

Introductie doelgerichte brandveiligheid



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), 2024

Auteurs R. van Liempd, P. van Rede, L. De Witte
Contactpersoon R. van Liempd

Datum 8 november 2024

Foto's foto cover: Paul van Woerkum Fotografie

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.

Inhoud

Begrippenlijst	4
Inleiding	6
Waarom dit document?	6
Doel	7
Afbakening	7
Leeswijzer	7
Versie(beheer) en samenhang met andere publicaties	7
1 Wat is doelgerichte brandveiligheid?	9
1.1 Brandveiligheid op basis van doelen	9
1.2 Brandveiligheidskunde	10
1.3 Proces voor doelgerichte brandveiligheid	11
1.4 Voorbeelden van doelgerichte brandveiligheid	13
2 Bouwregelgeving: regelgericht en doelgericht	18
2.1 Regelgerichte brandveiligheid	18
2.2 Veranderingen in de gebouwde omgeving	21
2.3 Relatie regelgeving en doelgerichte brandveiligheid	24
2.4 Doelgerichte regelgeving	27
3 Methoden doelgerichte brandveiligheid	34
3.1 Algemeen	34
3.2 SFPE	34
3.3 ISO	37
3.4 Model risicogericht werken Brandweer NL	41
3.5 Beschouwing van de processchema's	43
3.6 Voorstel processchema voor doelgerichte brandveiligheid	46
4 Kwaliteit	49
4.1 Competente personen of teams	49
4.2 Procesmatige borging van kwaliteit	55
Literatuurlijst	57
Bijlage 1 Voorbeelden van de toepassing van doelgerichte brandveiligheid in de praktijk	59

Begrippenlijst

Begrip	Betekenis
Acceptatiecriterium	Een acceptatiecriterium is een nadere (meetbare) concretisering van een subdoel en dient als een grenswaarde bij de evaluatie van het brandveiligheidsontwerp. Wanneer aan alle acceptatiecriteria wordt voldaan, dan wordt daarmee ook automatisch voldaan aan de subdoelen en brandveiligheidsdoelen. [Andere vergelijkbare termen: prestatiecriteria, grenswaarden, risicodrempel]
Brandveiligheidsdoelen	Brandveiligheidsdoelen beschrijven op hoofdlijnen wat er wordt nagestreefd met de brandveiligheidsoplossing. De brandveiligheidsdoelen zijn dermate generiek dat ze goed worden begrepen door leken. [Andere vergelijkbare termen: doelen]
Brandveiligheidskunde	(Wetenschappelijk onderbouwde) kennis over en toepassing van kennis en kunde over (de interactie tussen) brand, mens, interventie, gebouw, omgeving en brandveiligheidsmaatregelen. [Engels: 'fire safety science']
Doelgerichte brandveiligheid	In de doelgerichte aanpak van brandveiligheid wordt brandveiligheidskunde gebruikt om op een systematische en navolgbare wijze een brandveiligheidsoplossing te vinden die aan een of meerdere vooraf bepaalde brandveiligheidsdoelen voldoet. Hier vormen conceptueel en risico denken de verbinding tussen wetenschap en praktijk. Om tot een brandveiligheidsoplossing te komen, worden brandveiligheidsdoelen bepaald, wordt een methode voor de bepaling van de mate van brandveiligheid gekozen en worden scenario's en risico's geanalyseerd.
Doelgericht brandveiligheidsproces	Een proces waarin de benodigde stappen binnen een doelgerichte brandveiligheidsaanpak zijn opgenomen. In het proces worden brandveiligheidsdoelen vastgesteld en wordt met behulp van toegepaste brandveiligheidskunde geanalyseerd welke brandveiligheidsoplossingen mogelijk zijn om invulling te geven aan de doelen. De meest geschikte oplossing kan vervolgens gerealiseerd en beheerd worden.
Doelgerichte brandveiligheidsoplossing	De uitkomst van een doelgericht brandveiligheidsproces. Een doelgerichte brandveiligheidsoplossing geeft invulling aan de gestelde brandveiligheidsdoelen.
Gereedschappen voor evaluatie	Gereedschappen die gebruikt worden binnen de doelgerichte aanpak. Voorbeelden van gereedschappen zijn methodieken om te rekenen aan een brand, de effecten van een brand of evacuatie. Het kan gaan om handmatige of computerberekeningen. Veelgebruikte gereedschappen zijn modellen zoals zone- of CFD-brandsimulaties en evacuatie-simulaties. [Andere vergelijkbare termen: FSE-tools, modellen, rekenmethodieken]
Restrisico	Het risico dat ondanks de getroffen brandveiligheidsvoorzieningen en/of -maatregelen overblijft en geaccepteerd wordt.

Begrip	Betekenis
Risicoanalyse-methode	De wijze waarop de risico's worden geanalyseerd binnen een doelgericht brandveiligheidsproces. [Andere vergelijkbare termen: methode]
Subdoelen	Een subdoel is een concretisering van een brandveiligheidsdoel. Een subdoel geeft een beschrijving van de wijze waarop het brandveiligheidsdoel behaald wordt (voor het voorkomen van slachtoffers en gewonden bijvoorbeeld het beschikbaar houden van vluchtwegen). Subdoelen zijn kwalitatief, en geven aanvullend op de doelen al een oplossingsrichting mee.
Toegepaste brandveiligheidskunde	<p>Bij het toepassen van brandveiligheidskunde gaat het om het op een systematische en navolgbare wijze gebruiken en analyseren van kennis over (de interactie tussen) brand, gedrag, interventie, gebouwen, omgeving en brandveiligheidsmaatregelen. Volgens de International Standard for Organisation (ISO) is de definitie van toegepaste brandveiligheidskunde (ISO, 2018): "Het maken of beoordelen van een ontwerp voor de bebouwde omgeving door het toepassen van op wetenschappelijke principes gebaseerde ontwerpmethoden waarbij brandscenario's geanalyseerd worden of het risico van meerdere brandscenario's gekwantificeerd wordt."</p> <p>Toegepaste brandveiligheidskunde wordt veelal gebruikt voor het realiseren van brandveiligheid in de gebouwde omgeving, maar kan ook elders toegepast worden, zoals bijvoorbeeld in het transport of de natuurlijke omgeving. De kennis die gebruikt wordt binnen de toegepaste brandveiligheidskunde heeft normaliter een wetenschappelijke basis, bijvoorbeeld uit onderzoeken of experimenten. Wanneer er onvoldoende wetenschappelijke basis is, kan het nodig zijn om met een expertbeoordeling te werken.</p> <p>[Engels: 'fire safety engineering']</p>

Inleiding

Waarom dit document?

De brandveiligheid in Nederland wordt op dit moment voornamelijk ingevuld op basis van een regelgerichte benadering waarbij is voorgeschreven aan welke concrete eisen voldaan moet worden (al dan niet wettelijk verplichtend opgelegd). Dit geldt zowel voor het voorkomen, beperken als het bestrijden van brand. Hierin staan centraal bij de uitvoering veelal zaken als wetgeving, normen, richtlijnen, branchestandaarden en inzetprocedures. Een regelgerichte aanpak heeft voordelen; zo is bijvoorbeeld vooraf voor iedereen helder waaraan voldaan moet worden. Hierdoor is er maar relatief beperkte tijd nodig voor het maken van een ontwerp en is er weinig discussie over wat de juiste keuze is.

Een regelgerichte aanpak is dus duidelijk en transparant, maar kent ook een aantal nadelen, zoals een focus op het voldoen aan regels. Welke mate van brandveiligheid behaald wordt, is dan vaak niet duidelijk. Hierdoor verdwijnt het nadenken over brandveiligheid naar de achtergrond. Regels in een regelgerichte aanpak zijn gebaseerd op historie (en incidenten uit het verleden) en houden daardoor onvoldoende rekening met mogelijk (nieuwe) risico's of incidenten in de toekomst. Het proces waarin regels tot stand komen, vraagt om veel afstemming met belanghebbenden en vraagt daardoor ook veel tijd. De wereld om ons heen verandert snel. Klimaatverandering en -adaptatie zorgen bijvoorbeeld voor veel veranderingen in de gebouwde omgeving en zijn daarmee van invloed op de brandveiligheid. Dit geldt zowel voor het voorkomen en beperken als het bestrijden van een brand(incident). Dergelijke veranderingen gaan zo snel dat nieuwe risico's in de gebouwde omgeving aanwezig zijn, voordat regels zijn ontwikkeld om deze risico's te voorkomen, te beperken of te bestrijden. Activiteiten in Nederland vinden daarnaast steeds dichterbij elkaar plaats en er is een toename van complexe bouwwerken. Ook voor deze toenemende verdichting en complexiteit is de wetgeving op dit moment onvoldoende toegerust.

Het beoordelen van de brandveiligheid in situaties waarin regels ontoereikend zijn, vraagt om een andere aanpak. Doelgerichte brandveiligheid kan geschikt zijn, omdat daar doelen centraal staan in plaats van regels. De brandveiligheid wordt daarbij voor één specifieke situatie beoordeeld. Daardoor kunnen alle risico's meegewogen worden die voor die specifieke situatie relevant zijn. De invulling van de brandveiligheid is dan ook specifiek voor en helemaal passend bij die situatie. Dit kan zorgen voor een kosteneffectieve oplossing. Belangrijk bijkomend voordeel is dat de mate van brandveiligheid inzichtelijk wordt.

De doelgerichte aanpak is een wezenlijk andere benadering van brandveiligheid dan de regelgerichte aanpak. Doelgerichte brandveiligheid vraagt om een andere manier van denken en er zijn andere competenties nodig om ze toe te kunnen passen. Wat doelgerichte brandveiligheid inhoudt en hoe ze toegepast kan worden, wordt in deze publicatie verder uitgelegd.

Doel

Het doel van deze publicatie is het introduceren en stimuleren van de doelgerichte aanpak van brandveiligheid. Door het toepassen van een doelgerichte aanpak wordt de mate van brandveiligheid inzichtelijk. De introductie van doelgerichte brandveiligheid kan een eerste stap zijn naar een duaal systeem in de bouwregelgeving, waarbij naast een regelgerichte aanpak ook een doelgerichte aanpak mogelijk is. Daarnaast kan de doelgerichte aanpak de basis zijn voor de uitwerking van regels.

Afbakening

Dit document betreft een eerste introductie van de doelgerichte brandveiligheid. Een handreiking voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid voor gebouwen in Nederland volgt in een andere publicatie. In deze eerste introductie is gekeken naar de mogelijkheden voor en meerwaarde van een doelgerichte brandveiligheidsaanpak, de verhouding tot de huidige regelgerichte bouwregelgeving, doelgerichte regelgeving uit enkele andere landen, bestaande processchema's voor doelgerichte brandveiligheid en de benodigde kwaliteit ten aanzien van personen en processen binnen een doelgerichte brandveiligheidsaanpak. Er is geen uitgebreide studie naar de wijze van inrichting van de doelgerichte brandveiligheid van alle landen gedaan, maar er is wel een eerste overzicht gegeven van de regelgeving op hoofdlijnen die in een aantal landen worden toegepast.

Leeswijzer

Dit document start met een uitleg van wat doelgerichte brandveiligheid is (hoofdstuk 1). Hierbij wordt een algemeen proces voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid geïntroduceerd en worden voorbeelden gegeven van de toepassing van doelgerichte brandveiligheid. Vervolgens wordt de bouwregelgeving beschouwd (hoofdstuk 2). Hierbij wordt gekeken naar de huidige regelgerichte aanpak en wordt beschreven hoe een doelgerichte aanpak hier een aanvulling op kan zijn. Er wordt ook gekeken hoe doelgerichte regelgeving in een aantal andere landen is vormgegeven. Vervolgens wordt een aantal processchema's voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid beschouwd en een voorstel gedaan voor een processchema voor doelgerichte brandveiligheid in Nederland (hoofdstuk 3). Als laatste is er gekeken naar kwaliteit binnen doelgerichte brandveiligheid (hoofdstuk 4). Hierbij is zowel de kwaliteit van personen of teams als de procesmatige borging van kwaliteit meegenomen.

Versie(beheer) en samenhang met andere publicaties

Levend document

Doelgerichte brandveiligheid is (in Nederland) een vakgebied in ontwikkeling. De laatste ontwikkelingen worden regelmatig verwerkt in dit document. Zodoende betreft deze handreiking een levend document. De wijzigingen die door de tijd heen worden doorgevoerd worden weergegeven in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Wijzigingen in document

Datum en versie	Wijzigingen
12-7-2024 versie 1.0	Eerste gepubliceerde versie
8-11-2024 versie 1.1	Illustraties vervangen door exemplaren in huisstijl NIPV

Serie samenhangende kennispublicaties

Het is onmogelijk om alle facetten van doelgerichte brandveiligheid overzichtelijk in één document vast te leggen. Daarom is gekozen voor een serie samenhangende kennispublicaties. Dit document vormt samen met de *Handreiking toepassen doelgerichte brandveiligheid bij gebouwen in Nederland* de belangrijkste basis die kan worden gebruikt bij de toepassing van doelgerichte brandveiligheid. Deze publicaties zullen in de toekomst verder worden uitgebreid met ondersteunende documenten die achtergrondinformatie en voorbeelden geven over specifieke onderwerpen of onderdelen binnen de doelgerichte brandveiligheid.

Omdat dit de eerste versie van deze kennispublicatie is, zijn er op dit moment nog geen ondersteunende documenten opgesteld. Wanneer andere documenten beschikbaar zijn, zijn ze te vinden op <https://nipv.nl/lectoraat-brandveiligheidskunde/> onder 'onderzoeken' en het kopje 'doelgerichte brandveiligheid'.

1 Wat is doelgerichte brandveiligheid?

In dit hoofdstuk wordt eerst een introductie gegeven op brandveiligheid op basis van doelen. Vervolgens wordt toegelicht wat (toegepaste) brandveiligheidskunde inhoudt. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een toelichting op een generiek proces voor doelgerichte brandveiligheid en er worden een aantal voorbeelden van een dergelijk doelgericht brandveiligheidsproces gegeven.

1.1 Brandveiligheid op basis van doelen

Bij een doelgerichte aanpak van brandveiligheid staan brandveiligheidsdoelen centraal. Op basis van deze doelen wordt met vakinhoudelijke kennis (brandveiligheidskunde) op een systematische en navolgbare manier de brandveiligheid ingevuld, eventueel uitgevoerd en geborgd. Oftewel: met het resultaat wordt invulling gegeven aan de gestelde doelen. Dit in tegenstelling tot regelgerichte brandveiligheid, waarbij het volgen van regels centraal staat. Doelgerichte brandveiligheid brengt daardoor met zich mee dat er nagedacht wordt over brandveiligheid in plaats dat er voornamelijk wordt nagedacht over het toepassen en uitvoeren van regels.

Omschrijving doelgerichte brandveiligheid

In de doelgerichte aanpak van brandveiligheid wordt brandveiligheidskunde gebruikt om op een systematische en navolgbare wijze een brandveiligheidsoplossing te vinden die aan een of meerdere vooraf bepaalde brandveiligheidsdoelen voldoet. Hier vormen conceptueel en risico-denken de verbinding tussen wetenschap en praktijk. Om tot een brandveiligheidsoplossing te komen, worden brandveiligheidsdoelen bepaald, wordt een methode voor de bepaling van de mate van brandveiligheid gekozen en worden scenario's en risico's geanalyseerd.

In tegenstelling tot regelgerichte brandveiligheid, gaat het bij doelgerichte brandveiligheid altijd om maatwerk. Een regelgerichte aanpak kent vaak ook doelen (bijvoorbeeld de brandveiligheidsdoelen uit het Besluit bouwwerken leefomgeving), maar die gelden generiek voor alle gevallen waarbij deze regels toegepast worden. Het is daarbij vaak niet inzichtelijk of en in welke mate met het uitvoeren van de regels de doelen behaald worden. Bij doelgerichte brandveiligheid is dit wél het geval en daarmee is ook duidelijk welke restrisico's geaccepteerd worden. De mate van brandveiligheid wordt dus inzichtelijk door de doelgerichte aanpak.

Risicogerichte brandveiligheid

In plaats van doelgerichte brandveiligheid wordt ook vaak de term risicogerichte brandveiligheid gebruikt. De eerste stap bij risicogerichte brandveiligheid is het vaststellen van doelen (Brandweer Nederland, 2023). De risico's worden vervolgens beoordeeld en er wordt getoetst of aan de doelen wordt voldaan. De doelen die gesteld worden, bepalen daardoor welke risico's acceptabel zijn of niet.

Omdat de doelen centraal staan in de doelgerichte en risicogerichte aanpak is ervoor gekozen om in deze publicatie gebruik te maken van de term doelgerichte brandveiligheid.

Bij doelgerichte brandveiligheid wordt vaak gedacht aan het maken van een brandveiligheidsontwerp voor (een deel van) een gebouw. Doelgerichte brandveiligheid is echter ook buiten een ontwerp toe te passen. Denk bijvoorbeeld aan brandveiligheidsbeleid, het beoordelen van een casus of het maken van ontwerpkeuzes voor materieel ten bate van de incidentbestrijding door de brandweer. Doelgerichte brandveiligheid kan ook gebruikt worden om input te geven voor regelgeving of regelgerichte brandveiligheid (bijvoorbeeld: met welke regels nieuwe risico's kunnen worden beperkt). Doelgerichte en regelgerichte brandveiligheid vullen elkaar aan, hebben beide een eigen toepassingsgebied en zowel voor- als nadelen. Dit zal in hoofdstuk 2 verder toegelicht worden.

1.2 Brandveiligheidskunde

De basis van doelgerichte brandveiligheid is brandveiligheidskunde (Engels: 'fire safety science') en de toepassing van deze brandveiligheidskunde (Engels: 'fire safety engineering'). In figuur 1.1 is te zien welke kennisgebieden van belang zijn bij de (toegepaste) brandveiligheidskunde (niet limitatief).



Figuur 1.1 Kennisgebieden binnen de (toegepaste) brandveiligheidskunde

Bij het toepassen van brandveiligheidskunde gaat het om het op een systematische en navolgbare wijze gebruiken en analyseren van kennis over (de interactie tussen) brand, gedrag, interventie, gebouwen, omgeving en brandveiligheidsmaatregelen.

Definitie toegepaste brandveiligheidskunde

Bij het toepassen van brandveiligheidskunde gaat het om het op een systematische en navolgbare wijze gebruiken en analyseren van kennis over brand, gedrag, interventie, gebouwen, omgeving en brandveiligheidsmaatregelen. Volgens de International Standard for Organisation (ISO) is de definitie van toegepaste brandveiligheidskunde (ISO, 2018): "Het maken of beoordelen van een ontwerp voor de bebouwde omgeving door het toepassen van op wetenschappelijke principes gebaseerde ontwerpmethoden waarbij brandscenario's geanalyseerd worden of het risico van meerdere brandscenario's gekwantificeerd wordt."

Toegepaste brandveiligheidskunde wordt veelal gebruikt voor het realiseren van brandveiligheid in de gebouwde omgeving, maar kan ook elders toegepast worden, zoals bijvoorbeeld in het transport of de natuurlijke omgeving. De kennis die gebruikt wordt binnen de toegepaste brandveiligheidskunde heeft een wetenschappelijke basis, bijvoorbeeld uit onderzoeken of experimenten. Wanneer deze onvoldoende is, kan het nodig zijn om met een expertbeoordeling te werken.

Bij een doelgerichte aanpak van brandveiligheid wordt toegepaste brandveiligheidskunde ingezet om te beoordelen of aan de gestelde doelen wordt voldaan. In hoofdstuk 4 staat nader beschreven welke kennis, vaardigheden, gedrag en attitude nodig kunnen zijn bij het uitvoeren van doelgerichte brandveiligheid.

1.3 Proces voor doelgerichte brandveiligheid

In deze paragraaf is een algemeen proces voor een doelgerichte aanpak van brandveiligheid beschreven en worden de stappen uit het proces nader toegelicht. De wijze van uitvoering van het proces kan per project verschillen, maar kent grofweg altijd de volgende drie stappen (zie figuur 1.2). Onder de figuur worden de drie stappen nader toegelicht.



Figuur 1.2 Doelgericht brandveiligheidsproces op hoofdlijnen

1.3.1 Kaders project

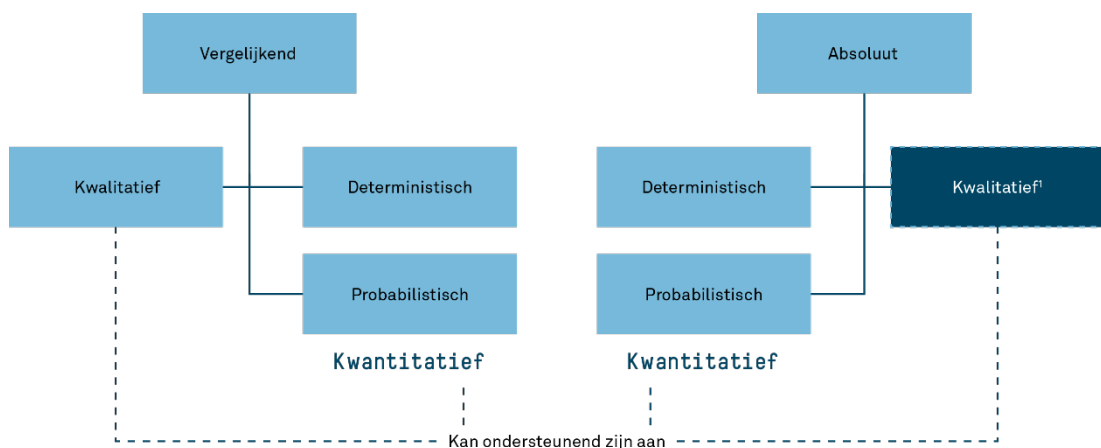
In deze stap wordt bepaald wat de scope (reikwijdte) is van het project en welke brandveiligheidsdoelen behaald moeten worden met het project. Brandveiligheidsdoelen (kortweg: doelen) zijn een beschrijving van de gewenste uitkomst van een doelgericht brandveiligheidsproces (wat bereikt moet worden). Het is de bedoeling dat brandveilig-

heidsdoelen abstract worden beschreven, zodat personen zonder technische brandveiligheidskennis ze ook kunnen begrijpen. Met brandveiligheidsdoelen wordt bewerkstelligd dat er begrip en overeenstemming ontstaat over de te verwachten uitkomst van het doelgerichte brandveiligheidsproces. Een voorbeeld van een brandveiligheidsdoel is bijvoorbeeld 'het voorkomen van slachtoffers en gewonden onder aanwezigheid in het gebouw'.

Het brandveiligheidsdoel zal nog verder geconcretiseerd moeten worden tot een of meerdere subdoelen en bijbehorende acceptatiecriteria. Een subdoel is een concretisering van een brandveiligheidsdoel. Het subdoel geeft een beschrijving van de wijze waarop het brandveiligheidsdoel behaald wordt (voor het voorkomen van slachtoffers en gewonden bijvoorbeeld het gedurende voldoende lange tijd beschikbaar houden van vluchtwegen). Subdoelen zijn nog steeds kwalitatief, maar geven aanvullend op de doelen al een oplossingsrichting mee. Bij één doel kunnen meerdere subdoelen horen. Alle subdoelen moeten dan behaald worden om aan het doel te voldoen.

Brandveiligheidsdoelen en subdoelen zijn beschrijvingen en daarmee niet direct meet- of toetsbaar. Om te kunnen bepalen of een doel of subdoel wordt behaald, zijn binnen een doelgerichte aanpak van brandveiligheid acceptatiecriteria nodig. Acceptatiecriteria zijn (meetbare) grenswaarden waarmee kan worden bepaald wat nog als acceptabel kan worden gezien (voor het beschikbaar houden van de vluchtwegen bijvoorbeeld de minimaal benodigde zichtlengte in de vluchtwegen). Voor elk subdoel kunnen een of meerdere acceptatiecriteria bepaald worden. Wanneer aan alle acceptatiecriteria wordt voldaan, dan wordt aan de subdoelen en daarmee ook aan de doelen voldaan.

Naast de brandveiligheidsdoelen, subdoelen en acceptatiecriteria wordt in deze stap ook gekeken naar de uitgangspunten van het project. Dit zijn vaststaande kaders die gelden bij de uitvoering van het project. Ook de verschillende belanghebbenden worden in beeld gebracht en betrokken bij het proces. Er wordt verder gekozen op welke wijze de mate van brandveiligheid wordt bepaald (methode). De methode is de wijze waarop de risico's worden geanalyseerd binnen een doelgericht brandveiligheidsproces. Hoe risico beoordeeld wordt, is sterk afhankelijk van de situatie en context. Risicoanalyses laten zich hoofdzakelijk indelen in een vergelijkende en een absolute aanpak. Voor beide gevallen geldt dat een analyse zowel een kwalitatief als kwantitatief karakter kan hebben. Kwantitatieve analysemethoden kunnen verder worden ingedeeld in methoden waarin zowel consequentie als frequentie worden gekwantificeerd (probabilistisch), of alleen de consequentie worden gekwantificeerd (deterministisch). Een overzicht van de verschillende vormen van risicoanalysemethoden is te zien in figuur 1.3.



Figuur 1.3 Vormen van risicoanalyses en onderlinge verhoudingen

1.3.2 Ontwerp maken, beoordelen en kiezen

In deze stap worden mogelijke brandveiligheidsoplossingen uitgewerkt. Deze oplossingen worden voor het specifieke project en de specifieke kenmerken van dat project uitgewerkt. Voor deze oplossingen wordt vervolgens gekeken welke risico's of scenario's zich voor kunnen doen (op basis van de methode die is gekozen in de eerste stap). Er wordt beoordeeld in hoeverre de oplossingen voldoen aan het brandveiligheidsdoel (en eventueel aan het subdoel en de acceptatiecriteria). Per oplossing worden ook de restrisico's in beeld gebracht. De restrisico's zijn de risico's die niet worden afgedekt door de brandveiligheidsoplossing en die door de belanghebbenden geaccepteerd worden. Uit de oplossingen die voldoen aan de gestelde brandveiligheidsdoelen kan de meest geschikte oplossing gekozen worden. Bij het kiezen van een oplossing moet er onder meer gekeken worden of een oplossing past bij het te verwachten menselijk gedrag en of een oplossing robuust en toekomstbestendig is. Van de gekozen oplossing moet bekend zijn welke kaders gelden voor deze oplossing. Ook moet bekend zijn wat nodig is aan beheer en onderhoud om de oplossing op het vereiste niveau te houden.

1.3.3 Realiseren en beheren van de oplossing

Nadat de oplossing gekozen is, wordt deze gerealiseerd. Na realisatie zal periodiek beoordeeld moeten worden in hoeverre de oplossing het doel nog behaalt. Hierbij moet bijvoorbeeld gekeken worden in hoeverre er veranderingen zijn opgetreden in uitgangspunten of risico's. Ook moet ervoor gezorgd worden dat de oplossing naar behoren blijft functioneren. Hierbij kan bijvoorbeeld onderhoud van een maatregel of opleiding en training van betrokkenen nodig zijn.

1.4 Voorbeelden van doelgerichte brandveiligheid

In deze paragraaf worden een aantal fictieve voorbeelden gegeven van een doelgerichte aanpak van brandveiligheid en voorbeelden waar elementen uit de doelgerichte aanpak worden gebruikt. In de voorbeelden worden op hoofdlijnen de verschillende stappen van het proces uit paragraaf 1.3 besproken. Het betreft hier een versimpelde weergave van het volledige doelgerichte brandveiligheidsproces, waarmee een beeld wordt gegeven van de onderwerpen waar doelgerichte brandveiligheid voor gebruikt kan worden en op welke wijze

ze uitgevoerd kan worden. In bijlage 1 zijn daarnaast nog voorbeelden opgenomen waar doelgerichte brandveiligheid in de praktijk is toegepast.

1.4.1 Verlagen aantal doden en gewonden door brand in de woonomgeving

Een gemeente heeft zich samen met een veiligheidsregio ten doel gesteld om het aantal doden en gewonden door brand in woningen te verlagen. Subdoelen bij dit doel zijn het verlagen van de kans op brand en het bevorderen van brandveilig gedrag en een brandveilige woonomgeving. Er zijn op voorhand geen aanvullende uitgangspunten gesteld om breed te kunnen kijken hoe dit doel bereikt kan worden. Het doel en de subdoelen zijn verder geconcretiseerd in een acceptatiecriterium. Het acceptatiecriterium is dat het aantal doden en gewonden door brand in woningen in de veiligheidsregio met 30 % wordt verlaagd (30 % reductie van het aantal fatale slachtoffers en 30 % reductie van het aantal gewonden).

Als methode wordt ervoor gekozen om eerste- en tweedelijnsorzaken te bekijken van branden waarbij doden en gewonden zijn gevallen. Op basis van deze oorzaken wordt gekeken welke interventies (brandveiligheidsoplossingen) mogelijk zijn. Op basis van de interventieanalyse wordt een interventiestrategie bepaald en deze wordt vervolgens uitgevoerd. Van uitgevoerde interventies wordt een effectmeting gedaan. Verder wordt vijfjaarlijks beoordeeld in hoeverre het doel en acceptatiecriterium behaald worden.

Mogelijke interventies of brandveiligheidsoplossingen

Voorbeelden van interventies of brandveiligheidsoplossingen die voor dit project zouden kunnen gelden zijn:

- > Vanwege het aantal gewonden en doden door de combinatie van roken en in slaap vallen op meubilair en matrassen met kunststof schuimvulling wordt het gebruik van brandveilig meubilair en matrassen gestimuleerd onder rokers.
- > Vanwege het aantal doden en gewonden waarbij meubilair en matrassen met kunststof schuimvulling is betrokken (ook bij niet rokers), wordt de samenwerking gezocht met het NIPV en het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport om te zorgen dat enkel brandveilig meubilair te koop is in Nederland.
- > Vanwege het aantal doden en gewonden in situaties waarbij geen goed werkende rookmelder aanwezig was, maar waarbij mensen wel voldoende zelfredzaam waren om te vluchten bij brand, worden doelgroep-specifieke gedragsinterventies uitgevoerd om de rookmelderdichtheid te verhogen. Hierbij wordt gekeken welke doelgroepen de laagste rookmelderdichtheid hebben. Er wordt verder gekeken welke redenen de doelgroepen hebben om geen werkende rookmelder te hebben. Op basis van deze redenen worden de gedragsinterventies gekozen en vervolgens uitgevoerd. Er wordt bewust gekozen voor gedragsinterventies. Naar verwachting zal dit een blijvende gedragsverandering opleveren, in tegenstelling tot het houden van toezicht en handhaven van de wettelijke verplichting tot het hebben van rookmelders.
- > Bij een aantal doelgroepen is een verhoogde kans op het ontstaan van brand gezien. Op de brandoorzaken die veelvuldig naar voren kwamen in de analyse van de woningbranden, worden gerichte gedragsinterventies ingezet voor deze doelgroepen.
- > Uit de analyse van woningbranden is gebleken dat rookverspreiding een mogelijk risico kan zijn bij woongebouwen. Uit een nadere analyse is naar voren gekomen dat de kans op slachtoffers en gewonden het grootste is bij een combinatie van bewoners die verminderd zelfredzaam zijn bij brand en woongebouwen met inpandige gangen. Er wordt in kaart gebracht bij welke gebouwen deze combinatie zich voordoet. Voor deze gebouwen worden de rookverspreidings-trajecten en interne luchtdichtheid in beeld gebracht. Op basis hiervan kan een inschatting gemaakt worden van de potentiële mate van rookverspreiding tijdens een incident. Voor de locaties waar de mate van rookverspreiding naar verwachting tot slachtoffers of gewonden kan

leiden, wordt in overleg met de Vereniging van Eigenaren gezocht naar mogelijkheden om de mate van rookverspreiding tijdens een brand voldoende beperkt te houden.

1.4.2 Optimaliseren bluswaterconcept

Een veiligheidsregio heeft als doel om het bluswaterconcept in de eigen veiligheidsregio te optimaliseren. Het subdoel dat de veiligheidsregio vaststelt, is dat bluswaterbehoefte en -beschikbaarheid goed op elkaar afgestemd zijn. Om op verschillende momenten voldoende bluswater beschikbaar te hebben, moeten de beschikbare waterhoeveelheden in de tank van een tankautospuit, van een waterwagen, van brandkranen, geboorde putten, open water en het groot watertransport goed op elkaar afgestemd zijn. Het subdoel wordt verder meetbaar gemaakt tot het acceptatiecriterium: in 95 % van de uitrukken moet de beschikbare hoeveelheid bluswater groter of gelijk zijn aan de benodigde hoeveelheid. Uitgangspunt hierbij is dat wordt gekeken naar de volgende situaties:

- > voldoende bluswater beschikbaar om de brand te blussen
- > voldoende bluswater beschikbaar voor een grijpredding
- > voldoende bluswater beschikbaar voor het voorkomen van brandoverslag.

Als methode wordt gewerkt met het vergelijken van de benodigde hoeveelheid bluswater met de beschikbare hoeveelheid bluswater. De benodigde hoeveelheid bluswater wordt bepaald op basis van data van een flowmeter op de tankautospuit. Dit wordt verder aangevuld met informatie van de bevelvoerder tijdens het incident en brandonderzoek. De beschikbare hoeveelheid bluswater wordt bepaald op basis van GMS-uitrukgegevens, aangevuld met informatie van bevelvoerders en brandonderzoek. Bepalend hierbij is hoe snel bepaalde voertuigen ter plaatse en inzetbaar zijn.

Op basis van de analyse van de beschikbare versus de benodigde hoeveelheid bluswater wordt het waterconcept geoptimaliseerd. Hierbij wordt gezorgd dat voldaan wordt aan het acceptatiecriterium van voldoende bluswater beschikbaar in 95 % van de gevallen binnen de uitgangspunten van dit project. Bij nieuwe (gebied)ontwikkelingen en periodiek wordt de analyse herhaald om te zorgen dat de bluswaterbeschikbaarheid blijvend geborgd is.

Mogelijke brandveiligheidsoplossingen

- > De watertank van een tankautospuit krijgt een grotere inhoud.
- > Waterwagens worden verplaatst.
- > Waterwagens worden sneller gealarmeerd bij bepaalde typen incidenten.
- > De opkomsttijd van het groot watertransport wordt aangepast.

1.4.3 Voorschriften parkeergarages met elektrische auto's

Het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties wil weten wat de gevolgen zijn van het stallen en laden van elektrische auto's in parkeergarages. Meer specifiek wil het ministerie weten of er aanvullende risico's zijn en of er aanvullende voorschriften nodig zijn om de risico's die gepaard gaan met de toename van elektrische auto's in parkeergarages te beperken. Het ministerie wil dit onderzoeken, omdat tijdens het opstellen van de bouwregulering voor parkeergarages geen rekening is gehouden met elektrische voertuigen. Het doel is dat het risico niet groter mag worden dan bij een parkeergarage met conventionele auto's.

Subdoelen bij dit doel zijn:

- > Een bouwwerk is bestand tegen brand, zodat geen sprake zal zijn van instorting die gevaar oplevert voor het vluchten of voor hulpverlening bij brand, gedurende een redelijke tijd.
- > Een bouwwerk is zodanig, dat de uitbreiding van brand:
 - naar bouwwerken op andere percelen beperkt blijft
 - geen gevaar oplevert voor het vluchten of de hulpverlening bij brand.
- > Een bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand en verspreiding van rook in verdergaande mate wordt beperkt, zodat veilig kan worden gevlucht.
- > Een bouwwerk heeft zodanige vluchtroutes dat bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.
- > Een bouwwerk heeft vluchtroutes met een zodanige inrichting en capaciteit dat bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.
- > Een bouwwerk is zodanig, dat hulpverlening binnen redelijke tijd personen kan redden en de brand kan bestrijden.

Om deze subdoelen verder te kunnen concretiseren naar acceptatiecriteria, worden een aantal referentiegebouwen bepaald. Voor deze gebouwen wordt per subdoel het risico bepaald voor een parkeergarage met conventionele auto's. Dit risico per subdoel wordt uiteindelijk het acceptatiecriterium per subdoel.

Omdat het ministerie wil weten of er aanvullende risico's zijn als gevolg van het stallen van elektrische auto's wordt er een vergelijkende methode toegepast. Het risico bij de parkeergarage met conventionele auto's bepaalt daarbij het acceptabele risico ofwel de acceptatiecriteria. Het bepalen van het risico gebeurt voor de parkeergarage met elektrische voertuigen op dezelfde wijze als is gedaan voor de referentiesituatie met conventionele voertuigen.

Uit de analyse volgt of er aanvullende risico's zijn; indien nodig kan geanalyseerd worden welke maatregelen en bouwvoorschriften nodig zijn om het risico niet toe te laten nemen. Op deze manier kan doelgerichte brandveiligheid input geven aan regelgerichte brandveiligheid. Wanneer het nieuwe risico is beoordeeld en verwerkt is in de wetgeving, is regelgerichte brandveiligheid weer passend voor gevallen waarin het nieuwe risico zich voordoet.

1.4.4 Verificatietijd voor OMS-meldingen

In een veiligheidsregio bestaat de wens om het aantal 'loze' OMS-meldingen te reduceren. In dit project wordt beoordeeld in hoeverre een verificatietijd voor de wettelijk verplichte doormeldingen kan bijdragen aan het reduceren van het aantal loze meldingen. De verificatietijd is de tijd die de organisatie op het adres waar de OMS-melding vandaan komt, krijgt om te verifiëren of het gaat om een loze melding of een daadwerkelijke brand waarvoor de inzet van de brandweer nodig is. Het doel dat gesteld wordt, is om de verificatietijd zo te kiezen dat het aantal loze meldingen maximaal gereduceerd wordt zonder dat het risico voor gebouwgebruikers toeneemt. Subdoelen zijn het mogelijk zijn van een veilig verblijf voor cliënten die niet geëvacueerd zijn en het mogelijk maken van de inzet van de brandweer. Bij deze subdoelen worden meetbare acceptatiecriteria opgesteld.

Als methode wordt een vergelijkende risicoanalyse gebruikt. De situatie zonder verificatietijd geldt daarbij als referentie voor de beoordeling van situaties met een verificatietijd. Op basis van werkelijke (historische) incidenten wordt beoordeeld of cliënten tijdens een brand veilig

zijn en de brandweer kan inzetten. Voor de beoordeling van de situatie met een langere verificatietijd wordt gewerkt met een expertoordeel in combinatie met brand- en rookmodellering.

Op basis van deze analyse wordt een verificatietijd gekozen die voldoet aan de acceptatiecriteria (en daarmee aan de subdoelen en doelen). Na invoering van de verificatietijd worden incidenten gemonitord op het gevolg van de verificatietijd.

1.4.5 Ontruimers in een zorggebouw

Een zorginstelling wil weten of ze in geval van brand voldoende ontruimers beschikbaar heeft om het direct en potentieel bedreigde gebied voldoende snel te kunnen ontruimen. Het doel is bepalen hoeveel ontruimers nodig zijn bij brand. Subdoelen hierbij zijn het mogelijk maken van een veilige inzet door de ontruimers en het zorgen voor een veilige verblijfsmogelijkheid voor cliënten. Als acceptatiecriterium wordt zowel voor een veilige inzet van de ontruimers als voor het veilig verblijven van cliënten een zichtlengte van 10 meter gekozen. Als acceptatiecriterium wordt verder gesteld dat de $AST \geq 1,5 * RST$ (de beschikbare veilige tijd is minimaal 1,5 keer de benodigde veilige tijd).

Als methode wordt er gekozen voor een AST – RST-analyse. Dit gebeurt met een deterministische kwantitatieve analyse (er wordt gerekend aan worstcase scenario's). Op basis van relevante gebouw-, brand- en menskenmerken wordt met behulp van zonebrandsimulaties bepaald gedurende welke tijd op welke plekken veilig ontruimd kan worden. Er wordt op basis van de simulaties ook bepaald welke cliënten wanneer geëvacueerd moeten worden. Op basis van ontruimingsoefeningen wordt bepaald hoeveel tijd nodig is voor de evacuatie van cliënten. Op basis van de omvang van het direct en potentieel bedreigde gebied en de beschikbare tijd voor ontruiming wordt met de benodigde tijd voor evacuatie van cliënten bepaald hoeveel ontruimers er nodig zijn.

Mogelijke brandveiligheidsoplossingen

- > Extra ontruimers beschikbaar hebben.
- > Rookproductie beperken (bijvoorbeeld door brandveilig meubilair, een automatische blusinstallatie et cetera).
- > Rookverspreiding beperken (bijvoorbeeld door een betere inwendige luchtdichtheid van beschermde subbrandcompartimenten).
- > Een combinatie van bovenstaande mogelijkheden.

2 Bouwregelgeving: regelgericht en doelgericht

Zoals beschreven in hoofdstuk 1 kan een doelgerichte benadering voor veel toepassingen worden gebruikt. Verwacht wordt dat doelgerichte brandveiligheid het meest wordt toegepast tijdens het ontwerp van gebouwen om te komen tot een brandveiligheidsconcept. In het vervolg van dit document is daarom in het bijzonder stilgestaan bij de toepassing van doelgerichte brandveiligheid voor het ontwerp van brandveilige gebouwen.

Brandveiligheidsconcepten voor gebouwen worden in Nederland op dit moment voornamelijk ontworpen met de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving als basis. In het geval hieraan niet wordt voldaan, wordt toepassing gegeven aan het gelijkwaardigheidsbeginsel van artikel 4.7 van de Omgevingswet. In dit hoofdstuk wordt daarom eerst een korte beschrijving gegeven van het Besluit bouwwerken leefomgeving en de kenmerken die deze regelgeving kent. Vervolgens wordt ingegaan op ontwikkelingen in de gebouwde omgeving, de gevolgen daarvan op het niveau van de brandveiligheid van gebouwen en op de toepassing van de Nederlandse bouwregelgeving. Doelgerichte brandveiligheid wordt vervolgens gepresenteerd als aanvulling op de huidige regelgerichte aanpak van brandveiligheid in het Besluit bouwwerken leefomgeving.

Ten slotte wordt inzichtelijk gemaakt wat in buitenlandse bouwregelgeving is beschreven over doelgerichte brandveiligheid en wat daarvan geleerd kan worden voor eventuele Nederlandse wetgeving omtrent een doelgerichte aanpak van brandveiligheid.

2.1 Regelgerichte brandveiligheid

Het brandveiligheidsontwerp van gebouwen wordt veelal gebaseerd op de brandveiligheidsvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving. In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van (het systeem van) dit besluit. Dit rapport beperkt zich tot de informatie die nodig is om inzicht te krijgen in de werkwijze en de beperkingen van de huidige systematiek van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Paragraaf 2.1.1 geeft een beschrijving van de kenmerken van het Besluit bouwwerken leefomgeving; de beperkingen ervan worden in paragraaf 2.1.2 besproken.

2.1.1 Kenmerken Besluit bouwwerken leefomgeving

De brandveiligheid van gebouwen is in Nederland geregeld in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Besluit Bouwwerken Leefomgeving, 2024). Het Besluit bouwwerken leefomgeving heeft de volgende kenmerken:

- > Het geeft onder andere eisen voor nieuw te bouwen gebouwen, bestaande gebouwen en voor de bouw, het gebruiken of slopen van gebouwen.
- > Er wordt onderscheid gemaakt in voorschriften voor nieuwbouw, tijdelijke bouw, verbouw en bestaande bouw. De voorschriften voor nieuwbouw zijn veelal strenger dan de voorschriften voor bestaande bouw.

- > Aan de brandveiligheidsvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving liggen twee hoofddoelen ten grondslag: het voorkomen van slachtoffers (gewonden en doden) en het voorkomen dat een brand zich uitbreidt naar een ander perceel.
- > Op basis van deze twee doelen geeft het Besluit bouwwerken leefomgeving doelvoorschriften voor de brandveiligheid van gebouwen. De doelvoorschriften bevatten een beschrijving van het doel van de middelvoorschriften. De doelvoorschriften zijn subdoelen die van de genoemde hoofddoelen zijn afgeleid. Een voorbeeld daarvan is (artikel 4.64 lid 1): “Een bouwwerk heeft zodanige vluchtroutes dat bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.”
- > De doelvoorschriften zijn in het Besluit bouwwerken leefomgeving voor de meeste onderwerpen uitgewerkt in middelvoorschriften. Aan een doelvoorschrift wordt geachte te zijn voldaan als aan de middelvoorschriften wordt voldaan. Middelvoorschriften bevatten over het algemeen een grenswaarde en een bepalingmethode waaraan een gebouwontwerp getoetst kan worden. Per (sub-)gebruiksfunctie is in de aansturingstabellen van het Besluit bouwwerken leefomgeving aangegeven aan welke middelvoorschriften voldaan moet worden.
- > In veel middelvoorschriften wordt een NEN-norm of andere standaard aangestuurd.
- > Van de doel- en middelvoorschriften mag worden afgeweken, mits aannemelijk wordt gemaakt dat er sprake is van een gelijkwaardige mate van brandveiligheid als is beoogd met de voorschriften (het gelijkwaardigheidsbeginsel).
- > Het eerste landelijke uniforme besluit met bouwvoorschriften is van kracht geworden in 1992 (Bouwbesluit 1992). Door de jaren heen zijn er in de voorschriften voor nieuw te bouwen bouwwerken meerdere grote en kleine wijzigingen doorgevoerd. Voorschriften voor bestaande bouw zijn in de afgelopen jaren nauwelijks gewijzigd.
- > Het Besluit bouwwerken leefomgeving is landelijk uniform, relatief eenvoudig toepasbaar en geeft rechtszekerheid.

2.1.2 Beperkingen van het Besluit bouwwerken leefomgeving

Het is aan de initiatiefnemer of gebouweigenaar om een keuze te maken voor het brandveiligheidsniveau van zijn gebouw. Deze keuze wordt begrensd door het niveau dat het Besluit bouwwerken leefomgeving ten minste voorschrijft. Het is echter wenselijk dat een aanvrager of gebouweigenaar een goede afweging maakt over het te realiseren brandveiligheidsniveau en hierbij verder kijkt dan wat minimaal moet volgens het Besluit bouwwerken leefomgeving (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2019). Er is sprake van een aantal beperkingen in het geval een gebouwontwerp uitsluitend wordt gebaseerd op de minimumeisen van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Deze worden hieronder besproken.

Beperkt inzicht in de mate van brandveiligheid en invloed veranderingen

Wanneer wordt voldaan aan de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving, dan wordt er ook voldaan aan de doelvoorschriften en daarmee aan de brandveiligheidsdoelen van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Door de jaren heen hebben er veel veranderingen plaatsgevonden in de bebouwde omgeving. Denk bijvoorbeeld aan de introductie van kunststoffen en het gebruik daarvan in onder meer meubels en isolatie. Door dergelijke veranderingen wijzigen de brandscenario's en risico's in gebouwen. De gevolgen van dergelijke veranderingen op het brandveiligheidsniveau zijn niet altijd inzichtelijk gemaakt. Bovendien is niet altijd duidelijk hoe deze veranderingen zich verhouden tot de uitgangspunten waarop de brandveiligheidsvoorschriften in de bouwregelgeving tijdens het opstellen zijn gebaseerd. De vraag kan daarom worden gesteld

in hoeverre als gevolg van dergelijke veranderingen de brandveiligheidsdoelen die ten grondslag liggen aan de voorschriften van Besluit bouwwerken leefomgeving nog worden behaald. Bij gelijkblijvende eisen kan door genoemde veranderingen het brandveiligheidsniveau namelijk afnemen.

Beperkte reikwijdte en geen gekwantificeerd acceptabel risico

In de praktijk wordt bij het ontwerpen van een brandveiligheidsconcept voor een gebouw nogal eens afgeweken van de middelvoorschriften van Besluit bouwwerken leefomgeving. Voorbeelden hiervan zijn de toepassing van bouwmaterialen, bouwmethoden of brandveiligheidsmaatregelen waarop de bepalingmethoden (NEN-normen) die door het Besluit bouwwerken leefomgeving worden aangestuurd (nog) niet zijn afgestemd. Wanneer wordt afgeweken van de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving of de door het Besluit bouwwerken leefomgeving aangestuurde NEN-normen, zal de eigenaar met toepassing van artikel 4.7 van de Omgevingswet aannemelijk moeten maken dat er sprake is van een gelijkwaardige mate van brandveiligheid. Een mogelijke methode om gelijkwaardigheid aannemelijk te maken, is het opstellen van een vergelijkende risicoanalyse.

Hierbij worden de brandveiligheidsrisico's die verbonden zijn aan de gekozen oplossing vergeleken met de brandveiligheidsrisico's in het geval rechtstreeks aan de middelvoorschriften wordt voldaan. In het Besluit bouwwerken leefomgeving zijn de te halen brandveiligheidsdoelen echter niet gekwantificeerd. Dit leidt ertoe dat een vergelijkende risicoanalyse een subjectief karakter heeft en eenvoudig tot discussie kan leiden. Als gevolg hiervan kan het huidige systeem van de bouwregelgeving als innovatie-belemmerend worden ervaren (Hadjisophocleous et al., 1998).

Aspecifieke risicobeoordeling en gesegmenteerde middelvoorschriften

Per (sub)gebruiksfunctie gelden voorgeschreven middelvoorschriften. Binnen een (sub)gebruiksfunctie is echter nog steeds een flinke variatie mogelijk van gebouw-, mens-, brand-, omgevings- en interventiekenmerken. Deze verschillende kenmerken kunnen verschillende (hoogte van) risico's geven. Dit verschil binnen bepaalde (sub)gebruiksfuncties maakt dat in de praktijk de hoogte van het risico van verschillende gebouwen uiteen kan lopen.

De middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving zijn opgedeeld in verschillende afdelingen met daarin een bepaald onderdeel dat met de brandveiligheidsvoorschriften wordt geregeld. Per afdeling, bijvoorbeeld vluchtroutes of brandcompartimentering, wordt voorgeschreven aan welke eisen voldaan moet worden. Rechtstreekse toepassing van de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving leidt echter niet tot een integrale ofwel holistische benadering van de brandveiligheid van het gehele gebouw. Een integrale en holistische beoordeling van brandveiligheid kan een nuttige aanvulling zijn op prescriptieve eisen (van Hees et al., 2020).

Wanneer wordt afgeweken van de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving en toepassing wordt gegeven aan het gelijkwaardigheidsbeginsel, is impliciet wel een integrale of holistische beoordeling van de brandveiligheid noodzakelijk. Het 'beoogde' van de brandveiligheidsvoorschriften waarvan wordt afgeweken is immers alleen af te leiden wanneer deze brandveiligheidsvoorschriften in samenhang worden gezien. Het ontbreken van een integrale of holistische beoordeling in het geval rechtstreeks wordt

voldaan aan de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving kan ertoe leiden dat bepaalde brandveiligheidsrisico's buiten beschouwing blijven.

Regels passen niet bij menselijk gedrag

In de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving is het gedrag van mensen (bij brand) niet of beperkt verwerkt. De voorgeschreven brandveiligheidsmaatregelen en de uitvoering daarvan passen daarom niet altijd bij het menselijk gedrag (bij brand) (Kobes, 2008). Menselijk gedrag kan als gevolg daarvan leiden tot risico's in de praktijk waarmee in de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving geen rekening is gehouden. Bovendien is het mogelijk dat het brandbeveiligingsconcept van gebouwen als gevolg daarvan niet altijd functioneert zoals was beoogd.

Nieuwe risico's opnemen kost tijd en koppeling risico-regels ontbreekt soms

Uit branden die in de praktijk hebben plaatsgevonden, blijken nogal eens brandveiligheidsrisico's waarmee in de middelvoorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving en de door het Besluit bouwwerken leefomgeving aangestuurde NEN-normen geen rekening wordt gehouden. In sommige gevallen kiest het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties ervoor om als gevolg hiervan de voorschriften in het Besluit bouwwerken leefomgeving aan te passen. Het kan ook voorkomen dat na een incident een sterke incident-regel-reflex volgt. Dit wil zeggen dat er na een incident een sterke politieke of maatschappelijke druk is om regels aan te passen. Dit kan tot gevolg hebben dat juist te veel of slecht uitvoerbare regels worden opgesteld.

Voordat nieuwe regels worden opgesteld als gevolg van nieuwe risico's, is er een periode dat de nieuwe risico's reeds aanwezig zijn, maar de nieuwe regels nog niet. Het doorvoeren van wijzigingen in de voorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving kost namelijk tijd. Tijd voor het doen van onderzoek naar dergelijke nieuwe risico's, voor het formuleren van aangepaste of nieuwe-middelvoorschriften en voor de afstemming met belanghebbenden. Zolang het Besluit bouwwerken leefomgeving ter beperking van dergelijke risico's geen middelvoorschriften geeft, zal de aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen of de eigenaar van een gebouw op eigen initiatief maatregelen moeten nemen.

2.2 Veranderingen in de gebouwde omgeving

Zoals in paragraaf 2.1.2 is beschreven, kost het opstellen van nieuwe of aangepaste middelvoorschriften in de bouwregelgeving ter beperking van nieuwe risico's veel tijd. In de maatschappij is voortdurend sprake van ontwikkelingen en veranderingen. Denk bijvoorbeeld aan klimaatverandering en vergrijzing. Die veranderingen hebben gevolgen voor de brandveiligheid van gebouwen en de mensen die zich daarin bevinden. In deze paragraaf wordt op hoofdlijnen beschreven welke veranderingen van invloed zijn en welke gevolgen die veranderingen hebben op de brandveiligheid. Ten slotte is aangegeven in hoeverre met dergelijke veranderingen in de huidige regelgerichte bouwregelgeving rekening kan worden gehouden en of mogelijk een andere benadering noodzakelijk is.

2.2.1 Veranderende omgevingskenmerken

Er is een toenemende mate van gebrek aan ruimte in Nederland. Als gevolg hiervan wordt er dichter op elkaar gebouwd. Deze verdichting heeft gevolgen voor de bereikbaarheid van gebouwen en beschikbare opstelplaatsen voor de brandweer. Naast verdichting is er ook sprake van een toenemende mate van vergroening in bebouwd gebied. Deze vergroening kan zorgen voor een toenemende kans op branduitbreiding tussen gebouwen en kan gevolgen hebben voor de bestrijdbaarheid van een brand in bebouwd gebied (van Liempd, Ebus, et al., 2022).

2.2.2 Veranderende menskenmerken

Als gevolg van onder andere extramuralisatie blijven personen met een verminderde zelfredzaamheid bij brand langer zelfstandig wonen. Daarnaast neemt de vergrijzing toe en neemt zowel het aantal van als de diversiteit in kwetsbare personen toe. De verminderde zelfredzaamheid kan het gevolg zijn van lichamelijke en/of psychische aandoeningen. Bijzondere dragers van een verhoogd brandrisico zijn ouderen en personen met een lichamelijke of geestelijke beperkingen. Naast de verminderde zelfredzaamheid is doorgaans ook sprake van een hogere gevoeligheid voor de effecten van blootstelling aan brand en rook (Brandweeracademie, 2019).

De bouwregelgeving gaat voor woongebouwen uit van een situatie waarin de bewoners zelfstandig kunnen vluchten (Brandweeracademie, 2022). De brandveiligheidsvoorzieningen zijn niet gebaseerd op personen met een beperktere zelfredzaamheid of hogere gevoeligheid voor de gevolgen van brand en rook. De mate van brandveiligheid is daarmee voor kwetsbare personen fors lager dan voor de algemene doelgroep (van Liempd, de Witte, et al., 2022).

2.2.3 Veranderende gebouwkenmerken

Als gevolg van een aantal ontwikkelingen in de maatschappij is sprake van veranderende gebouwkenmerken. Hieronder wordt ingegaan op:

- > klimaatverandering
- > energiezuinig bouwen
- > meervoudig ruimtegebruik en clustering van gebouwen.

Klimaatverandering

Om in te spelen op de klimaatverandering worden gebouwen energiezuiniger gebouwd en worden steeds meer materialen gebruikt die duurzaam zijn. Dit heeft ook gevolgen voor de brandveiligheid van die gebouwen (van Liempd, Ebus, et al., 2022). Zo wordt er steeds meer gebouwd met natuurlijke of 'biobased' materialen zoals hout. Hout als bouw materiaal is brandbaarder dan traditionele bouwmaterialen zoals steen of beton. Door het gebruik van brandbare materialen kan niet alleen het potentiële brandvermogen groter worden, maar neemt ook de kans toe dat het gebouw zelf deelneemt aan een brand. Ook bouwmethoden zelf zijn aan verandering onderhevig; zo wordt er steeds meer industrieel, modulair of demontabel gebouwd. Dit kan ook van invloed zijn op de brandveiligheid.

Energiezuinig bouwen

In Nederland wordt steeds energiezuiniger gebouwd. Om energiezuinige gebouwen te realiseren wordt vaak (brandbare) kunststofschuim isolatie gebruikt in gevels en daken en wordt er luchtdichter gebouwd (van Liempd, Ebus, et al., 2022). Om te voorkomen dat de isolatiematerialen gaan bijdragen aan een brand en zo brandverspreiding veroorzaken,

worden ze afgeschermd of onderbroken met een onbrandbare laag. Wanneer deze onbrandbare laag faalt, kan de brandbare isolatie alsnog deelnemen aan de brand. Het luchtdichter bouwen en de toepassing van meerlaags glas zorgt voor bepaalde risico's: er zal meer sprake zijn van zuurstofgecontroleerde branden en een grotere drukopbouw bij brand (Brandweeracademie, 2020b; Brohez & Caravita, 2020; Hostikka et al., 2017).

Meervoudig ruimtegebruik, hoogbouw en clustering van gebouwen

Vanwege het toenemende gebrek aan ruimte is er vaker sprake van meervoudig ruimtegebruik; dit wil zeggen dat hetzelfde grondoppervlak voor meerdere doeleinden wordt gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld een gebouw boven een weg, een daktuin, zonnepanelen of andere installaties op of aan een gebouw of ondergrondse infrastructuur (Wikipedia, 2021). Ook kunnen verschillende gebruiksfuncties in één gebouw aanwezig zijn. Meervoudig ruimtegebruik zorgt voor een toenemende complexiteit, omdat verschillende brandrisico's elkaar kunnen beïnvloeden.

Vanwege het gebrek aan ruimte worden er ook vaker hoge gebouwen gebouwd (Hoog 500, n.d.). Des te hoger een gebouw, des te langer het ontvluchten in beslag neemt. Ook de brandbestrijding kost meer tijd en wordt bemoeilijkt door de grotere afstanden die in het gebouw afgelegd moeten worden. De wind op hoogte kan verder zorgen voor een verandering in de branddynamica (Leene et al., 2022).

Door het toenemende ruimtegebrek worden gebouwen ook vaker dichter op elkaar of meer tegen elkaar aangebouwd. Dit is van invloed op de bereikbaarheid, toegankelijkheid en de beschikbaarheid van opstelplaatsen voor de brandweer. Wanneer gebouwen tegen elkaar zijn gelegen, is het voor de brandweer vaak lastiger om branduitbreiding naar een ander gebouw te voorkomen dan wanneer er een vrije ruimte tussen de gebouwen aanwezig is.

2.2.4 Veranderende brandkenmerken

Uit onder meer praktijkexperimenten is gebleken dat het brandrisico van modern meubilair, dat overwegend uit schuimkunststoffen bestaat, hoger is dan van traditioneel meubilair dat grotendeels uit organische producten bestaat (Brandweeracademie, 2020b). De brandontwikkeling gaat in modern meubilair sneller en er wordt meer rook geproduceerd. Ook bij andere objecten is het gebruik van kunststoffen toegenomen. Zo bevatten auto's tegenwoordig meer kunststof en wordt in stallen gebruikgemaakt van kunststof stalinrichting. Generiek kan worden gesteld dat branden zich tegenwoordig sneller en anders ontwikkelen dan dertig jaar geleden. Door de snelle brandontwikkeling zal ook de drukopbouw in luchtdichte gebouwen of ruimtes sneller oplopen, waardoor rookverspreiding sneller en verregaander plaatsvindt dan het geval is bij traditionele brandstoffen (Brandweeracademie, 2020b).

Door de energietransitie doet er zich er een heel nieuw scala aan brandscenario's voor in de bebouwde wereld. Denk niet alleen aan zonnepanelen die ontbranden op een dak, in energieopslagsystemen en in een elektrisch voertuig in een parkeergarage, maar ook aan een klein elektrisch voertuig, zoals een hoverboard of elektrische step, dat ontbrandt in een woning (Duyvis et al., 2022).

2.2.5 Veranderende interventiekenmerken

Ook op het gebied van een interventie door de Bhv en brandweer zijn er veranderingen. Personeelstekort of meer thuiswerken kan ervoor zorgen dat er een (te) beperkte

beschikbaarheid is van Bhv'ers. Hierdoor kan er bij brand mogelijk niet ontruimd zijn of kan de brandweer niet goed opgevangen en begeleid worden.

De brandweer heeft sinds het incident bij de scheepswerf in de Punt in 2008 een verandering ingezet om minder snel een offensieve binneninzet te plegen. In de basisprincipes van brandbestrijding zijn handreikingen gegeven wanneer een offensieve buiten- of binneninzet kan plaatsvinden (Brandweeracademie, 2020a). Zodra een pand groter is, de locatie van de brand niet bekend is, de brand niet (veilig) bereikbaar is of er onvoldoende koelend vermogen (bluswater) beschikbaar is, is een defensieve inzet (het beschermen van andere gebouwen of brandcompartimenten) de enige optie. De brandweer is daarnaast bezig met innoveren. Zo wordt steeds vaker gewerkt met drones en robots, en met Cobra's, Fognails of nevelkogels om van buiten een gebouw door een wand of raam water op de brandhaard te kunnen brengen.

2.2.6 Veranderingen en de relatie met de bouwregelgeving

De hierboven beschreven veranderingen hebben gevolgen voor de brandveiligheid. De huidige bouwregelgeving is niet op al deze veranderingen afgestemd. Zo kunnen zaken buiten de middelvoorschriften vallen (bijvoorbeeld hoogbouw > 70 m) of zijn na totstandkoming van de wetgeving nieuwe brandveiligheidsrisico's bekend geworden (bijvoorbeeld risico's als gevolg van de energietransitie). Zolang het Besluit bouwwerken leefomgeving ter beperking van dergelijke risico's geen middelvoorschriften geeft, zal de aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen of de eigenaar van een gebouw op eigen initiatief maatregelen moeten nemen.

Niet alleen worden niet alle situaties of risico's afgedekt, ook geldt dat bouwregelgeving minder geschikt is om de risico's als gevolg van een combinatie van risico's te beoordelen. De bouwregelgeving is gericht op het voldoen aan losse middelvoorschriften voor losse (bouw)onderdelen. Hierdoor is ze minder geschikt om een goede algemene risicoanalyse te kunnen maken van het gehele gebouw. Daarom is met name bij meervoudig gebruik van ruimte of gebouwen een holistische ofwel doelgerichte benadering van brandveiligheid van meerwaarde.

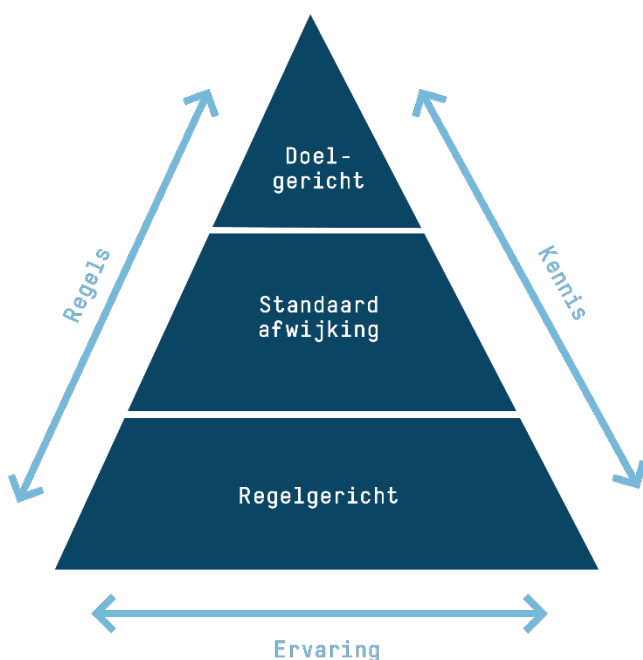
De veranderingen die plaatsvinden, de snelheid waarmee dit gebeurt en de toenemende complexiteit van het ruimtegebruik in Nederland vragen om een andere aanpak die gebruikt kan worden in de gevallen waarbij de regelgerichte aanpak van brandveiligheid niet toereikend is. De doelgerichte aanpak van brandveiligheid kan ervoor zorgen dat nieuwe risico's, combinaties van risico's en andere (aanvullende) doelen wel meegenomen kunnen worden. In de volgende paragraaf wordt beschreven op welke wijze een doelgerichte aanpak van brandveiligheid naast of aanvullend op de huidige regelgerichte aanpak kan worden ingezet.

2.3 Relatie regelgeving en doelgerichte brandveiligheid

Doelgerichte brandveiligheid kan tegemoetkomen aan de hiervoor beschreven beperkingen van een regelgerichte aanpak. Zoals vermeld, wordt de brandveiligheid van een gebouw bij doelgerichte brandveiligheid bepaald op basis van doelen, in plaats van dat aan prescriptieve regels moet worden voldaan. De brandveiligheidsoplossing voor een gebouw wordt gebaseerd op de voor dat gebouw specifieke doelen, kenmerken, risico's en scenario's.

Doelgerichte brandveiligheid is maatwerk, waardoor een innovatief gebouwontwerp (zowel op architectonisch als technisch gebied) mogelijk is en nieuwe risico's kunnen worden meegenomen en beperkt.

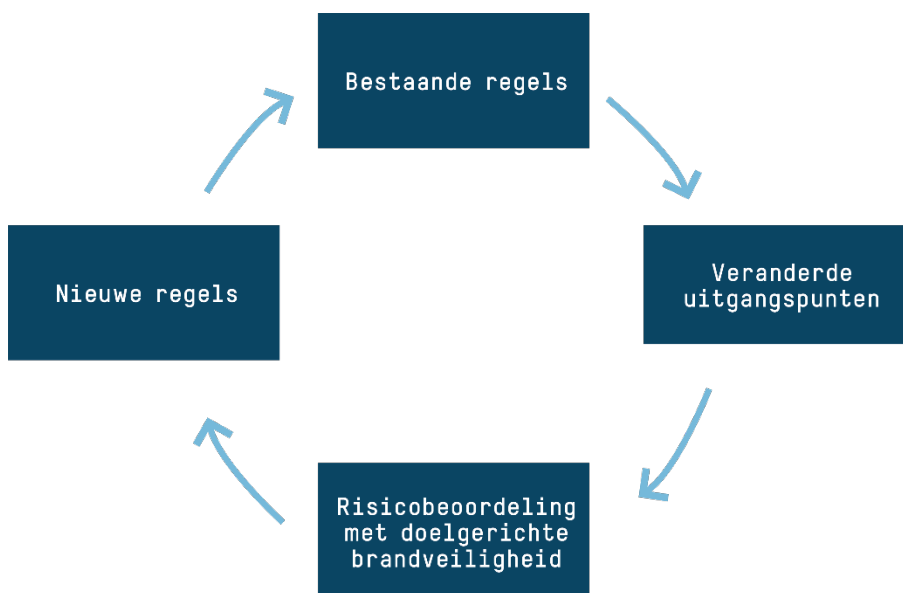
Waar een regelgericht systeem het beste gedijdt bij een ruime ervaring met bestaande risico's, kan een doelgericht systeem snel nieuwe kennis meenemen. Hiervoor is dus minder ervaring, maar wel meer kennis en kunde nodig. In figuur 2.1 is dit weergegeven.



Figuur 2.1 Verhouding kennis-ervaring-regels bij regelgerichte en doelgerichte brandveiligheid

Een doelgerichte aanpak kan niet alleen worden gebruikt om brandveiligheidsconcepten voor complexe gebouwen of gebouwen met nieuwe risico's te ontwerpen. Hij kan ook worden gebruikt om nieuwe regelgeving te ontwikkelen die opgesteld wordt vanwege nieuwe brandveiligheidsrisico's. Een doelgerichte aanpak kan daarnaast ook worden gebruikt om bestaande regels te optimaliseren.

Wanneer opnieuw voldoende ervaring aanwezig is met een bepaald risico, kan de brandveiligheid weer in voldoende mate afgedekt worden met een regelgerichte aanpak. Het voordeel hiervan is dat dan minder kennis nodig is en dat het maken van het ontwerp minder tijd en geld vraagt. In vaak voorkomende gevallen kan dit voordelen hebben boven een doelgerichte aanpak. Op deze manier kunnen een regelgerichte en doelgerichte aanpak elkaar aanvullen (zie figuur 2.2). In tabel 2.1 op de volgende pagina is een voorbeeld van een overzicht opgenomen met kenmerken van een regelgerichte en doelgerichte aanpak.



Figuur 2.2 Samenwerking regelgerichte en doelgerichte brandveiligheid

Tabel 2.1 Kenmerken van een regelgerichte en doelgerichte aanpak van brandveiligheid

Regelgericht	Doelgericht
Gebaseerd op afspraken en ervaring	Gebaseerd op doelen en risico's
Mate van brandveiligheid en restrisico's niet inzichtelijk	Mate van brandveiligheid en restrisico's inzichtelijk
Doelen staan vast	Doelen zelf te kiezen
Normatief brandverloop	Natuurlijk brandverloop
Behoudend	Progressief
Innovatie-belemmerend	Maakt innovatie mogelijk
Beperkt maatwerk mogelijk	Maatwerk mogelijk
Voorgeschreven oplossing	Kosteneffectieve oplossing
Eenvoudig toe te passen en beperkte kennis en vaardigheden nodig	Complex en uitgebreide kennis en vaardigheden nodig
Eenduidig en weinig vrijheid	Niet eenduidig en veel vrijheid
Reactief	Proactief

2.3.1 Gelijkwaardigheid

De huidige bouwregelgeving kent een gelijkwaardigheidsbeginsel dat afwijken van de middelvoorschriften mogelijk maakt, zolang er een aan de middelvoorschriften gelijkwaardig

niveau van brandveiligheid wordt gerealiseerd. Gelijkaardigheid kan ingevuld worden door middel van een doelgerichte aanpak. Doelgerichte brandveiligheid kent echter nog vele andere verschijningsvormen die weer andere mogelijkheden met zich meebrengen dan dat het gelijkaardigheidsbeginsel heeft.

Gelijkaardigheid zoals beschreven in het Besluit bouwwerken leefomgeving wordt meestal uitgevoerd als een kwalitatieve vergelijkende analyse. Een nadeel van gelijkaardigheid is dat niet duidelijk is met wat voor situatie de vergelijking gemaakt moet worden. Binnen het Besluit bouwwerken leefomgeving zijn namelijk veel verschillende situaties mogelijk binnen één gebruiksfunctie en de bijbehorende set aan eisen. Dat maakt verschillende uitkomsten mogelijk, afhankelijk van de situatie waarmee het risico vergeleken wordt. Werken met een absolute risicoanalyse kan deze subjectiviteit verhelpen, maar het Besluit bouwwerken leefomgeving mist een vastgesteld acceptabel risico waar het risico onder moet blijven. Een absolute risicoanalyse is op dit moment dus niet mogelijk op basis van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Wanneer doelgerichte brandveiligheid in de breedste zin mogelijk gemaakt wordt, kan dit zorgen voor nieuwe mogelijkheden en kan dit de huidige regelgerichte aanpak aanvullen. Wat daarvoor nodig is, wordt beschreven in de volgende paragraaf.

2.4 Doelgerichte regelgeving

Meerdere landen hebben de beperkingen van een regelgericht systeem van bouwregelgeving ingezien en hebben daarom (ook) doelgerichte bouwregelgeving (Meacham, 2010). Enkele voorbeelden hiervan zijn het Verenigd Koninkrijk, Zweden, Canada, Nieuw-Zeeland, Australië en Japan. In veel gevallen is sprake van een 'dual systeem', waarbij er zowel een doelgericht als regelgericht systeem is opgenomen in de bouwregelgeving. In deze paragraaf wordt eerst beschreven welk systeem van (doelgerichte) bouwregelgeving er is in Zweden en Australië. Vervolgens wordt gekeken welke lessen er zijn te trekken voor Nederland uit de ervaringen in het buitenland. Er is gekozen om de systemen uit Zweden en Australië te beschrijven, omdat deze onderling flink verschillen. Wetgeving voor doelgerichte brandveiligheid van andere landen staat beschreven in publicaties van het JRC en het IRCC (Athanasopoulou et al., 2023; Meacham, 2010).

2.4.1 Zweden

De Zweedse bouwregelgeving omtrent brandveiligheid is opgenomen in '*BBR, hoofdstuk 5*' (Boverket, 2019). Vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw heeft de bouwregelgeving van Zweden een ontwikkeling van prescriptief naar doelgericht doorgemaakt. De ontwikkeling werd ingegeven door het streven om innovatie, productiviteit en concurrentievermogen te bevorderen (Lundgren, 2019).

Opbouw bouwregelgeving

De Zweedse regelgeving bestaat uit een bouwwet (Planning and Building Ordinance, 2010) die bouwregelgeving aanstuurt (Boverket, 2019). In de wet staan de doelen beschreven die moeten worden ingevuld. Hoe dit gebeurt, staat beschreven in de regelgeving. Momenteel is de Zweedse bouwregelgeving opgebouwd als een 'dual-systeem'. De ontwerper heeft de keuze uit prescriptieve regels of kan een analytisch (doelgericht) ontwerp uitvoeren. 'Analytisch ontwerp' houdt in dat het ontwerp afwijkt van een prescriptief ontwerp, maar wel aan de bepalingen uit de bouwwet en bouwregelgeving voldoet. Welke methode wordt

gebruikt voor het analytische ontwerp, is niet voorgeschreven. Dit is situatie-afhankelijk en wordt mede bepaald door de complexiteit en brandbeschermingsbehoefte van het ontwerp.

Categorisering gebouwtypen in relatie tot analytisch ontwerp

Gebouwgebruik is ingedeeld in zes gebouwklassen, uiteenlopend van gebouwklasse 1 (industriële en kantoren) tot gebouwklasse 6 (bouwwerken met een verhoogde kans op ontstaan van brand of waar een brand zich zeer snel kan ontwikkelen). Een analytisch ontwerp is verplicht voor gebouwen met een hoge brandbeschermingsbehoefte, zoals gebouwen met meer dan zestien bouwlagen, bijzondere zorggebouwen en gebouwen waar veel mensen kunnen samenkomen. Voor andere gebouwklassen kan een prescriptieve oplossing worden gekozen, maar het maken van een analytisch brandveiligheidsontwerp is ook toegestaan. Daarnaast is het mogelijk om delen van het gebouw of de brandbeveiliging te ontwerpen met een analytische methode, terwijl voor andere delen een prescriptieve aanpak wordt gekozen.

Doelen, subdoelen en acceptatiecriteria

Zoals vermeld, zijn brandbeveiligingsdoelen voorgeschreven in de Zweedse bouwregelgeving. Deze doelen staan weergegeven in het onderstaande kader.

Zweedse brandbeveiligingsdoelen

1. De draagkracht van het bouwwerk bij brand kan naar verwachting gedurende een bepaalde tijd behouden blijven.
 2. De ontwikkeling en verspreiding van vuur en rook binnen het bouwwerk zijn beperkt.
 3. Branduitbreiding naar aangrenzende bouwwerken wordt beperkt.
 4. Bij brand aanwezige personen in het bouwwerk kunnen het bouwwerk verlaten of op andere wijze worden gered.
 5. Er wordt rekening gehouden met de veiligheid van het reddingsteam bij brand.
- (Planning and Building Ordinance, 2010)

De bovenstaande doelen zijn in (Boverket, 2013) verder vertaald naar subdoelen, zoals:

- > De beschikbare veilige vluchttijd moet langer zijn dan de tijd die nodig is om te evacueren of vluchten (concretisering brandbeveiligingsdoel 4).
- > Het risico op brand- en rookverspreiding via ventilatiesystemen naar andere brandcompartimenten moet beperkt worden (concretisering brandbeveiligingsdoel 2).

Er worden adviezen gegeven voor acceptatiecriteria in de Zweedse bouwregelgeving (Boverket, 2013). In tabel 2.2 zijn acceptatiecriteria voor veilig vluchten overgenomen. Voor de andere subdoelen zijn tevens acceptatiecriteria gegeven in de Zweedse bouwregelgeving.

Tabel 2.2 Acceptatiecriteria voor veilig vluchten (Boverket, 2013)

Brandconditie	Acceptatiecriterium
Rooklaaghoogte boven de vloer	Minimaal 1,6 meter + plafondhoogte (m) * 0,1
Zichtlengte op 2 meter boven de vloer	10 meter in ruimte > 100 m ² 5 meter in ruimtes < 100 m ² Bij rijvorming mag dit criterium toegepast worden bij de plek waar de rij wordt gevormd.
Stralingsflux of -dosis	Maximaal 2,5 kW/m ² of een korte blootstelling aan 10 kW/m ² met een dosis van maximaal 60 kJ/m ² boven op de energie van een stralingsflux van 1 kW/m ²
Temperatuur	Maximaal 80 °C
Toxiciteit op twee meter boven de vloer	CO concentratie maximaal 2000 ppm CO ₂ concentratie maximaal 5 % O ₂ concentratie minimaal 15 %

Brandscenario's

In de Zweedse bouwregelgeving zijn voorstellen gedaan met betrekking tot de te kiezen brandscenario's en de uitvoering ervan (Boverket, 2013). De brandscenario's zijn met name afhankelijk van het gebouwgebruik en de aanwezigheid van bepaalde brandbeveiligingsinstallaties zoals branddetectie en ontruiming. Daarnaast wordt de robuustheid van het brandveiligheidsconcept gecontroleerd door een van de brandveiligheidsvoorzieningen niet te laten functioneren in de gekozen modellen. Er worden voorstellen gedaan met betrekking tot de ontwikkelsnelheid van de brand, het maximale brandvermogen, de productie van roet en koolmonoxide en de wijze waarop de gevolgen van sprinklers op het brandvermogen in rekening mogen worden gebracht. Het gaat hier nadrukkelijk om voorstellen. Indien goed onderbouwd kan er namelijk van worden afgeweken.

Mate van ontwerp vrijheid

Als een doelgericht ontwerp wordt gemaakt, worden de doelen en subdoelen opgelegd door de bouwregelgeving. Voor de acceptatiecriteria en brandscenario's worden voorstellen gedaan. Daarvan kan worden afgeweken, mits dit goed is onderbouwd. De wijze waarop wordt aangetoond dat voldaan wordt aan de acceptatiecriteria is vrij in te vullen door de ontwerpende partij. In een handreiking rondom verificatie van het ontwerp zijn nadere aanwijzingen omtrent het proces gegeven (Standard Norge, 2013). Daarbij kunnen verschillende vormen van risicoanalyses en rekenmethoden worden toegepast om te komen tot een doelgericht brandveiligheidsontwerp. Een kenmerk van de Zweedse doelgerichte bouwregelgeving is dat er veel vrijheid is in de invulling van de brandveiligheid. De doelen en subdoelen staan vast, maar andere zaken kunnen naar eigen inzicht ingevuld worden.

2.4.2 Australië

In Australië is de National Construction Code (NCC) de regelgeving waarin middelvoorschriften zijn opgenomen voor het realiseren van gebouwen (NCC 2022 Volume One, 2022). De regelgeving is in werking getreden in 1992 en vanaf 1996 betreft het doelgerichte regelgeving (National Construction Code, n.d.). Net als in Zweden is het een 'duaal-systeem': het is mogelijk om een doelgericht brandveiligheidsontwerp te maken, maar

er is tevens een prescriptieve (Deemed-to-Satisfy (DtS) Solution) oplossing opgenomen. Tevens kan een combinatie van beide worden gemaakt.

Opbouw regelgeving

In de NCC staan doelen en subdoelen beschreven. Daarbij is ook aangegeven met welke prescriptieve eisen invulling kan worden gegeven aan die doelen in het geval een regelgerichte methode wordt gekozen. Mocht een doelgerichte methode worden gekozen, dan wordt het proces daaromtrent op hoofdlijnen opgelegd:

1. Stel een op prestaties gebaseerd ontwerpvoorstel ('performance-based design brief' of 'PBDB') op in overleg met relevante belanghebbenden.
2. Voer een analyse uit met behulp van een of meer van de vermelde beoordelingsmethoden, zoals voorgesteld in het op prestaties gebaseerde ontwerpvoorstel.
3. Evalueer de resultaten van (2) tegen de acceptatiecriteria die opgenomen zijn in de op prestaties gebaseerde ontwerpopdracht.
4. Stel een eindrapport op.

Categorisering gebouwtypen in relatie tot doelgericht ontwerp

Wat betreft gebouwgebruik differentieert de NCC in tien gebouwklassen. Klasse 2 tot en met 9 betreffen onder andere kantoren, bedrijfsgebouwen en bijeenkomstgebouwen. Klasse 1 gaat over woningen en klasse 10 betreft een aan een woning gerelateerd maar niet-bewoonbaar bouwwerk. Daarnaast is er een apart deel dat gaat over het leidingwerk in gebouwen. Voor alle gebouwklassen is zowel een regelgericht als een doelgericht ontwerp mogelijk.

Doelen, subdoelen en acceptatiecriteria

De doelen en subdoelen zijn per aspect (zoals voorkomen van branduitbreiding of evacuatie) opgenomen in de NCC. Zo is bij het onderdeel brandwerendheid het doel beschreven dat weergegeven staat in het onderstaande kader.

Doel brandwerendheid uit NCC, C101

'Een gebouw moet elementen hebben die, voor zover nodig, de verspreiding van brand voorkomen

- > naar uitgangen, en
- > naar eenpersoonskamers en openbare gangen, en
- > tussen gebouwen, en
- > in een gebouw.'

(National Construction Code, n.d.)

Direct na de doelen zijn de subdoelen in de NCC gespecificeerd. Die subdoelen verschillen per aspect. Voor veilige omstandigheden voor evacuatie is het volgende opgenomen:

Subdoel veilig vluchten uit NCC, C1F1

'Om tijdens de evacuatie van de bewoners acceptabele omstandigheden te handhaven, moeten materialen en de constructie, voor zover nodig, bestand zijn tegen de verspreiding van vuur en de vorming van rook en hitte en eventuele giftige gassen die kunnen worden geproduceerd, beperken. Daarbij moet rekening worden gehouden met:

- > de evacuatie tijd, en
- > het aantal, de mobiliteit en andere kenmerken van de aanwezigen, en
- > de functie of het gebruik van het gebouw, en
- > eventueel aanwezige actieve brandbeveiligingsinstallaties in het gebouw.'

(National Construction Code, n.d.)

Doelen en subdoelen zijn opgenomen in de bouwregelgeving van Australië. Voor een handreiking omtrent het vaststellen van acceptatiecriteria, maar ook voor de verdere uitvoering van het doelgerichte ontwerpproces, wordt verwezen naar de 'Australian Fire Engineering Guidelines' (kort: AFEG) (Australian Building Codes Board, 2021), die hiervoor handvatten aanreiken.

In AFEG is het volgende opgenomen over acceptatiecriteria (Australian Building Codes Board, 2021), p.49 :

'De acceptatiecriteria moeten:

- > passend zijn bij de doelen, de subdoelen en de te gebruiken analysemethoden
- > numeriek van aard zijn wanneer een kwantitatieve benadering wordt gevolgd
- > realistisch zijn (volledig wegnemen van het risico is niet mogelijk, en dit is daarom geen geschikt criterium).'

Brandscenario's en ontwerpbranden

Voor het ontwikkelen van brandscenario's wordt in de AFEG (Australian Building Codes Board, 2021) gebruikgemaakt van zes 'veiligheids-subsystemen'. Een brandscenario kan worden gedefinieerd als een specifieke combinatie van gebeurtenissen of gevolgen binnen elk van de subsystemen. De subsystemen A tot en met F zijn:

- A. ontstaan brand, brandontwikkeling en -beheersing
- B. rookontwikkeling, -verspreiding en -beheersing
- C. de gevolgen van branduitbreiding en beheersing daarvan
- D. branddetectie, alarmering en brandonderdrukking
- E. evacuatie van aanwezigen
- F. interventie door de brandweer.

In gegeven voorbeelden wordt gebruikgemaakt van gebeurtenisbomen om middels de subsystemen op een gestructureerde wijze tot brandscenario's te komen. In de AFEG zijn handreikingen gegeven over de manier waarop brandscenario's kunnen worden gekwantificeerd.

Mate van ontwerp vrijheid

Als een doelgericht ontwerp wordt gemaakt, zijn de doelen en subdoelen voorgeschreven door de bouwregelgeving. Voor de acceptatiecriteria, brandscenario's en ontwerpbranden worden voorstellen gedaan. Daarvan kan worden afgeweken, mits goed onderbouwd. De wijze waarop wordt aangetoond dat voldaan wordt aan de acceptatiecriteria is vrij in te vullen door de ontwerpende partij. Daarbij kunnen verschillende vormen van risicoanalyses en rekenmethoden worden toegepast om te komen tot een doelgericht brandveiligheidsontwerp. In de basis zijn in de Australische regelgeving of handreikingen voor doelgerichte brandveiligheid veel zaken opgenomen als kader voor de uitvoering. Er kan van afgeweken worden, maar doordat meer is voorgeschreven is er ook eerder de neiging om wat voorgeschreven is te volgen.

2.4.3 Doelgerichte brandveiligheid in Nederlandse bouwregelgeving

Voor doelgerichte brandveiligheid zijn kaders nodig. In welke mate zaken zijn vastgelegd in de bouwregelgeving verschilt per land. Onderwerpen die zoal beschreven of vastgelegd zijn in bouwregelgeving voor doelgerichte brandveiligheid zijn:

- > het proces voor het toepassen van de doelgerichte brandveiligheid
- > doelen, subdoelen en acceptatiecriteria
- > brandscenario's en risicoanalyse

- > effecten van maatregelen
- > evaluatie van het ontwerp
- > gereedschappen voor het evalueren van het ontwerp (bijvoorbeeld brandsimulaties)
- > uitvoering en beheer
- > documentatie
- > kwaliteit van personen en processen.

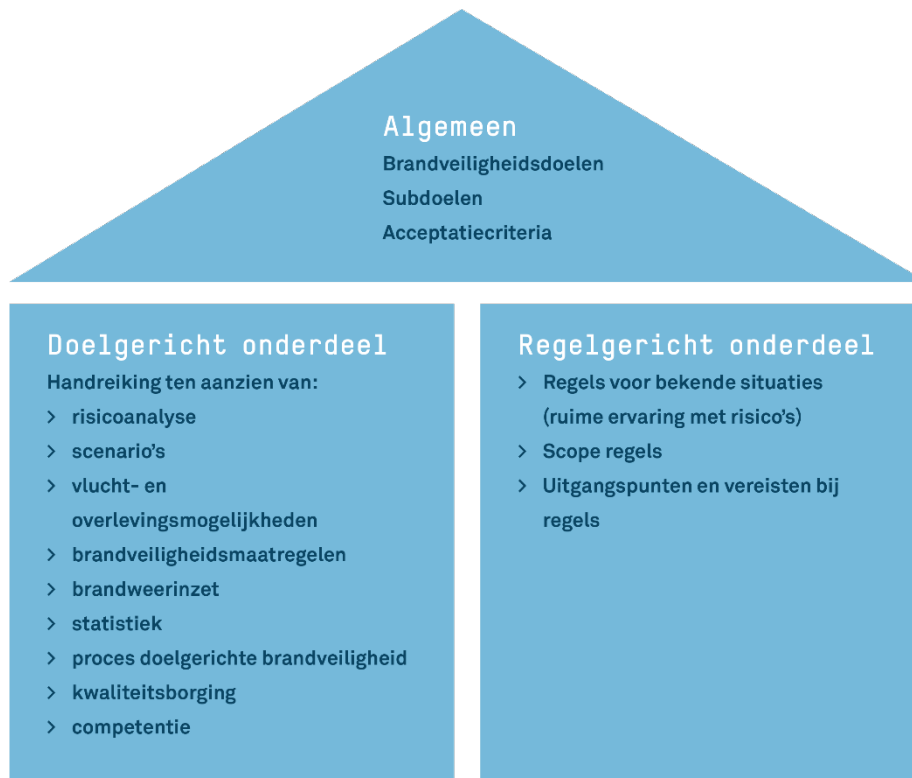
Bij het maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp is er een grotere mate van vrijheid voor de uitvoering dan bij een ontwerp op basis van prescriptieve eisen. Deze vrijheid kent voordelen, bijvoorbeeld dat innovaties of kennis van nieuwe risico's direct toegepast kunnen worden. De vrijheid kan echter ook een negatief effect hebben. Mensen kunnen misbruik maken van de vrijheid die er is, bijvoorbeeld door het maken van een onveilig ontwerp. Het is daarom zaak om voldoende kaders op te nemen om misbruik te voorkomen, maar tegelijkertijd te zorgen dat deze beperking van vrijheid bij de uitvoering niet leidt tot starre regelgeving.

Bij het opstellen van kaders voor de uitvoering van doelgerichte brandveiligheid kan hiervoor het beste onderscheid gemaakt worden in zaken die sterk specifiek zijn voor een bepaald gebouw of gebruik en zaken die meer generiek zijn. Generieke zaken kunnen in het kader vastgelegd worden en zaken die vaak terugkomen kunnen als handreiking opgenomen worden. Specifieke zaken kunnen vrijgelaten worden.

- > Een voorbeeld van *generieke* zaken zijn doelen, subdoelen en acceptatiecriteria. Voor het veilig kunnen vluchten geldt bijvoorbeeld dat het niet per locatie afhangt in wat voor omstandigheden mensen nog veilig kunnen vluchten of niet. Er kunnen wel verschillen zijn in de mate van susceptibiliteit van verschillende doelgroepen, maar dit kan meegenomen worden bij het vastleggen van de acceptatiecriteria in de bouwregelgeving.
- > Een voorbeeld van *zaken die vaak terugkomen* is het uitvoeren van een scenarioanalyse. Dit zal veelal toegepast worden binnen een doelgerichte aanpak. Een handreiking kan hierbij aanwijzingen geven voor de uitvoering van de analyse, maar de vrijheid voor de keuze van de wijze van uitvoering blijft bestaan.
- > Een voorbeeld van *specifieke zaken* zijn de kenmerken die gebouwen, brand, mensen, omgeving of interventie hebben. Deze kenmerken kunnen sterk verschillen per gebouw. Soms kunnen hiervoor kaders nodig zijn vanuit wetgeving. Over het algemeen geldt echter dat deze zaken binnen een doelgerichte aanpak zoveel mogelijk vrijgelaten kunnen worden.

In doelgerichte bouwregelgeving moet een ondergrens vermeld zijn welke doelen en subdoelen moeten worden beoordeeld en welke acceptatiecriteria daarbij horen. Dit geldt in ieder geval voor de brandveiligheidsdoelen in het Besluit bouwwerken leefomgeving: het voorkomen van slachtoffers en gewonden en voorkomen van branduitbreiding naar de burens. Deze doelen, subdoelen en acceptatiecriteria kunnen de basis vormen voor de uitwerking van een set aan regels voor bekende, veel voorkomende situaties (zie figuur 2.3). Andere, bovenwettelijke, doelen kunnen wel vrijgelaten worden. De doelen, subdoelen en acceptatiecriteria vormen samen het acceptabele risico in de bouwregelgeving. Het ontbreken van een dergelijk acceptabel risico kan zorgen voor een verschil in geaccepteerd

risico per gebouw. In Zweden bestond deze risicodrempel niet in de eerste jaren dat er doelgerichte bouwregelgeving bestond en is misbruik van deze vrijheid gemaakt (Lundin, 2005). Binnen het doelgerichte onderdeel van de bouwregelgeving kan er nog een handreiking zijn voor zaken zoals het uitvoeren van een risicoanalyse of welke scenario's tenminste moeten worden beoordeeld in bepaalde situaties. Ook het proces wat gevolgd moet worden of welke kwaliteitsborging of competentie nodig is, kan onderdeel uitmaken van het doelgerichte onderdeel in de bouwregelgeving (zie figuur 2.3).



Figuur 2.3 Combinatie van regelgerichte en doelgerichte bouwregelgeving

Omdat er relatief veel vrijheid is binnen doelgerichte brandveiligheid, is competentie belangrijk. De benodigde competenties kunnen aanwezig zijn bij één persoon of in teams of organisaties. In de uitvoering van een doelgericht brandveiligheidsproces kunnen waarborgen opgenomen worden voor de beheersing van de kwaliteit. In hoofdstuk 4 staat hier meer over beschreven. Kaders voor de beheersing van de kwaliteit mogen ook niet ontbreken in doelgerichte bouwregelgeving.

Wat uiteindelijk exact vast moet komen te liggen in doelgerichte bouwregelgeving moet nader afgewogen worden. Een proces als handreiking voor de uitvoering van doelgerichte brandveiligheid kan in ieder geval behulpzaam zijn. In het volgende hoofdstuk zullen een aantal bestaande processen voor de uitvoering van doelgerichte brandveiligheid beschreven worden.

3 Methoden doelgerichte brandveiligheid

3.1 Algemeen

Er bestaan meerdere methoden waarmee doelgerichte brandveiligheid kan worden uitgevoerd. Hoewel die methoden in essentie dezelfde aanpak kennen, bestaan er onderlinge verschillen die vaak het gevolg zijn van de omstandigheden waarbinnen de methoden ontwikkeld zijn.

In dit hoofdstuk worden de meest gangbare methoden en onderlinge verschillen daartussen op hoofdlijnen beschreven. Een belangrijk onderdeel van de methoden voor doelgerichte brandveiligheid is vaak een processchema dat als leidraad gebruikt wordt. Op basis van bestaande processchema's wordt een voorstel gedaan voor een processchema voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid bij gebouwen in Nederland. In de handreiking *Toepassen doelgerichte brandveiligheid bij gebouwen in Nederland* is dit processchema nader toegelicht (van Rede et al., 2024).

3.2 SFPE

In *The SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Safety Design* (SFPE, 2015) is het proces voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid toegelicht. De eerste uitgave van de handreiking dateert uit 2000 en is destijds tot stand gekomen om brandingenieurs een handreiking te geven voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid. Het hoofddoel van het document is om doelgerichte brandveiligheid niet meer vanuit een ad-hoc basis toe te passen, maar dat te doen middels een gestructureerder proces.

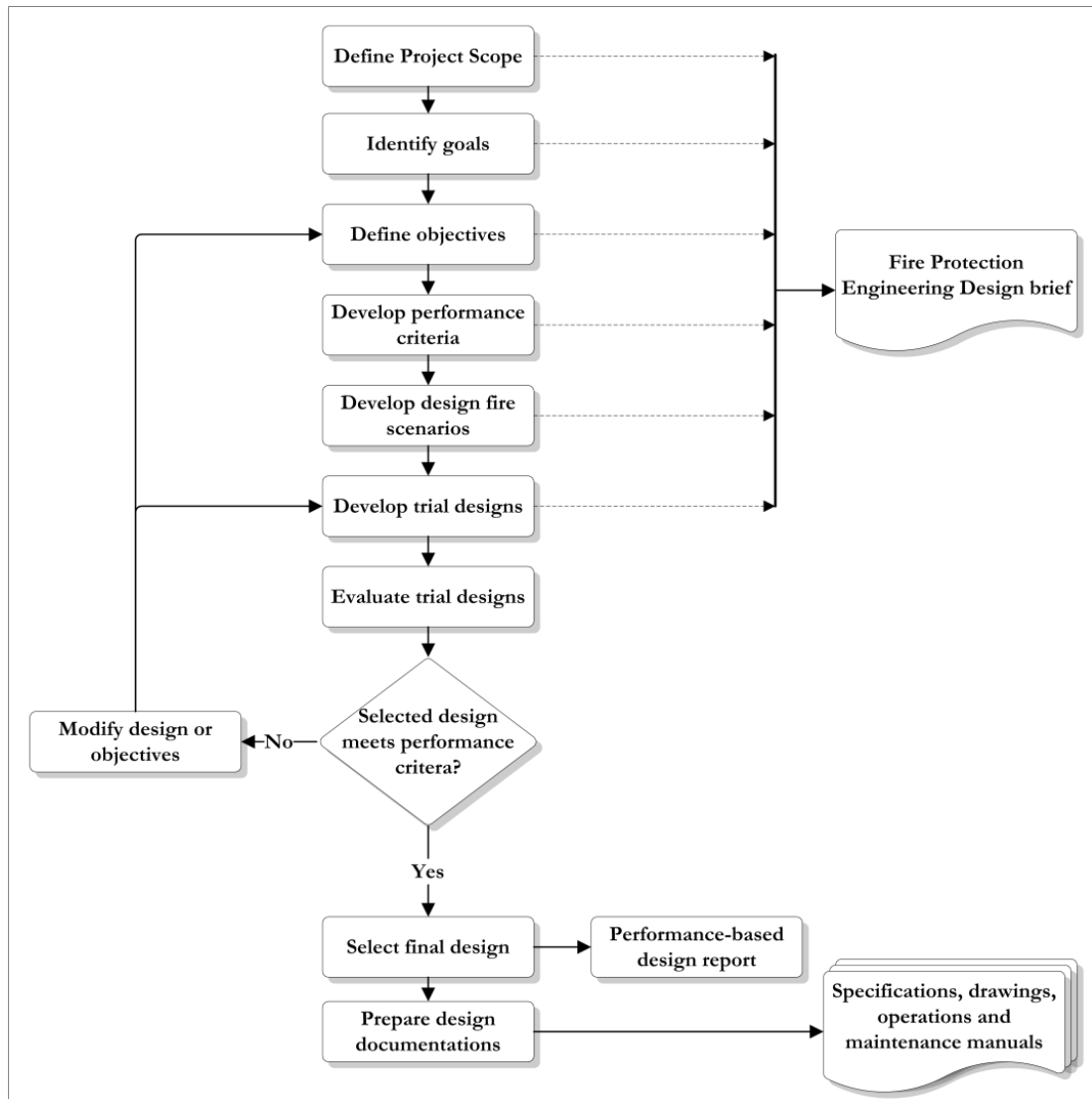
De subdoelen van het document zijn (vrij vertaald) (SFPE, sd):

- > Een proces aanreiken waarmee brandveiligheidsvoorzieningen en -maatregelen kunnen worden ontwikkeld die een, voor betrokkenen, acceptabel niveau van brandveiligheid opleveren. Daarbij worden geen onnodige beperkingen opgelegd aan onder andere bouwontwerp en -gebruik.
- > Een richtlijn aanreiken die kan worden gebruikt door zowel gekwalificeerde ingenieurs als het bevoegd gezag om te bepalen en te documenteren dat specifieke brandveiligheidsdoelen (moeten) worden bereikt voor specifieke brandgevaaren voor een bepaald project.
- > Parameters identificeren waarmee rekening moet worden gehouden bij een doelgericht brandveiligheidsontwerp.

De stappen binnen het maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp, zoals die in hoofdstuk 1 van dit voorliggende rapport zijn beschreven, komen duidelijk terug in de beschrijving van het document. Doordat SFPE een overwegend Amerikaanse instantie is, is het document met name voor dat land geschreven. Desalniettemin kan het ook goed elders worden gebruikt.

3.2.1 Proces

In het document is een proces beschreven dat het gestructureerd maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp mogelijk maakt. Het processchema is weergegeven in figuur 3.1. De stappen in het proces zijn toegelicht in tabel 3.1.



Figuur 3.1 Processchema volgens de SFPE-publicatie

Tabel 3.1 Beschrijving stappen in proces volgens de SFPE-publicatie

#	Stap	Beschrijving en doel stap
1	Projectscope definiëren (define project scope)	De scope van het project omvat onder andere om welk (deel van het) gebouw het gaat, welke kenmerken dat gebouw heeft en welke regelgeving van toepassing is.
2	Doelen vaststellen (identify goals)	Doelen beschrijven op hoofdlijnen wat er wordt nagestreefd met het brandveiligheidsontwerp. De doelen zijn dermate generiek dat ze goed worden begrepen door leken.
3	Subdoelen vaststellen (define objectives)	Subdoelen zijn een nadere concretisering van de gestelde doelen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in: <ul style="list-style-type: none"> > <i>Subdoelen van betrokkenen</i>, die meer in detail weergeven wat er met het doel wordt nagestreefd door de verschillende betrokkenen. > <i>Ontwerpdoelen</i>, die weergeven wanneer een doel wordt ingevuld. Ontwerpdoelen hebben vaak een technisch(er) karakter. De ontwerpdoelen worden bepaald op basis van de subdoelen van betrokkenen.
4	Acceptatiecriteria vaststellen (develop performance criteria)	Acceptatiecriteria zijn meetbare grenswaarden. Indien die grenswaarden worden overschreven, voldoet het ontwerp automatisch niet aan het doel waarbij de acceptatiecriteria horen.
5	Brandscenario's en ontwerpbranden opstellen (develop design fire scenarios)	Er wordt beoordeeld welke brandscenario's zich mogelijk voor kunnen doen. Enkele van deze brandscenario's worden geselecteerd om nader uitgewerkt of gekwantificeerd te worden. De uitgewerkte brandscenario's beschrijven alle relevante gebeurtenissen die het brandverloop beïnvloeden. Daaronder vallen gebouw-, brand- en mensenkenmerken.
6	Conceptontwerp(en) maken (develop trial designs)	Op basis van de brandscenario's en ontwerpbranden wordt een concept brandveiligheidsontwerp gemaakt.
7	Conceptontwerp(en) evalueren (evaluate trial designs)	Door het uitvoeren van de risicoanalyse wordt beoordeeld of het conceptontwerp voldoet aan de acceptatiecriteria en daardoor ook invulling geeft aan de gestelde doelen en subdoelen.
8	Definitief ontwerp selecteren (select final design)	Het conceptontwerp dat voldoet aan de acceptatiecriteria en dat invulling geeft aan de eisen van de betrokkenen wordt definitief gemaakt.
9	Rapporten en uitvoering voorbereiden (performance-based design report & design documentation)	Het ontwerp, de daarbij behorende randvoorwaarden en uitgangspunten en een verantwoording van gemaakte keuzes worden eenduidig beschreven in een rapport. Na acceptatie van het rapport door alle betrokkenen kan worden begonnen met de voorbereiding van de uitvoering.

3.2.2 Communicatie met betrokkenen

De uitvoering van het proces rondom doelgerichte brandveiligheid kan op onderdelen complex zijn. Dit is zeker het geval wanneer complexe risicoanalyses of rekenmodellen worden gebruikt. SFPE benadrukt daarom dat een goede en transparante communicatie met de betrokkenen tijdens het proces essentieel is voor een breed gedragen doelgericht brandveiligheidsontwerp. Om die gedragenheid te vergroten, stelt SFPE voor om, voordat met complex rekenwerk wordt gestart, de uitgangspunten volgend uit stappen 1 tot en met 6 van tabel 3.1 vast te leggen in een 'design brief' die ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de betrokken partijen.

3.2.3 Iteratief proces

Gedurende het proces kunnen bevindingen leiden tot heroverwegingen van keuzes die eerder gemaakt zijn. Zo kan worden overwogen het conceptontwerp aan te passen, omdat het geen invulling geeft aan de gestelde acceptatiecriteria. In andere gevallen kan het noodzakelijk zijn doelen, subdoelen of acceptatiecriteria aan te passen, omdat ze binnen de gestelde randvoorwaarden van het project (bijvoorbeeld tijd of geld) niet haalbaar zijn. Doelgericht ontwerpen volgens de SFPE-aanpak is zodoende een iteratief proces dat herhaald wordt tot een ontwerp is gevonden dat binnen de randvoorwaarden en uitgangspunten van het project leidt tot een acceptabel brandveiligheidsniveau.

3.2.4 Overige inhoud van het document

Naast een beschrijving van het proces wordt ook informatie aangereikt die behulpzaam is bij het uitvoeren van de verschillende processtappen. Voorbeelden van onderwerpen zijn:

- > risicoanalyses
- > brandscenario's en ontwerpbranden
- > berekeningen voor branddynamica en rookverspreiding
- > menselijk gedrag bij brand en invloed van brand en rook op personen
- > het ontwerp van detectie-, brandbestrijdings-, en rookbeheersingsinstallaties
- > constructieve brandveiligheid
- > brandtesten en experimenten om modellen te kunnen gebruiken of te verbeteren
- > management en beheer van brandveiligheid ná ingebruikname van het pand
- > hoe om kan worden gegaan met onzekerheid in doelgerichte brandveiligheid.

3.3 ISO

De ISO (International Organization for Standardization) is een mondiaal normalisatie-instituut waar 169 nationale normalisatie-instituten lid van zijn. Een ISO-standaard wordt opgesteld door technische commissies. In die commissies kunnen afgevaardigden van nationale normalisatie-instituten met interesse voor het onderwerp plaatsnemen.

In ISO 23932-1: Fire Safety Engineering – Uitgangspunten – Deel 1: Algemeen (ISO, 2018) is een proces rondom doelgerichte brandveiligheid toegelicht. Ook is aanvullende informatie gegeven die behulpzaam is bij de uitvoering van de verschillende stappen in het proces.

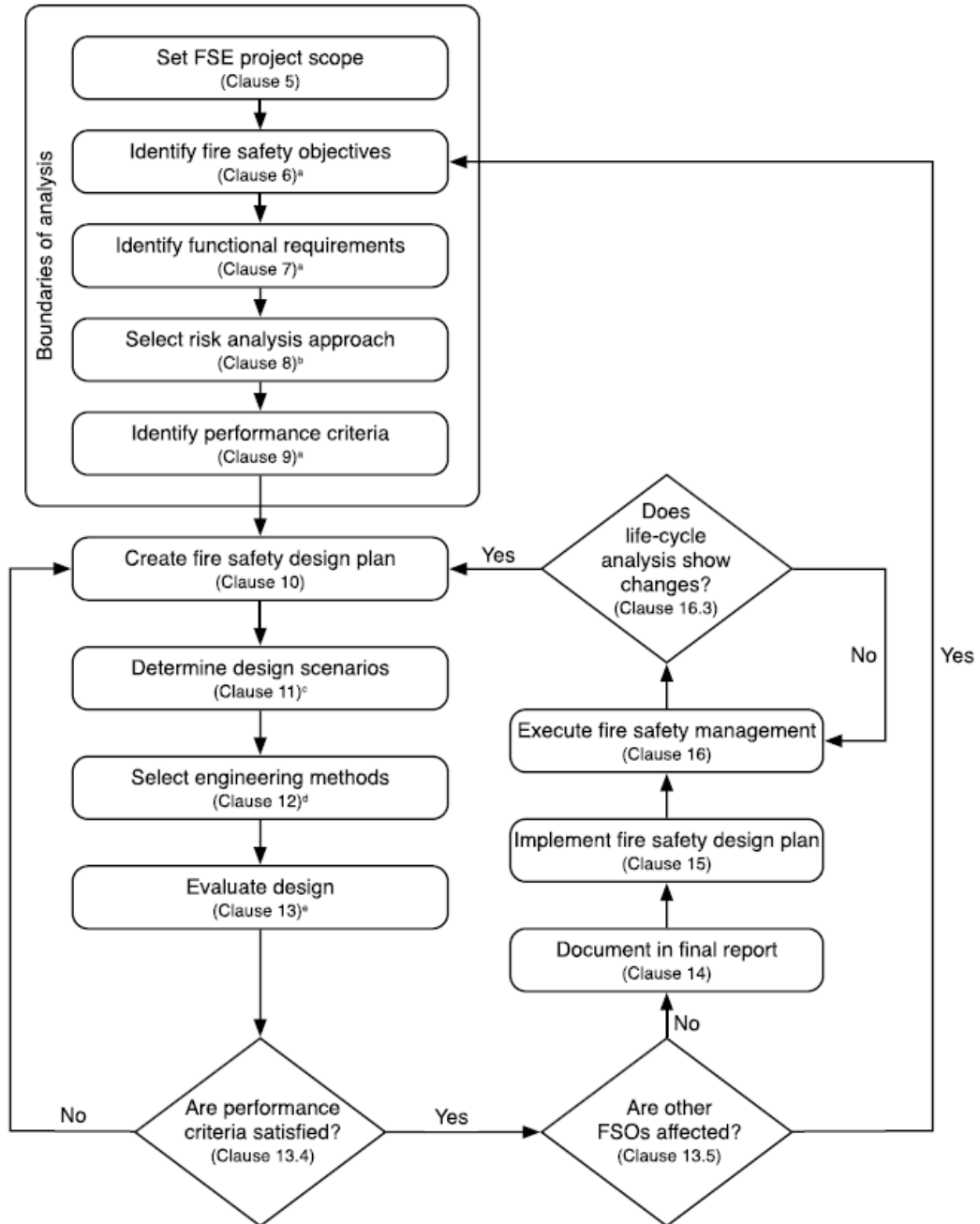
Over het document schrijft ISO (vrij vertaald) (ISO, 2018):

'Het document is niet bedoeld als een technische ontwerphandleiding, maar biedt de onderdelen die nodig zijn om de belangrijkste stappen en hun onderlinge verbanden in het brandveiligheidsontwerp-proces aan te pakken. Dit document bevat ook de belangrijkste elementen die verband houden met

de implementatie van brandveiligheidsontwerpplannen en brandveiligheidsbeheer. Het document is niet alleen bedoeld om op zichzelf te worden gebruikt, maar ook in combinatie met een consistente reeks FSE-documenten die betrekking hebben op methoden voor doelgericht brandveiligheidsontwerp, -implementatie en -beheer.'

3.3.1 Proces

Het proces dat ISO heeft opgesteld rondom doelgerichte brandveiligheid lijkt voor een groot deel sterk op het proces van SFPE. Het proces is weergegeven in figuur 3.2. De stappen in het proces zijn toegelicht in tabel 3.2.



Figuur 3.2 Proces doelgericht ontwerpen volgens de ISO-publicatie

Tabel 3.2 Beschrijving stappen in proces doelgericht ontwerpen volgens de ISO-publicatie

#	Stap	Beschrijving en doel stap
1	Projectscope bepalen (set FSE project scope)	De scope van het project omvat onder andere om welk (deel van het) gebouw het gaat, welke kenmerken dat gebouw heeft en welke regelgeving van toepassing is.
2	Doelen bepalen (identify fire safety objectives)	Doelen beschrijven op hoofdlijnen wat er wordt nagestreefd met het brandveiligheidsontwerp. De doelen zijn dermate generiek dat ze goed worden begrepen door leken. ISO maakt onderscheid in verplichte en vrijwillige doelen. Er zijn vijf doelen opgenomen: <ul style="list-style-type: none"> > persoonlijke veiligheid > bescherming van eigendommen > bedrijfscontinuïteit > bescherming van omgeving en milieu > bescherming van erfgoed. Het proces kan ook gebruikt worden voor andere doelen die niet in de norm beschreven staan.
3	Subdoelen bepalen (identify functional requirements)	Een subdoel is een beschrijving van de wijze waarop het doel behaald wordt (voor persoonlijke veiligheid bijvoorbeeld het beschikbaar houden van vluchtwegen). Subdoelen zijn nog steeds kwalitatief, maar geven aanvullend op de doelen al een oplossingsrichting mee.
4	Risicoanalysemethode kiezen (select risk analysis approach)	In deze stap wordt de methode gekozen waar het risico van een brandveiligheidsontwerp mee bepaald wordt in de risicoanalyse. De methode die wordt gekozen is van invloed op het vaststellen van de acceptatiecriteria en de ontwerpscenario's. Bij een probabilistische methode horen bijvoorbeeld ook probabilistische acceptatiecriteria.
5	Acceptatiecriteria bepalen (identify performance criteria)	Acceptatiecriteria zijn meetbare grenswaarden. Indien die grenswaarden worden overschreven, voldoet het ontwerp automatisch niet aan het doel en subdoel waarbij de acceptatiecriteria horen.
6	Conceptontwerp(en) maken (create fire safety design plan)	Er worden een of meerdere concept brandveiligheidsontwerpen gemaakt.
7	Ontwerpscenario's opstellen (determine design scenario's)	Ontwerpscenario's bestaan uit brandscenario's en gedrags-scenario's (menselijk gedrag). Ontwerpscenario's worden gekozen op basis van een analyse van de mogelijke gevaren.
8	Gereedschappen voor evaluatie kiezen (select engineering methods)	De gereedschappen om het risico mee te kunnen bepalen worden gekozen. Voorbeelden van gereedschappen zijn brand- en evacuatiemodellen.
9	Conceptontwerp(en) toetsen (evaluate design)	Door het uitvoeren van de risicoanalyse wordt beoordeeld of het conceptontwerp voldoet aan de acceptatiecriteria en daardoor ook invulling geeft aan de gestelde doelen.

#	Stap	Beschrijving en doel stap
10	Toetsontwerp voldoet aan acceptatiecriteria (are performance criteria satisfied)	Er wordt getoetst of de conceptontwerpen voldoen aan de acceptatiecriteria.
11	Beoordelen of andere brandveiligheidsdoelen beïnvloed worden (are other FSOs affected)	Er moet beoordeeld worden of er brandveiligheidsdoelen negatief beïnvloed worden die buiten de scope van het project vallen. Dit is vooral van belang bij een vergelijkende risicoanalyse en wetgeving waarbij de brandveiligheidsdoelen niet expliciet zijn beschreven.
12	Definitief ontwerp vastleggen (document in final report)	Het ontwerp, de daarbij behorende randvoorwaarden en uitgangspunten en een verantwoording van gemaakte keuzes worden eenduidig beschreven in een rapport. Dit rapport bevat ook het noodzakelijke inspectie en onderhoud voor het beschikbaar en bedrijfsgeraad houden van brandveiligheidsvoorzieningen.
13	Implementeren brandveiligheidsplan (implement fire safety design plan)	Het doelgerichte brandveiligheidsontwerp wordt gerealiseerd. Afwijkingen van het definitieve rapport worden beoordeeld en vastgelegd.
14	Brandveiligheidsmanagement voeren (execute fire safety management)	Gedurende het gebruik van het pand wordt de brandveiligheid van het pand blijvend beoordeeld. Daarvoor wordt onder andere aandacht besteed aan het schrijven van een handboek en periodieke inspecties, en wordt contact gezocht met de brandweer ten aanzien van de preparatie op een incident.

3.3.2 Communicatie met betrokkenen

ISO geeft aan dat het doelgerichte brandveiligheidsproces zo vroeg mogelijk in het ontwerptraject moet worden gestart om een goede integratie van de brandveiligheid met de andere gebouwaspecten te borgen. Nauwe samenwerking met andere disciplines (zoals architecten, constructeurs en werktuigbouwkundigen) is daarom een vereiste.

3.3.3 Iteratief proces

Om dezelfde redenen als het geval is in de SFPE-aanpak wordt ook door ISO een iteratief proces voorgesteld (zie paragraaf 3.2.3).

3.3.4 Overige inhoud van het document

Voor een diepgaandere inhoudelijke beschouwing van de verschillende stappen in het proces verwijst ISO naar andere normen. Een aantal voorbeelden hiervan zijn:

- > ISO/TR 16576:2017, Fire safety engineering - Examples of fire safety objectives, functional requirements and safety criteria.
- > ISO/TR 16733-1:2015, Fire safety engineering - Selection of design fire scenarios and design fires - Part 1: Selection of design fire scenarios.
- > ISO 13571:2012, Life-threatening components of fire - Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires.

3.4 Model risicogericht werken Brandweer NL

Het model risicogericht werken is ontwikkeld door Brandweer Nederland binnen het ‘Landelijk programma Risicogerichtheid’ (Brandweer Nederland, 2023). Het betreft een samenwerking tussen de verschillende veiligheidsregio’s na de vaststelling van de ‘Visie risicogerichtheid ‘Samen zorgen voor echte coproductie’ op gang is gekomen (Frek & Van Mierlo, 2015).

Op de website van het landelijk programma risicogerichtheid staat het volgende over het model: (Brandweer Nederland, n.d.)

“Risicogericht werken heeft als doel het bewustzijn over veiligheid te vergroten. Op basis daarvan worden onderbouwde keuzes gemaakt over hoe om te gaan met veiligheidsrisico’s. Waar regelgeving van toepassing is, wordt deze toegepast, maar soms zijn andere beïnvloedingsmogelijkheden effectiever om het veilig te maken. Door bewustzijn te creëren kan men betere keuzes maken in de inrichting van een gebied of object of men kan ervoor kiezen een risico weloverwogen te accepteren. Om dit gesprek goed te voeren, is het noodzakelijk om in een zo vroeg mogelijk stadium met de initiatiefnemer en betrokken partners aan tafel te zitten en het goede gesprek aan te gaan. Op verzoek van de veiligheidsregio’s is een model ontwikkeld dat kan helpen bij dit gesprek. Het biedt een gedeeld denkkader en concrete processtappen voor het handelen.”

Het model is bedoeld om toe te kunnen passen voor alle maatschappelijke thema’s binnen het werkgebied van de veiligheidsregio. Hierbij gaat het niet alleen over de gebouwde omgeving, maar bijvoorbeeld ook over verkeer en vervoer, gezondheid of de sociaal-maatschappelijke omgeving. Het heeft verder ook betrekking op andere risico’s dan enkel brand. Omdat het model is bedoeld voor een brede scope aan risico’s, is het ook meer algemeen beschreven dan de twee processen van de SFPE en de ISO die specifiek gericht zijn op de brandveiligheid van gebouwen.

3.4.1 Proces

Het proces in het model risicogericht werken is weergegeven in figuur 3.3 op de volgende pagina. De stappen in het proces zijn beschreven in tabel 3.3.



Figuur 3.3 Procesmodel risicogericht werken

Tabel 3.3 Beschrijving processtappen model risicogericht werken

#	Stap	Beschrijving en doel stap
1	Context en invalshoek doelstellingen	De context (projectscope), actoren en hun individuele rol en de doelstelling(en) worden bepaald. Er worden procesafspraken tussen de actoren gemaakt.
2	Informatie verzamelen	Informatie over de te behalen doelstellingen worden verzameld door middel van onder andere onderzoeken en expertmeningen. De beschikbare informatie wordt op waarde geschat en onzekerheden worden in beeld gebracht.
3	Risico's analyseren	De risico's worden geanalyseerd. Denk hierbij aan maatgevende scenario's, prioritering van de risico's en de relatie met de gestelde doelstellingen.
4	Omgaan met risico's	De risico's worden afgewogen. Het is een cruciale stap waarbij de keuze gemaakt wordt hoe om te gaan met deze risico's. Een risico kan immers verkleind of weggehaald worden, maar het kan ook geaccepteerd worden. Dat vraagt om een goede dialoog. Waar een risico niet geaccepteerd wordt, kunnen maatregelen genomen worden om de kans of de effecten te verkleinen.

#	Stap	Beschrijving en doel stap
	Advies en besluit	Op basis van de informatie uit de eerste vier stappen wordt er een advies opgesteld. Op basis daarvan zal er door degene die hiervoor verantwoordelijk is een besluit worden genomen. Deze stap is ongenummerd en valt tussen stap vijf en zes.
5	Communicatie intern en extern	De risico's worden gecommuniceerd naar de diverse partijen. Bij interne partijen kan het bijvoorbeeld gaan om de repressieve dienst die operationele informatie en een mogelijke inzetstrategie doorgeeft. Bij externe partijen kan dit een handelingsperspectief zijn voor de gebruiker; bijvoorbeeld het veilig kunnen gebruiken van een bouwwerk.
6	Risico's evalueren en vastleggen	Er vindt een evaluatie van het proces plaats en de afspraken worden vastgelegd.

3.4.2 Communicatie met betrokkenen

Onderdeel van het model is een open en transparante communicatie met de betrokken partijen. Na de eerste vier stappen wordt advies uitgebracht waarin doelstellingen, risico's scenario's en risico-mitigatie staan beschreven. Uit de wijze waarop het proces en de communicatiewijzen zijn beschreven, blijkt dat het model vooral bedoeld is voor medewerkers van veiligheidsregio's. Desalniettemin kan het ook buiten dat werkveld worden toegepast.

3.4.3 Iteratief proces

Het proces van het model risicogericht werken is cyclisch. In tegenstelling tot de processen van SFPE en ISO is er geen iteratie tussen de verschillende processtappen beschreven, maar aan het einde van het proces worden leerpunten uit het proces opgehaald om die in toekomstige processen mee te kunnen nemen.

3.4.4 Overige inhoud van het document

Bij de zes proces stappen staat een inhoudelijke toelichting beschreven die helpt bij de uitvoering van de stappen. Denk hierbij aan informatie over opstellen van brandscenario's en het uitvoeren van een risicoanalyse of informatie over het beïnvloeden van risico's.

3.5 Beschouwing van de processchema's

In deze paragraaf worden de drie processchema's die hierboven beschreven zijn, beschouwd op hun geschiktheid voor het opstellen van een processchema voor het maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp van een gebouw in Nederland.

Het model risicogericht werken van Brandweer Nederland is geschikt gemaakt voor alle maatschappelijke thema's binnen het werkgebied van de Veiligheidsregio. Hierdoor is het proces toepasbaar voor de gebouwde omgeving, maar het is er niet specifiek voor geschreven. Het is verder niet specifiek gericht op brandveiligheid. Dit is te merken in gebruikte termen die minder gericht zijn op het maken van een gebouwwontwerp, maar ook in de gekozen stappen die niet specifiek gericht zijn op de toepassing bij het ontwerp van een gebouw.

De processchema's van de SFPE en ISO zijn beide wél specifiek bedoeld voor het maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp van een gebouw. Beide schema's lijken in grote lijnen op elkaar. Het processchema van ISO verschilt op de volgende onderdelen van dat van SFPE:

- > De realisatie- en gebruiksfase van het gebouw maken ook onderdeel uit van het processchema. Bij de SFPE wordt dit wel beschreven in de handreiking, maar is het geen onderdeel van het processchema.
- > Het kiezen van de risicoanalysemethode zit eerder in het proces.
- > Er is een aparte stap voor het kiezen van de gereedschappen voor evaluatie. Bij de SFPE is dit opgenomen in de stap conceptontwerp(en) evalueren.
- > De ontwerpscenario's zijn gesplitst in brandscenario's en mens- en gedragsscenario's.
- > De (brand)scenario's worden opgesteld, nadat er een conceptontwerp is gemaakt (bij de SFPE worden eerst de brandscenario's opgesteld en vervolgens een conceptontwerp gemaakt).
- > In het processchema is minder nadrukkelijk vastgelegd op welke momenten zaken gedocumenteerd moeten worden.
- > Er is een stap voor het toetsen van brandveiligheidsdoelen die mogelijk wel van belang zijn, maar buiten de scope van het project vallen.

Deze verschillen worden hieronder nader besproken met als doel te bepalen wat het meest geschikt zou zijn voor een processchema voor het maken van een doelgericht brandveiligheidsontwerp voor gebouwen in Nederland.

Realisatie- en gebruiksfase

Het meenemen van de realisatie- en gebruiksfase wordt als voordeel gezien. Een doelgericht brandveiligheidsontwerp kent vaak gebruiksbepalingen en maatregelen die bedrijfszeker gehouden moeten worden. Door de realisatie- en gebruiksfase mee te nemen in het ontwerpproces, wordt hier bij het ontwerp van het gebouw al aandacht aan besteed. Hierdoor wordt voorkomen dat een gebouw dat wordt gerealiseerd ongewenst veel onderhoud vraagt of veel gebruiksbepalingen heeft.

Keuze methodiek voor (risico)analyse begin proces

De methodiek gebruikt voor de risicoanalyse is van invloed op de te kiezen acceptatiecriteria. Om die reden is het logisch dat deze keuze in het proces staat, voordat de acceptatiecriteria gekozen worden. Elke risicoanalyse kent zijn voor- en nadelen en reikwijdte van toepassing. Om die reden is het ook goed om de keuze voor de methodiek vroeg in het proces te maken met alle betrokkenen.

Gereedschappen voor evaluatie

De gereedschappen voor evaluatie bepalen in belangrijke mate of een risico (betrouwbaar) in beeld gebracht kan worden. Bij het proces van de SFPE zit alles wat moet gebeuren rondom het kiezen en uitvoeren van de risicoanalyse in de stap 'conceptontwerp(en) evalueren'. Bij het proces van de ISO is het kiezen van de gereedschappen een losse stap die plaatsvindt voor het evalueren van ontwerpconcepten. Dit geeft de mogelijkheid om, voordat de daadwerkelijke risicoanalyse wordt uitgevoerd, met de betrokkenen overeenstemming te bereiken over de wijze waarop het risico bepaald wordt. Het uitvoeren van de risicoanalyse neemt vaak veel tijd in beslag. Overeenstemming op voorhand zorgt er dan voor dat er geen tijd verloren gaat wanneer achteraf discussie ontstaat over de methode of de gereedschappen.

Aandacht voor menselijk gedrag

Ook binnen het proces van de SFPE wordt aandacht gevraagd voor het menselijk gedrag, maar bij het proces van ISO komt het nadrukkelijker naar voren, doordat er naast brandscenario's ook wordt gesproken over mens- en gedragsscenario's. In de brandscenario's wordt menselijk gedrag meegenomen dat van invloed kan zijn op de brand. Denk aan menselijk handelen als ontstaansoorzaak van de brand of het open laten staan van een deur. In de mens- en gedragsscenario's wordt beschreven hoeveel mensen op welke plek aanwezig zijn en welk gedrag zij vertonen, bijvoorbeeld vluchten of schuilen. Dit geeft input voor de beschrijving van het vluchtscenario. Het brandscenario geeft op deze manier inzicht in de beschikbare veilige tijd en het mens- en gedragsscenario geeft inzicht in de benodigde veilige tijd.

Door bij het ontwerp van het gebouw reeds rekening te houden met menselijk gedrag, wordt het gebouw veiliger. Om die reden wordt de extra aandacht voor menselijk gedrag als positief gezien.

Volgorde scenario's en conceptontwerp

(Brand)scenario's en een concept brandveiligheidsontwerp met brandveiligheidsmaatregelen zijn twee zaken die sterk van invloed zijn op elkaar. Pas als de (brand)scenario's helder zijn, is duidelijk voor welke scenario's de brandveiligheidsmaatregelen geschikt moeten zijn. De brandveiligheidsmaatregelen zijn zelf echter ook van invloed op de (brand)scenario's. Denk bijvoorbeeld aan een blusinstallatie die een brand vroegtijdig beheerst of blust. Ook brand- of rookwerende scheidingen zijn van invloed op de (brand)scenario's.

De invloed van brandveiligheidsmaatregelen op de (brand)scenario's is normaliter beter vooraf te voorspellen dan de invloed van mogelijke (brand)scenario's op de maatregelen. Ook wanneer de brandscenario's nog niet zijn uitgewerkt, kan op basis van ervaring vaak al een goede inschatting gemaakt worden welke maatregelen wel of niet goed bijdragen aan het bereiken van het doel. Om die reden wordt het als meest logisch gezien om eerst conceptontwerpen te maken en vervolgens de (brand)scenario's op te stellen. Het opstellen van (brand)scenario's en een conceptontwerp is in de praktijk vaak een iteratief proces. Dit maakt dat de daadwerkelijke volgorde minder van belang is.

Vastleggen van uitgangspunten

Bij het proces van ISO is geen stap opgenomen voor het documenteren van de uitgangspunten van het project. Omdat het uitvoeren van een risicoanalyse veel tijd vraagt, wordt het als ongewenst gezien dat hier na deze tijdsinspanning nog discussie over kan ontstaan. Om die reden wordt het als positief gezien van het SFPE-proces dat er een stap is opgenomen voor het vastleggen van de uitgangspunten. Aanvullend daarop lijkt het verstandig deze uitgangspunten ook expliciet goed te laten keuren door de betrokkenen.

Doelen buiten de scope van het project

In het ISO-proces is een stap opgenomen voor het toetsen van brandveiligheidsdoelen buiten de scope van het project. Deze stap is vooral van belang voor gevallen waarin het project een beperkte scope heeft en er eventuele neveneffecten zijn voor andere doelen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een vergelijkende risicoanalyse voor het verlengen van de loopafstand van een vluchtweg. In dat geval kan het zijn dat het risico aanvaardbaar

gemaakt is met betrekking tot de veiligheid van aanwezigen, maar dat het niet aanvaardbaar is voor de veiligheid van brandweerpersoneel.

De borging van neveneffecten van bepaalde oplossingen kan naar de mening van de auteurs van het voorliggende rapport beter geborgd worden in een goede keuze voor de doelen en subdoelen bij de start van het project en tijdens het beoordelen van de ontwerpen.

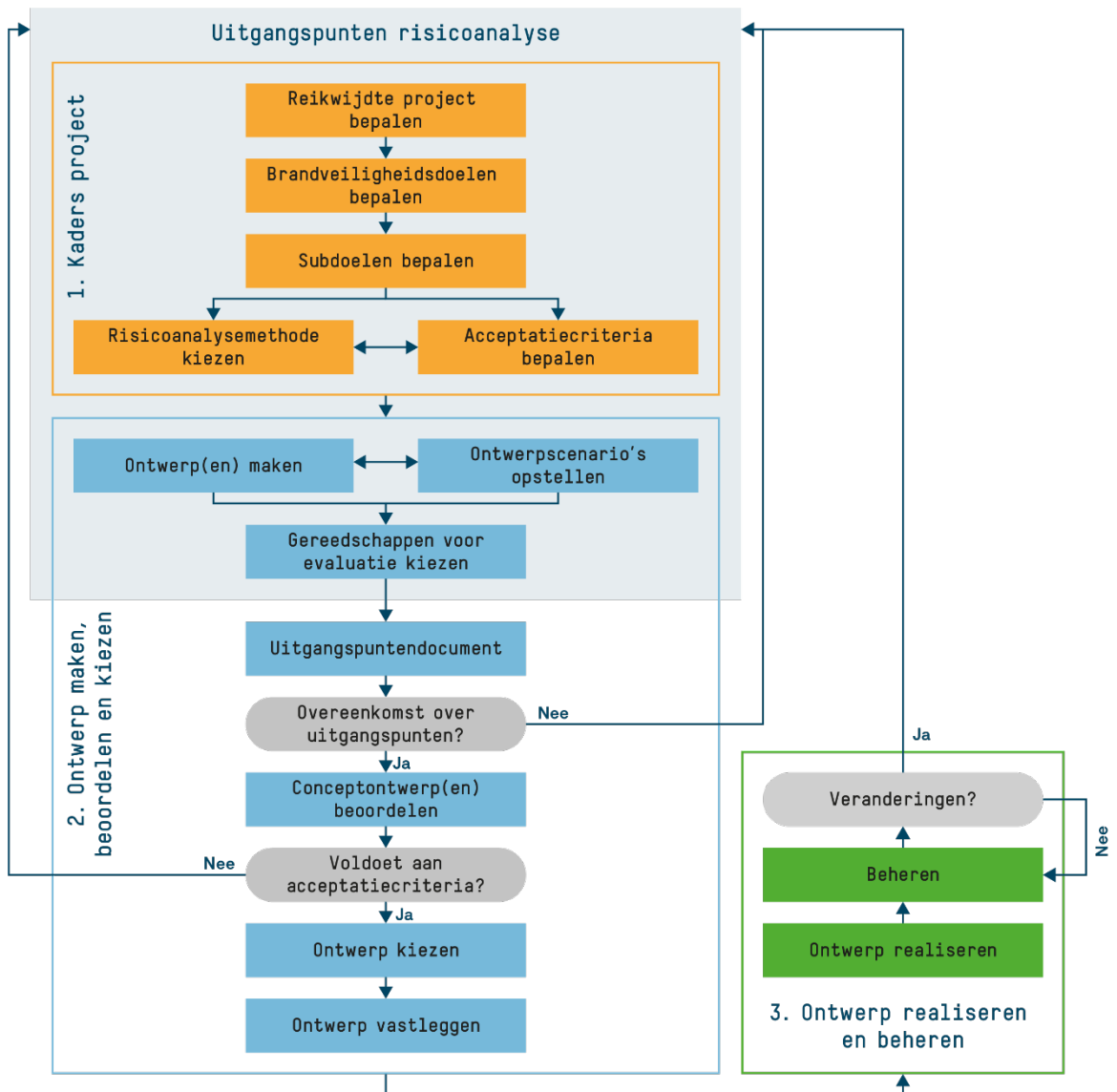
Conclusie voor het Nederlandse processchema

Het processchema van de ISO en SFPE hebben beide voor- en nadelen bij de uitvoering van een doelgericht brandveiligheidsontwerp. De nadruk op het menselijk gedrag en het meenemen van de realisatie- en gebruiksfase worden als voordeel van het ISO-proces ten opzichte van het SFPE-proces gezien. Om die reden wordt het processchema van de ISO als basis genomen om te gebruiken in Nederland. Om het goed toepasbaar te maken voor Nederland en om voordelen uit het proces van de SFPE te kunnen verwerken, worden de volgende aanpassingen opgenomen:

- > Uit het SFPE-proces wordt de stap overgenomen voor de documentatie van de uitgangspunten van het project en voor het bereiken van overeenstemming over deze uitgangspunten.
- > De stap voor het toetsen van doelen die buiten de scope van het project vallen wordt weggehaald. Deze stap is niet noodzakelijk voor het borgen dat neveneffecten buiten de scope van een project worden beschouwd.

3.6 Voorstel processchema voor doelgerichte brandveiligheid

Op basis van de beschouwing van verschillende processchema's voor doelgerichte brandveiligheid van gebouwen uit paragraaf 3.5 is een proces voor het gebruik in de Nederlandse situatie opgesteld. Dit processchema is in figuur 3.4 weergegeven.



Figuur 3.4 Proces voor doelgerichte brandveiligheid voor gebouwen in Nederland

Het proces bestaat uit drie hoofdonderdelen:

1. kaders project bepalen
2. ontwerp maken, beoordelen en kiezen
3. ontwerp realiseren en beheren.

Binnen het eerste hoofdonderdeel 'kaders project bepalen' wordt bepaald waar het project over gaat, welke uitgangspunten er zijn, worden doelen, subdoelen en acceptatiecriteria bepaald en wordt de risicoanalysemethode gekozen.

In het tweede hoofdonderdeel worden vervolgens concept brandveiligheidsontwerpen gemaakt, geëvalueerd en gekozen. Hiervoor is het noodzakelijk om ontwerpscenario's op te stellen en te evalueren met gereedschappen zoals bijvoorbeeld brand- of evacuatie-simulaties.

In het derde hoofdonderdeel wordt vervolgens het definitieve ontwerp gerealiseerd en wordt de brandveiligheid in de gebruiksfase van het gebouw beheerd.

De opbrengst van de stap 'scope project bepalen' tot en met de stap 'gereedschappen voor evaluatie kiezen' vormt samen de uitgangspunten voor de risicoanalyse. Met deze informatie kan de risicoanalyse uitgevoerd worden voor de opgestelde ontwerpconcepten. Omdat het uitvoeren van een risicoanalyse relatief veel tijd vraagt, is er een aparte stap ingebouwd voor het bereiken van overeenstemming over deze uitgangspunten. Een uitgebreidere toelichting op het proces en een handreiking voor het toepassen van het proces zijn te vinden in de *Handreiking proces doelgerichte brandveiligheidsaanpak voor gebouwen in Nederland* (van Rede et al., 2024, verwachte publicatie 2^{de} helft 2024).

4 Kwaliteit

Kenmerken van doelgerichte brandveiligheid zijn dat er veel (keuze)vrijheid is, dat er geen voorschrijvende kaders zijn voor wat goed of fout is en dat het gaat om de toepassing van relatief complexe kennis. In veel gevallen kan de veiligheid van personen afhankelijk zijn van de brandveiligheidsoplossing en de gemaakte keuzes in het doelgerichte brandveiligheidsproces. Gemaakte fouten in het proces worden vaak pas duidelijk op het moment dat er brand is. De kwaliteit van doelgerichte brandveiligheidsoplossingen is daarom van groot belang. Het NIPV draagt hieraan bij door onder meer kennis beschikbaar te maken in kennisdocumenten, kennis te verspreiden via bijvoorbeeld onderwijs en congressen, en door samenwerkingsverbanden op te richten en te ondersteunen (zoals bijvoorbeeld de community of practice fire safety engineering).

In dit hoofdstuk komt een aantal zaken aan bod die belangrijk zijn bij het zorgen voor voldoende kwaliteit in een doelgericht brandveiligheidsproces. Dit hoofdstuk is bedoeld als richtinggevend. Welke kwaliteit daadwerkelijk nodig wordt geacht voor welke gevallen en of dit bindend wordt opgelegd (bijvoorbeeld door middel van persoonskwalificatie), is een afweging die nader in brede zin beschouwd moet worden.

4.1 Competente personen of teams

Een belangrijke waarborg voor de kwaliteit van doelgerichte brandveiligheid is dat eraan gewerkt wordt door een competent persoon of een competent team. Competent betekent volgens Van Dale: bevoegd, bekwaam (Van Dale, n.d.). Bekwaam zijn om te werken aan doelgerichte brandveiligheid betekent niet alleen dat iemand voldoende kennis heeft, maar ook beschikt over vaardigheden, gedrag en attitude om de kennis toe te kunnen passen.

Competent worden gebeurt deels door opleiding en deels door praktijkervaring. Door middel van een opleiding kan de benodigde basiskennis eigen gemaakt worden. Ook wordt een eerste start gemaakt in het kunnen toepassen van deze kennis. Hierdoor worden de vaardigheden, gedrag en attitude ontwikkeld. Voor een verdere ontwikkeling van deze vaardigheden, gedrag en attitude is het opdoen van ervaring in de praktijk van belang. Begeleiding door ervaren personen draagt bij aan het juist en integer handelen binnen de doelgerichte brandveiligheid, waar geen voorschrijvend toetskader maar wel veel keuzevrijheid is.

Voldoende competent zijn kan ook in teamverband worden gerealiseerd. Sterker nog: in veel gevallen zullen meerdere mensen nodig zijn om te zorgen voor voldoende competentie bij het werken aan een doelgericht brandveiligheidsproces. Doelgerichte brandveiligheid betreft immers een breed kennisgebied. Specialist zijn op alle kennisonderdelen is nagenoeg onmogelijk. Om goed te kunnen samenwerken met andere specialisten is basiskennis van alle onderdelen wel van belang.

Over welke kennis, vaardigheden en gedrag het gaat en waarom deze van belang zijn bij doelgerichte brandveiligheid, is hieronder nader beschreven. Wat in welke mate nodig is, is afhankelijk van de inhoud van het specifieke doelgerichte brandveiligheidsproces. Deze paragraaf geeft daarom op hoofdlijnen aan welke kennis, vaardigheden en gedrag van belang zijn bij het werken met doelgerichte brandveiligheid. De SFPE heeft beschreven welke competentie minimaal aanbevolen wordt bij het toepassen van een doelgerichte aanpak van brandveiligheid (Society of Fire Protection Engineers, 2018). De SFPE heeft hierbij ook aangegeven welke benodigde studiebelasting voor de verschillende kennisgebieden benodigd is.

4.1.1 Kennis

De kern van het werken met doelgerichte brandveiligheid is kennis van (toegepaste) brandveiligheidskunde. Bij (toegepaste) brandveiligheidskunde kan gedacht worden aan de kennisgebieden uit figuur 4.1. Voorwaarde voor het werken met doelgerichte brandveiligheid is dat er voldoende kennis beschikbaar is. Om hiervoor te zorgen, is het nodig om te investeren in onderzoek. Voor het verspreiden van de kennis zijn opleidingen en bijscholingen noodzakelijk.



Figuur 4.1 Kennisgebieden binnen de doelgerichte brandveiligheid

Deze kennisgebieden zijn hieronder kort toegelicht. Hierbij wordt vermeld welke kennis op hoofdlijnen nodig is en waarom het nodig is om hier kennis van te hebben bij een doelgerichte aanpak van brandveiligheid.

Warmtetransport

Warmtetransport vormt een van de basiselementen voor het rekenen aan brand en de effecten van brand. Kennis over de drie warmtetransportmechanismen straling, stroming en geleiding is een vereiste. Deze drie mechanismen spelen een belangrijke rol binnen het verbrandingsproces, het brandverloop en rookverspreiding. Kennis van de warmtetransportmechanismen is verder van belang bij het bepalen van materiaal- en constructiegedrag.

Brandfysica, -dynamica en verbrandingschemie

Kennis van de verbrandingschemie omvat kennis over verbrandingsreacties en het brandgedrag van materialen in verschillende omstandigheden. Deze kennis is nodig om brandscenario's op te kunnen stellen en te kunnen kwantificeren.

Er is kennis nodig over het ontstaan van brand, brandgedrag, het ontwikkelen van brand, brandverloop en het doven van brand. Deze kennis tezamen met de kennis van de verbrandingschemie en het warmtetransport is nodig bij het opstellen en kwantificeren van brandscenario's.

Er is ook kennis nodig over het gedrag van materialen bij brand. Dit gedrag speelt niet alleen een rol bij de ontbranding, maar ook bij de stabiliteit van (onderdelen van) het gebouw.

Interventiekunde

De inzet van Bhv en de brandweer kan van invloed zijn op het verloop van een brand. Het is daarom nodig om kennis te hebben over wat de brandweer en een Bhv-organisatie wel of niet kunnen. Daarbij gaat het niet alleen om de omstandigheden waarin ze moeten werken en welke acties ze uit kunnen voeren, maar ook om de beperkingen die een mens heeft, bijvoorbeeld in het verwerken van informatie. Deze kennis is nodig om de slagingskans en het effect van een inzet van de brandweer of Bhv te kunnen bepalen, maar ook om de veiligheid van brandweer- of Bhv-personeel te kunnen waarborgen binnen een doelgerichte brandveiligheidsoplossing.

Mens- en gedragskunde

Kennis van menselijk gedrag is nodig om te kunnen voorspellen hoe mensen zich zullen gedragen wanneer ze met de condities van een brand geconfronteerd worden. Het gedrag van mensen kan bijvoorbeeld van invloed zijn op het brandverloop (bijvoorbeeld door het openen van deuren). Kennis van menselijk gedrag is ook nodig om in te kunnen schatten welke risico's er zijn voor het ontstaan van brand door menselijke acties. Gedragskennis is daarnaast nodig om brandveiligheidsmaatregelen te kunnen kiezen die niet onklaar gemaakt en goed onderhouden worden.

Gebouwfysica, gebouw algemeen en omgeving

Wanneer gewerkt wordt aan doelgerichte brandveiligheid in de bebouwde omgeving is kennis van gebouwen nodig en de wijze waarop de omgeving in Nederland ingericht wordt. Het gaat om kennis over hoe gebouwen gebouwd worden en wat wettelijke mogelijkheden en onmogelijkheden zijn (bijvoorbeeld op het gebied van energiezuinigheid en luchtdichtheid). De in- en externe luchtdichtheid en reguliere luchtstroming door een gebouw spelen

bijvoorbeeld een belangrijke rol in de rookverspreiding door een gebouw. De instandhouding van een constructie is daarnaast vaak een belangrijk aandachtspunt. Het is niet nodig om diepgaande gebouwkennis te hebben, maar wel om de implicaties van keuzes op het gebied van brandveiligheid voor de rest van het gebouw te kunnen begrijpen en om samen te kunnen werken met andere partijen die betrokken zijn bij het ontwerp van gebouwen.

Er is ook kennis nodig van het gebouw in brandomstandigheden: hoe bouwonderdelen zich gedragen tijdens een brand, wat de invloed is van de uitvoering van het gebouw op de brand en op het gedrag van de mens.

Brandveiligheidsmaatregelen

Van brandveiligheidsmaatregelen is het nodig om te weten welk (risico reducerend) effect een maatregel heeft. Er is verder inzicht in de faalkans van maatregelen en eventuele neveneffecten nodig. Tevens is het noodzakelijk om te weten welke randvoorwaarden gelden voor het succesvol toepassen van een maatregel. Het kan hierbij gaan om kennis van passieve brandveiligheidsmaatregelen (bijvoorbeeld brandcompartimentering, brandwerend bekleden van een constructie, onbrandbare materialen), of actieve brandveiligheidsmaatregelen (bijvoorbeeld blusinstallatie, brandmeldinstallatie). Daarnaast kan het gaan om organisatorische of gedragsmaatregelen. Deze kennis is nodig om doelgerichte brandveiligheidsoplossingen te kunnen ontwerpen en beoordelen.

Doelgericht brandveiligheidsproces

Om doelgerichte brandveiligheid toe te kunnen passen is het nodig om het proces voor doelgerichte brandveiligheid te begrijpen, te begrijpen hoe het kan worden toegepast en te weten welke aandachtspunten er zijn bij het toepassen van het proces.

Casuïstiek- en trendanalyses

Kennis van incidenten en trendanalyses van incidenten zijn nodig om ontstaansoorzaken van brand te kunnen bepalen, maar ook om de mogelijke effecten die kunnen optreden bij een brand aan te wijzen, en vast te stellen in hoeverre bepaalde maatregelen wel of niet hebben gewerkt, hoe mensen zich hebben gedragen et cetera. Alleen in de praktijk is het daadwerkelijke functioneren van een doelgerichte brandveiligheidsoplossing te zien. Deze informatie is nodig als input voor de scenario- en risicoanalyse en voor het bepalen van het benodigde risicomanagement in de gebruiksfase.

Data en statistiek

Bij het gebruik van een probabilistische methode is kennis nodig over de kans dat gebeurtenissen zich voordoen. Dit kan gaan over het ontstaan van een brand, maar bijvoorbeeld ook over het falen van maatregelen, het vertonen van bepaald gedrag door personen enzovoort. Kennis van statistiek is nodig om de juiste probabilistische methode te kunnen kiezen en toe te passen. Data kunnen ook input geven voor deterministische risicoanalyses. Dit kan bijvoorbeeld gaan over de vraag welke ontstaansoorzaken er zijn in bepaalde situaties, wat weer gebruikt kan worden bij de identificatie en selectie van brandscenario's.

Scenario- en risicoanalyse en risicomanagement

Er is kennis nodig over verschillende methoden om scenario's en risico's te kunnen identificeren, selecteren, kwantificeren en beoordelen. Dit kan gaan om kwantitatieve of kwalitatieve methoden en om deterministische of probabilistische methoden. Er moet een methode gekozen kunnen worden die passend is voor het specifieke project. Er is ook

inhoudelijke kennis nodig over deze scenario's en risico's. Denk bijvoorbeeld aan de kennis over ontstaansoorzaken van een brand, over de oorzaken van het uitbreiden van een brand of de kans dat een bepaalde gebeurtenis zich voordoet. Bij scenario's gaat het niet alleen om kennis van brandscenario's, maar ook om scenario's voor bijvoorbeeld evacuatie.

Naast risicoanalyse is ook kennis van risicomanagement nodig. Hierbij moet bekend zijn op welke manieren de brandveiligheid in de praktijk geborgd kan worden gedurende de levensduur van een doelgerichte brandveiligheidsoplossing. Deze kennis is nodig om scenario's en risico's systematisch te kunnen identificeren, selecteren, kwantificeren, beoordelen en de risico's te kunnen beheersen in de praktijk.

Rekenmethodieken en modelleren

Rekenmethodieken, zone- of CFD-modellen zijn belangrijke gereedschappen om risico's te kwantificeren. Of het nu gaat om het beoordelen van brand en de effecten daarvan of om het beoordelen van een ontruiming van een gebouw, het rekenkundig onderbouwen is vaak een belangrijk onderdeel bij het beoordelen en doorgronden van het risico. Wanneer rekenmethodieken of modelleer-software wordt toegepast, is het nodig om kennis te hebben van de achtergronden, beperkingen en mogelijkheden van deze gereedschappen.

4.1.2 Vaardigheden

Naast het hebben van kennis is het voor het werken met doelgerichte brandveiligheid ook van belang om een aantal vaardigheden te hebben. Hieronder is daarvan een aantal beschreven.

Conceptueel denken

Voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid is het belangrijk dat personen over een breed en diep inzicht in brandveiligheid beschikken. Op voorhand moet bedacht worden hoe zaken in de praktijk uit zullen pakken. Dit vraagt om conceptueel denken. Het is verder nodig dat geschakeld kan worden van een abstract denkkader (brandveiligheidsdoelen) naar een concreet idee of een oplossing (brandveiligheidsmaatregel). De implicaties van detailkeuzes voor het grotere geheel moeten daarbij overzien worden.

Samenwerken

Doelgerichte brandveiligheid is een manier van werken waar veel kennis aan ten grondslag ligt. Alle kennis en vaardigheden verenigen in één persoon is onmogelijk. Werken met doelgerichte brandveiligheid vraagt daarom om samenwerking met andere brandveiligheidsspecialisten. Ook samenwerking met personen uit andere disciplines is nodig. Vaak is brandveiligheid maar een van de onderdelen die van belang is. Het is belangrijk dat er goed samengewerkt kan worden met alle belanghebbenden in een doelgericht brandveiligheidsproces.

Communiceren

Bij doelgerichte brandveiligheid gaat het vaak om de toepassing van relatief complexe kennis die vervolgens overgedragen moet worden op personen die deze kennis niet of in mindere mate hebben. Het overdragen van deze kennis is van belang om te zorgen voor gedragen brandveiligheidsoplossingen die goed (blijven) functioneren in de praktijk. Omdat er geen heldere scheidslijn is die laat zien wanneer een oplossing volstaat of het risico voldoende laag is, is het van belang dat belanghebbenden meegenomen worden in de

afweging. Goed kunnen communiceren is daarom van groot belang bij het werken met doelgerichte brandveiligheid.

Probleemoplossend vermogen

Een doelgericht brandveiligheidsproces draait om het behalen van een of meerdere doelen met een brandveiligheidsoplossing. Om tot een oplossing te kunnen komen, is het van belang om probleemoplossend vermogen te hebben. Goed kunnen analyseren en systematisch en navolgbaar te werk gaan zijn hierbij belangrijk. Ook het kunnen omgaan met een leemte in kennis is van belang. Niet alle kennis is immers in alle gevallen beschikbaar. Ook in die gevallen is het nodig om een onderbouwd en wel afgewogen (expert)oordeel te kunnen vellen.

4.1.3 Gedrag en attitude

Naast het hebben van bepaalde kennis en vaardigheden is het voor het toepassen van doelgerichte brandveiligheid nodig om bepaald gedrag te vertonen (of juist niet te vertonen). Het vertonen van het juiste gedrag vraagt om een bepaalde attitude ten opzichte van een aantal onderwerpen. Hieronder zijn een aantal gedragingen en attitudes nader beschreven die belangrijk zijn bij het uitvoeren van doelgerichte brandveiligheid.

Ethisch en integer handelen

Binnen doelgerichte brandveiligheid is veel keuzevrijheid. Er ontbreekt verder een duidelijke grens die aangeeft wat wel of niet is toegestaan en soms ook welk risico acceptabel is. Werken binnen deze vrijheden vraagt om het maken van ethische en integere keuzes. Wat ethisch en integer handelen betekent voor de praktijk, is te vinden in de 'code of ethics' van de SFPE (SFPE, n.d.) en de 'code of conduct' van de IFE (IFE, 2018).

Blijvende professionele ontwikkeling

Of het nu gaat om nieuwe risico's, nieuwe kennis over bestaande risico's, lessen uit incidenten of andere nieuwe kennis, er komt vaak nieuwe kennis beschikbaar die van belang kan zijn voor het gebruik binnen doelgerichte brandveiligheid. Dit vraagt om levenslang leren en met een open blik kijken naar veranderingen en vernieuwingen. Wie wil werken met doelgerichte brandveiligheid moet zorgen dat zijn kennis up-to-date is en blijft. Dit geldt niet alleen voor kennis, maar ook voor de gedrags- en vaardigheidscompetenties.

Eigen beperkingen kennen

Zoals aan het begin van dit hoofdstuk is omschreven, is het erg belangrijk dat de kwaliteit van de doelgerichte brandveiligheid goed is. Dit is nodig, omdat binnen doelgerichte brandveiligheid veel keuzevrijheid is en er geen voorschrijvende kaders zijn voor wat goed of fout is. Het gaat verder om het toepassen van relatief complexe kennis. Mogelijke fouten kunnen forse gevolgen hebben (bijvoorbeeld dodelijke slachtoffers door een brand). Hierom is het noodzakelijk dat aan doelgerichte brandveiligheid gewerkt wordt door competente personen en teams. Dit kan alleen wanneer mensen werken op gebieden waarvoor ze competent zijn. Mensen moeten dus goed weten waar de grens van hun eigen competentie ligt en niet op gebieden buiten hun competentie werken.

4.2 Procesmatige borging van kwaliteit

Naast de vereiste competenties voor personen en teams die werken met doelgerichte brandveiligheid, is het ook mogelijk om in een proces voor doelgerichte brandveiligheid stappen voor kwaliteitsborging in te bouwen. Een review is een voorbeeld van een mogelijke procesmatige kwaliteitsborging. In deze paragraaf wordt een aantal soorten reviews besproken.

Een review is een controle van de inhoud van het volledige doelgerichte brandveiligheidsproces of een deel van dit proces. Een review kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verhogen van de kwaliteit van de uitgewerkte doelgerichte brandveiligheidsaanpak. Een review kan op drie niveaus plaatsvinden (Lundin, 2005):

- > zelfcontrole
- > interne review
- > externe review.

Bij een zelfcontrole voert iemand van het team dat werkt aan de doelgerichte brandveiligheid zelf de review uit. Bij een interne review gebeurt de review door iemand uit dezelfde organisatie die niet betrokken is bij het doelgerichte brandveiligheidsproces. Bij een externe review wordt de review uitgevoerd door iemand uit een andere organisatie die geen enkele binding heeft met het doelgerichte brandveiligheidsproces dat beoordeeld wordt. Het type review dat gekozen wordt, moet passen bij de mate van complexiteit en de consequenties (gevolgen van een fout in het proces) van het doelgerichte brandveiligheidsproces. Bij een grote complexiteit of consequentie zal een externe review op zijn plaats zijn.

Review door bevoegd gezag

In een aantal gevallen, bijvoorbeeld bij de beoordeling van een doelgerichte gelijkwaardigheidsoplossing in een omgevingsvergunning voor de activiteit bouwen, is het verplicht om het bevoegd gezag een beoordeling van de doelgerichte brandveiligheidsoplossing te laten uitvoeren. Het bevoegd gezag kan als onafhankelijke entiteit een belangrijke rol hebben in het waarborgen van de kwaliteit. Een beoordeling door het bevoegd gezag is een vorm van een externe review.

Het bevoegd gezag zal in veel gevallen een gemeente, provincie of de Rijksoverheid zijn. De brandweer zal als inhoudelijke kennispartner daarbij een belangrijke adviseur van het bevoegd gezag zijn. Net als bij een review is het ook voor de beoordeling door het bevoegd gezag noodzakelijk dat die wordt uitgevoerd door competente personen of teams. Voor een goede beoordeling geldt dat minimaal dezelfde mate van kennis, vaardigheden, gedrag en attitude aanwezig moet zijn als nodig is voor de uitvoering van het doelgerichte brandveiligheidsproces zelf. Het bevoegd gezag kan ervoor kiezen om een review door een externe partij onderdeel te laten zijn van het beoordelingsproces. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden wanneer het bevoegd gezag en zijn adviseurs onvoldoende competent zijn om de beoordeling zelf uit te voeren of wanneer het bevoegd gezag niet volledig onafhankelijk kan zijn in de beoordeling. De beoordeling wordt dan (grotendeels) door een externe partij gedaan. Het bevoegd gezag kan vervolgens nog toetsen of het proces van de review naar behoren is uitgevoerd.

Het verschil in deze drie niveaus zit met name in de mate van onafhankelijkheid. Die kan binnen deze drie niveaus verder bepaald worden, bijvoorbeeld door de mate van contact tussen de reviewer en de opsteller van de uitgewerkte doelgerichte brandveiligheidsaanpak vast te leggen. De mate van contact kan variëren van volledig open contact tussen beide partijen (vragen stellen over en weer) tot geen enkel contact. In dit laatste geval kan het zelfs

zo zijn dat de namen van beide partijen niet bekend zijn om bevooroordeeldheid ten aanzien van personen te voorkomen (Scharwächter, 2022). Over het algemeen geldt dat hoe meer op afstand de reviewer staat, hoe onafhankelijker en onbevooroordeelder deze is. Tevens geldt, dat des te groter de mate van onafhankelijk- en onbevooroordeeldheid is, des te betrouwbaarder de review wordt. Een nadeel van afstand tussen beide partijen is dat er eerder communicatiestoornissen ontstaan.

Een review kan uitgevoerd worden door één persoon, maar ook door een team. Ook voor degenen die de review uitvoeren, geldt dat ze voldoende competent moeten zijn. Hierbij geldt dat minimaal dezelfde mate van kennis, vaardigheden, gedrag en attitude aanwezig moet zijn als nodig voor de uitvoering van het doelgerichte brandveiligheidsproces zelf. Op voorhand moet met alle belanghebbenden in het doelgerichte brandveiligheidsproces afgestemd worden wat de scope wordt van de review en wat wordt gedaan met de bevindingen. Voor de review geldt dat deze goed gedocumenteerd moet zijn. Dit houdt in dat de bevindingen onderbouwd zijn en op een navolgbare wijze zijn vastgelegd. Voor meer informatie over een review in een doelgericht brandveiligheidsproces kan gekeken worden in de handreiking over dit onderwerp van de SFPE (Greene et al., 2020).

Literatuurlijst

- Athanasopoulou, A., Sciarretta, F., Sousa, L., & Dimova, S. (2023). *The status and needs for implementation of Fire Safety Engineering approach in Europe*. JRC131689. Joint Research Centre (JRC). <https://doi.org/10.2760/031591>
- Australian Building Codes Board. (2021). *Australian Fire Engineering Guidelines*. Planning and Building Ordinance, (2010).
- Boverket. (2013). *The Swedish National Board of Housing, Building and Planning's general recommendations on the analytical design of a building's fire protection, BBRAD*.
- Boverket. (2019). *Boverket's Building Regulations*. <https://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/swedish-market/laws-and-regulations/national-regulations/building-regulations/>
- Brandweer Nederland. (n.d.). *Landelijk Programma Risicogerichtheid*. <https://www.brandweernederland.nl/onderwerpen/landelijk-programma-risicogerichtheid/>
- Brandweer Nederland. (2023). *Model Risicogericht werken*. Brandweer Nederland.
- Brandweeracademie. (2020a). *Basisprincipes van brandbestrijding*.
- Brandweeracademie. (2020b). *Rookverspreiding in woongebouwen. Hoofdrapport van de praktijkexperimenten in een woongebouw met inpandige gangen*. IFV.
- Brandweeracademie. (2022). *Vooronderzoek naar enkele vluchtroute in woongebouwen*. Instituut Fysieke Veiligheid.
- Brohez, S., & Caravita, I. (2020). Fire induced pressure in airhigh houses: Experiments and FDS validation. *Fire Safety Journal*, 114(July 2019), 103008. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103008>
- Duyvis, M., Leene, M., & Spoelstra, M. (2022). *De doorwerking van de energietransitie op omgevingsveiligheid*. NIPV.
- Frek, R., & Van Mierlo, E. (2015). *De beweging van risicobeheersing naar risicogerichtheid in 2020 Samen zorgen voor échte coproductie!* Raad van Brandweercommandanten Raad Directeuren Veiligheidsregio's Raad van Directeuren Publieke Gezondheidszorg Managementraad Bevolkingszorg.
- Greene, J., Alvarez-Rodriguez, A., Lampke, D., Nightingale, M., Biller, J., Bonisch, W., Brzezinska, D., Butts, C., Kilfoil, C., Zoarob, W. O., Schneider, S., Schramm, Z., Simeoni, A., Wilkinson, P., & Jelenewicz, C. (2020). *Guidelines for Peer Review in the Fire Protection Design Process*. SFPE.
- Hadjisophocleous, G. V., Benichou, N., & Tamim, A. S. (1998). Literature review of performance-based fire codes and design environment. *Journal of Fire Protection Engineering*, 9(1), 12–40. <https://doi.org/10.1177/104239159800900102>
- Hoog 500. (n.d.). *50, 70 en 100 plussers cumulatieve aantallen per jaar in Nederland*. Retrieved August 23, 2023, from https://hoog500.nl/grafiek/50_70_en_100_plussers-3
- Hostikka, S., Janardhan, R. K., Riaz, U., & Sikanen, T. (2017). Fire-induced pressure and smoke spreading in mechanically ventilated buildings with air-tight envelopes. *Fire Safety Journal*, 91, 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.04.006>
- IFE. (2018). *Code of conduct*. IFE.
- ISO. (2018). *NEN-ISO 23932-1*. ISO.
- Kobes, M. (2008). *Zelfredzaamheid bij brand : kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen*. Boom Juridische uitgevers.
- Leene, M., van Liempd, R., van den Dikkenberg, R., Graaf, J. van der, De Witte, L., & Weewer, R. (2022). *Brandveiligheid in hoogbouw: Een verkennend onderzoek naar de (on)mogelijkheden bij het repressief brandweeroptreden in hoge gebouwen*. NIPV.
- Lundgren, M. (2019). *Performance in the Swedish Building Code An Inquiry into the Consequences for Architectural Design of the Formulation and Assessment of Performance Requirements*. KTH Royal Institute of Technology.
- Lundin, J. (2005). *Safety in Case of Fire – The Effect of Changing Regulations Johan Lundin*

- Department of Fire Safety Engineering.*
<https://lup.lub.lu.se/search/files/4793881/26604.pdf>
- Meacham, B. J. (2010). *Performance-Based Building Regulatory Systems-Principles and Experiences*. IRCC.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2019). *Bouwbesluit 2012 - Brandveiligheid bij verbouw en transformatie van bestaande gebouwen*.
- Besluit bouwwerken leefomgeving, (2024). <https://wetten.overheid.nl/BWBR0041297/2024-01-01/0>
- National Construction Code. (n.d.). *History*. <https://ncc.abcb.gov.au/homeowners/history>
- NCC 2022 Volume one, (2022). <https://ncc.abcb.gov.au/editions/ncc-2022/adopted/volume-one>
- Scharwächter, V. (2022). *Wat Is een Peer Review?*
<https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/peer-reviewing/>
- SFPE. (n.d.). *Code of ethics*. Retrieved July 26, 2023, from <https://www.sfpe.org/about-sfpe/governance/ethics>
- SFPE. (2015). *SFPE Guide to Performance-Based Fire Safety Design*.
- Society of Fire Protection Engineers. (2018). *Recommended Minimum Technical Core Competencies for the Practice of Fire Protection Engineering*.
- Standard Norge. (2013). *prINSTA TS 950 - Fire Saety Engineering - verification of fire safety design in buildings*. Standard Norge.
- Van Dale. (n.d.). *Woordenboek*. Retrieved July 25, 2023, from <https://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/competent>
- van Hees, P., Strömgren, M., & Meacham, B. J. (2020). *An Holistic Approach for Fire Safety Requirements and Design of Façade Systems (HOLIFAS)*. Brandforsk.
- 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.
- van Rede, P., van Liempd, R., & de Witte, L. (2024). *Handreiking toepassen doelgerichte brandveiligheid bij gebouwen in Nederland*. NIPV.
- Wikipedia. (2021). *Meervoudig ruimtegebruik*.
https://nl.wikipedia.org/wiki/Meervoudig_ruimtegebruik

Bijlage 1 Voorbeelden van de toepassing van doelgerichte brandveiligheid in de praktijk

P.M.