, & Brandweer Nederland. (2019). *Casuïstiek uit brandonderzoek, trends om van te leren 2*.
- Buck Consultants International. (2009). *Wonen in hoogbouw*.
- Centraal Planbureau. (2019). *Het bouwproces van nieuwe woningen*. Cpb.NI.
- Duyvis, M., Leene, M., & Spoelstra, M. (2022). *De doorwerking van de energietransitie op omgevingsveiligheid*. NIPV.
- Gemeente Amsterdam. (2011). *Structuurvisie Amsterdam 2040*.
- Gemeente Den Haag. (2017). *Eyeline en Skyline*.
- Gemeente Rotterdam. (2019). *Hoogbouwvisie 2019*.
- Gemeente Utrecht. (2005). *Hoogbouw visie*.
- Gemeente Utrecht. (2021). *Ruimtelijke Strategie Utrecht 2040*.
- Halder, A. (2020). *The Fight on the Flights. Emergency evacuations – human physiological performance, leg muscle activity and gait biomechanics during exhaustive stair and slope ascent*,
- Hagen, R., Hendriks, A., & Molenaar, J. (2014). *Kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding (2.0)*.
- Hazebroek, J., Leene, M., & Wolfs, L. (2022). *Droge blusleidingen: Afstemming eisen aansluitpunten op brandweerpraktijk ter beperking van rookverspreiding*. NIPV.
- Hessels, T., ter Veer, R., Meijer, M., Lepelaar, S., & van Ruiven, L. (2020). *Energieopslag en/of -opwekking op daken van collectieve woongebouwen*. IFV.
- Instituut Fysieke Veiligheid. (2017). *Basis voor -brandveiligheid - De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen*. (2e ed.).
- Kuklane, K., Halder, A., (2016). A model to estimate vertical speed of ascending evacuation from maximal work capacity data. *Safety Science*, Volume 89, 369-378.
- Ministerie van VROM. (2008). *Structuurvisie Randstad 2040*.
- Mol, E. (2017). *Toetsing van de bijzondere functie-energetische (piek)belasting; een van de vier testmethodes*. IFV.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2021). *Fatale flatbrand in Arnhem Lessen voor brandveiligheid*.
- Rayson, M., Wilkinson, D., Carter, J., Richmond, V., Blacker, S. Bullock, N., Robertson, I., Donovan, K., Graveling, R., Jones, D., Cole, S. (2005). *Physiological Assessment of Firefighters Performing Civil Resilience Scenarios*. Final Version: Report Optimal Performance Ltd.
- Rijksoverheid. (2020). *Zorg voor kwetsbare mensen die thuis wonen nader uitgewerkt*.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2012). *Bouwbesluit 2012*.
- SBRCURnet. (2014). *Handreiking brandveiligheid in hoge gebouwen*. SBRCURnet.
- Spoelstra, M. (2021a). *Kennisbundel waterstof in de gebouwde omgeving*. IFV.
- Spoelstra, M. (2021b). *Waterstofauto's in parkeergarages*. IFV.

- Stichting Hoogbouw. (2020). *Hoogbouw in Nederland 2020*. (n.d.).
- Taylor, N.A., Lewis, M.C., Notley, G.E. (2012). A fractionation of the physiologicalburden of the personal protective equipment worn by firefighters. *Eur J. Appl Physiol.* 112(8): 2913-2941.
- V2BO Advies. (2003). *Hoogbouw: eisen en richtlijnen brandveiligheid*.
- Van de Leur, P., & van Mierlo, R. (2021). *Risico's van gevels met brandklasse B*. DGMR.
- Van Liempd, R., de Witte, L., Karemaker, M., van Herpen, R., & Jansen, V. (2022). *Rookverspreiding en persoonlijke veiligheid*. NIPV.
- Van Liempd, R., Ebus, J., Reinders, J., & van der Graaf, J. (2022). *De invloed van duurzaam, energiezuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid van gebouwen*. NIPV.
- Veiligheidsregio Brabant-ZuidOost. (2019). *Regionaal risicoprofiel Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost 2019*.
- VNG. (2015). *Overzicht trends en ontwikkelingen*.

Bijlage A Casussen

In deze bijlage is de lijst met de evaluaties van de onderzochte casussen opgenomen.

- > Lloydstraat Rotterdam (2007)
- > Wijnhaven Rotterdam (2017)
- > Soderblomplaats Rotterdam (2017)
- > Lichtpunt Rotterdam (2014)
- > Whitechapel London (2022)
- > Mijnsherenlaan Rotterdam (2014)
- > Rijkwijkseplein 353 Den Haag (2020)
- > Prinses Beatrixlaan Den Haag (2003)
- > Hoevestein Wageningen (2007)
- > Lawickse Allee Wageningen hotel (2017)
- > De Regent Eindhoven (2012)

Bijlage B Deelnemers expertsessies

Expertgroep incidentbestrijding

Naam	Regio
Remco van Werkhoven	VR-RR
Rogier Piek	VR-RR
Rob Out	VRAA
Albert Patist	VRU
Lars de Niet	VRH
Duncan van de Laar	VRH
Aart van der Wulp	VRBZO

Expertgroep risicobeheersing

Naam	Regio
Mark van Houwelingen	VR-RR
Ron Galesloot	VRAA
Sander Strik	VRU
Marcel Koene	VRH
Marco Burggraaf	VRH
René Schage	VRTwente
Ivo Snijders	VRMWB
Raymond Broeren	VRBZO

Bijlage C Bouwregelgeving hoge gebouwen

In een nieuwbouwsituatie leiden de doelen uit het Bouwbesluit en de SBRCURnet-handreiking tot de brandveiligheidsvoorschriften (op hoofdlijnen) zoals benoemd in tabel C.1 hieronder. Voor gebouwen hoger dan 70 meter zijn enkel de afwijkingen en aanvullingen ten opzichte van gebouwen tot 70 meter benoemd.

Tabel C.1 Overzicht bouwregelgeving hoge gebouwen

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
<p><i>Afdeling 2.2:</i> Sterkte bij brand (bouwconstructie weerstand met betrekking tot bezwijken)</p>	<p><i>Deze eisen worden gesteld om te zorgen dat het gebouw voldoende laag blijft staan om vluchten en het doorzoeken van het gebouw mogelijk te maken.</i> Wonen: 120 minuten Kantoor: 90 minuten met 30 minuten reductiemogelijkheid indien beperkte permanente vuurlast</p>	<p>Wonen en kantoor: 120 minuten en een automatische blusinstallatie.</p>
<p><i>Afdeling 2.8:</i> Beperking ontstaan van een brandgevaarlijke situatie</p>	<p><i>Deze eisen worden gesteld ter beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie.</i> Wonen en kantoor: eisen aan stookplaats, schachten, rookgasafvoer en opstelplaats open verbrandingstoestel.</p>	<p>Eisen gelijk aan het Bouwbesluit 2012.</p>
<p><i>Afdeling 2.9:</i> Beperking van het ontwikkelen van brand en rook</p>	<p><i>Deze eisen worden gesteld om te voorkomen dat een brand zich te snel kan uitbreiden langs een (binnen)oppervlak in een gebouw en dat er zich te snel rook kan ontwikkelen wat het vluchten kan belemmeren. Aan de buitenzijde worden de eisen gesteld om te voorkomen dat een gevel ontbrandt als gevolg van een vlam buiten tegen de onderste 2,5 m van de gevel of omdat het bestrijden van een brand in de gevel hoger dan 13 meter voor de brandweer veelal lastig is.</i> Wonen en kantoor: eisen aan de brand- en rookklasse van constructieonderdelen, elektrische leidingen en pijpsisolatie. Aan extra beschermde vluchtroutes (bv. de</p>	<p>De gehele buitengevel moet voldoen aan brandklasse B. Ook ramen deuren en kozijnen in de buitengevel moeten aan brandklasse B voldoen. De vereisten voor het brandgedrag van kabels zijn niet goed te vergelijken met de vereisten uit het Bouwbesluit 2012. De SBRCURnet-handreiking gebruikt nog de klasseringen ‘moeilijk brandbaar’ en ‘zonder halogeen’.</p>

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
-----	---------------	------------

trappenhuizen) worden strengere eisen gesteld wat betreft de brand- en rookklasse dan aan overige ruimten. Aan de buitenzijde van een gebouw worden strengere eisen gesteld aan de oppervlakken boven de 13 meter en voor de onderste 2,5 meter (brandklasse B i.p.v. D). Ramen, deuren en kozijnen mogen hierbij wel voldoen aan brandklasse D.

Afdeling 2.10: Beperking van uitbreiding van brand

Deze eisen worden gesteld om ongehinderde uitbreiding van brand te beperken tot een deel van het gebouw.

Wonen en kantoor: het gebouw is ingedeeld in brandcompartimenten van maximaal 1000 m². De brandcompartimenten moeten een WBDBO hebben van 60 minuten. Voor woningen geldt dat elke woning een zelfstandig brandcompartiment is.

Ten aanzien van de indeling in brandcompartimenten gelden dezelfde eisen als in het Bouwbesluit 2012. Aanvullend geldt dat elke verdieping horizontaal gecompartmenteerd moet zijn. Naast de brandcompartimentering geldt een eis voor een automatische blusinstallatie. Hierbij gelden een aantal specifieke nadere eisen omtrent lokalisering van de brand, reduceren van de faalkans van de installatie en de tijd dat de blusinstallatie moet functioneren bij een brand. Vanwege de aanwezigheid van een blusinstallatie wordt de WBDBO tussen (beschermd sub-) brandcompartimenten t.o.v. het Bouwbesluit 2012 gereduceerd van 60 naar 30 minuten WBDBO.

Afdeling 2.11: Verdere beperking van uitbreiding van brand en beperking van verspreiding

Deze eisen worden gesteld om de uitbreiding van brand verder te beperken dan in afdeling 2.10 en om veilig vluchten mogelijk te maken.

Wonen: het beschermde subbrandcompartiment mag maximaal 500 m² groot zijn. Veelal vallen de brandcompartiments- en beschermde subbrandcompartimentsgrenzen samen (per woning). De WBDBO naar de vluchtroute is veelal 30 minuten. Voor de weerstand tegen rookdoorgang (WTRD) geldt de eis R200 (getest op warme en koude rookdoorgang). Deze WTRD-eis geldt ook voor de trappenhuizen.

De eisen t.a.v. de indeling in (beschermd) subbrandcompartimenten zijn gelijk aan de eisen in het Bouwbesluit 2012. Er geldt, in tegenstelling tot woningen < 70 meter, geen eis voor koude of warme rookdoorgang tussen woningen of tussen de woning en de inpandige gang. Dit komt, omdat de bouwbesluit-eisen voor de WTRD herzien zijn nadat de handreiking hoogbouw is gepubliceerd. In de praktijk worden de eisen uit het Bouwbesluit 2012 voor de WTRD wel gevolgd bij hoogbouw.

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
-----	---------------	------------

Kantoor: de brandcompartimenten moeten bestaan uit 1 of meerdere sub-brandcompartimenten. Als de loopafstand en het aantal personen niet te groot worden, kan de grens van het subbrandcompartiment samenvallen met de grens van het brandcompartiment. Er geldt dan een WTRD-eis van Ra (getest op koude rookdoorgang).

Afdeling 2.12:
Vluchtroutes

Deze eisen zijn gericht op zodanige vluchtroutes dat bij brand een veilige plaats bereikt kan worden.

Wonen en kantoor: Gecorrigeerde loopafstand tot uitgang subbrandcompartiment maximaal 30 meter.

Rooksluis van tenminste 2 meter voor het trappenhuis.

Trappenhuisen uitgevoerd als extra beschermde vluchtroute afgescheiden van andere ruimten in het gebouw met een WBDBO van 60 minuten en een WTRD R200.

Over het algemeen twee trappenhuisen. Bij hoogbouw vaak uitgevoerd als wokkeltrap. Bij hogere gebouwen is vaak sprake van inpandige gangen en trappen. Bij woningbouw 20 – 70 meter komen ook galerijflats en gebouwen voor met een veiligheidsvluchtroute (één trappenhuis bereikbaar via de buitenlucht).

Specifiek voor kantoren gelden ook eisen aan de capaciteit van een vluchtroute.

De WBDBO eis kan afhankelijk van de gebruiksfunctie en het ontruimingsconcept hoger zijn voor de trappenhuisen en rooksluizen. Voor kantoren geldt hierbij een eis van 60 minuten WBDBO. Bij wonen geldt een eis van 60 minuten (ontruimingsconcept A) of 105 minuten WBDBO (ontruimingsconcept B en C). Er geldt een eis voor zowel koude als warme rookdoorgang (S_m -criterium) voor de trappenhuisen en de rooksluis. Er moeten minimaal twee trappenhuisen aanwezig zijn. Voor het langer vrijhouden van de trappenhuisen van rook wordt in een overdrukinstallatie voorzien. Optioneel mogen de rooksluizen ook van een overdrukinstallatie voorzien worden. Wanneer ondergronds bouwlagen aanwezig zijn, moet het trappenhuis van de bovengrondse lagen bouwkundig gescheiden zijn van de ondergrondse lagen. Hierdoor wordt voorkomen dat twee stromen (van onder en van boven) bij elkaar komen en een opstopping kunnen veroorzaken. Het zorgt er ook voor dat mensen niet per ongeluk de uitgang op de begane grond voorbij lopen. Verder moet er op elke bouwlaag in de trappenhuisen een verdiepingsaanduiding zijn aangebracht.

Afdeling 2.13:
Hulpverlening bij brand

Deze eisen worden gesteld om in het geval niet iedereen zelfstandig een veilige plaats heeft bereikt, het

Aanvullend op de eisen uit het Bouwbesluit 2012 moeten er minimaal twee brandweerliften

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
	<p><i>gebouw nog te kunnen doorzoeken en hulp te bieden bij de ontruiming. Verder moet de brandweer de plaats van de brand met het benodigde materieel kunnen bereiken.</i></p> <p>Wonen en kantoor: er moet een brandweerlift zijn. De loopafstand tot een trappenhuis of een brandweerlift mag niet te groot zijn (respectievelijk 75 en 120 meter vanaf een punt in het gebruiksgebied).</p>	<p>zijn (deze mogen in één schacht zitten). De brandweerlift moet de afmeting hebben van een brandcardlift (oppervlak liftkooi minimaal 2,05 x 1,05 m).</p> <p>Omdat in hoge gebouwen problemen kunnen ontstaan met de communicatiemiddelen van de brandweer (portofoons), is een interne communicatievoorziening vereist. Dit systeem moet functioneel zijn gedurende de beschikbare ontruimingstijd + 30 minuten voor de daaropvolgende brandweerinzet. Er zijn spreektoestellen nabij de brand-slang aansluitingen van de blusleiding en in de commandoruimte.</p> <p>Er moet een commandoruimte zijn. Deze moet op dezelfde bouwlaag als de brandweeringang liggen. De inrichting van de commandoruimte moet in overleg met de brandweer gebeuren. In de commandoruimte moeten signaleringspanelen en bedieningsinstrumenten van verschillende installaties aanwezig zijn, bijvoorbeeld de brandmeldinstallatie, blusinstallatie, brandweerlift en blusleiding. In de commandoruimte moet een gebouwdossier aanwezig zijn met tekeningen en beschrijvingen van het gebouw en de brandveiligheidsvoorzieningen.</p>

<p><i>Hoofdstuk 6: Installaties</i></p>	<p><i>Deze eisen worden gesteld voor een tijds ontdekking van brand, het vluchten bij brand, het bestrijden van een brand en de bereikbaarheid van het gebouw bij een brand.</i></p> <p>Wonen (zonder zorg): NEN 2555 rookmelders in de vluchtroute van de woning zelf (niet in de gemeenschappelijke vluchtroute). Brandwerende deuren in inwendige scheidingsconstructies moeten zelfsluitend zijn.</p>	<p>In aanvulling op de eisen van het Bouwbesluit 2012 geldt dat de blusleiding voorzien moet zijn van een pompinstallatie met redundante pompen. Dit is nodig, omdat de pomp van een tankautospuiter vaak niet in staat is om het water op te voeren tot boven de 70 meter (drukval waardoor er te weinig druk op de straalpijp overblijft). Op elke verdieping moet een capaciteit van 2 x 36 m³/h beschikbaar zijn</p>
---	---	---

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
	<p>Er moet een droge blusleiding zijn. De afstand van een brandslangaansluiting tot een punt in een gebruiksgebied mag maximaal 60 meter zijn. De brandslangaansluitingen van de droge blusleiding zijn op elke verdieping in de rooksluizen gelegen.</p> <p>Het gebouw moet een toereikende bluswatervoorziening hebben. Het gebouw moet bereikbaar zijn voor de brandweer en de brandweer moet een tankautospuit kunnen opstellen (aansluiten op de bluswatervoorziening).</p> <p>Kantoor: de voorzieningen voor het wonen zijn eveneens aanwezig, behalve de rookmelders (NEN 2555). Verder zijn aanvullend de volgende zaken aanwezig:</p> <p>Brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie. Tot 50 meter een niet automatische bewaking (handbrandmelders), hoger dan 50 meter is gedeeltelijke bewaking verplicht. Er is een ontruimingsplan verplicht. Vluchtrouteaanduidingen en noodverlichting in de vluchtroute en in ruimtes bestemd voor meer dan 75 personen.</p> <p>Brandslanghaspels zijn verplicht en indien aanvullend nodig ook draagbare blustoestellen.</p>	<p>op een druk tussen de 500 en 700 kPa.</p> <p>Voor kantoren geldt dat er brandslanghaspels aanwezig moeten zijn. Vanwege de gebouwhoogte moeten er drukverhogingspompen zijn wanneer de brandslanghaspels zijn aangesloten op het drinkwaternet. De haspels kunnen ook aangesloten worden op de automatische blusinstallatie.</p> <p>Ten aanzien van de brandmeldinstallatie geldt dat voor kantoren altijd een brandmeldinstallatie met volledige bewaking vereist is. Voor wonen geldt aanvullend op de NEN-2555-rookmelders in de woningen dat er een NEN-2535-brandmeldinstallatie in de gemeenschappelijk vluchtwegen is (gedeeltelijke bewaking). De brandmeldinstallaties bij wonen en kantoor mogen achterwege blijven wanneer de automatische blusinstallaties is uitgevoerd met sprinklerkoppen die een $RTI < 50 \text{ m}^{0,5}\text{s}^{0,5}$ bezitten. Er moet een doormelding zijn voor het gebied dat bewaakt moet worden met een NEN-2535-brandmeldinstallatie (er is dus geen doormelding voor de rookmelders in de individuele woningen). Er moet voorzien zijn in een ontruimingsalarminstallatie type-A (gesproken woord). Voor kantoren met het ontruimingsconcept A mag de ontruimingsalarminstallatie uitgevoerd worden als type-B (slow-whoop-signaal). Bij een type-A installatie is ook communicatie vanuit de brandweer met de personen in het gebouw mogelijk.</p> <p>In aanvulling op de eisen uit het Bouwbesluit 2012 is voor wonen ook noodverlichting vereist. De tijd waarbij de noodverlichting</p>

Wat	20 – 70 meter	> 70 meter
		moet functioneren is voor zowel wonen als kantoor langer dan in het Bouwbesluit 2012 (vanwege de langere benodigde vluchttijd en inzetijd).

Hoofdstuk 7: Gebruik

Deze eisen worden gesteld voor het voorkomen van brandgevaar en ontwikkeling van brand en het veilig vluchten bij brand.

Wonen (zonder zorg): er gelden verschillende eisen om de brandveiligheid tijdens het gebruik te waarborgen, bijvoorbeeld vluchtdeuren die te openen moeten zijn zonder sleutel of een brandwerende deur die bij brand dicht moet vallen. Ook zijn er eisen voor de brandveiligheid van aankleding en in beperkte mate voor de inrichting. Voor de inventaris in een woning (bv. meubilair) bestaan geen eisen in het Bouwbesluit 2012. Ten aanzien van brandbare objecten in (extra beschermde) vluchtwegen is aangegeven dat deze geen brandgevaar mogen veroorzaken en dat vluchtwegen over voldoende breedte vrij moeten blijven. Kantoor: voor een kantoor zijn de eisen grotendeels vergelijkbaar met de eisen voor een woning. Een aanvulling is dat er voldoende Bhv'ers aanwezig moeten zijn om de ontruiming bij brand voldoende snel te laten verlopen.

Eisen gelijk aan het Bouwbesluit 2012.

Brandveiligheid tijdens de bouw

Er moet een veiligheidsplan worden voorgelegd aan het bevoegd gezag waar in ieder geval de bereikbaarheid van de bluswater- en andere veiligheidsvoorzieningen vastgelegd moet zijn. Vanuit arbeidsveiligheidwetgeving moeten bij bepaalde werkzaamheden brandblussers aanwezig zijn.

Voor hoogbouw zijn er aanvullende eisen voor de opstelplaats van de brandweer nabij het voedingspunt van de blusleiding, het gebruiksgereed zijn van de blusleiding, handbrandmelders en brandblussers per bouwlaag, en opslag van materialen in een brandcompartiment met een WBDBO van 60 minuten. Ook moeten de twee vluchtroutes zoveel mogelijk beschikbaar zijn.