

Brandveiligheid van verduurzaamde en snel gerealiseerde woningen

De rode draad uit branden in de gebouwschil



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	M. Kobes, P.J. van der Graaf, M. Leene, L. de Witte
Opdrachtgever	Nederlands Instituut Publieke Veiligheid
Contactpersoon	L. de Witte
Datum	18 april 2024
Foto's cover	Jeffrey Koper, Brandweer Amsterdam en Persbureau Heitink

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.

Abstract

In sustainably renovated and rapidly built homes with a combustible and non-compartmentalized building envelope, there appears to be a risk of rapid and unpredictable fire spread through the building envelope. This is particularly due to the combustibility of materials used in the building envelope and cavity facilitating easy spread of smoke and heat. However, current fire safety regulations are not designed with the specific fire risks associated with modern construction methods in mind. Additionally, building regulation in the Netherlands do not focus on damage mitigation and limiting the societal impact of fires. This combination presents significant challenges for firefighting efforts in such structures and potentially leads to substantial societal consequences.

Following the fire at Grenfell Tower (London, June 14, 2017), there has been increased attention to regulations aimed at limiting fire propagation and spread through the building envelope of high-rise residential buildings. However, recent incidents of fires in homes and residential buildings in the Netherlands demonstrate that the challenge of fires in the building envelope extends beyond high-rise residential buildings.

The catalyst for this investigation into fires in the building envelope of homes renovated for sustainability and/or rapidly constructed is a fire in Presikhaaf, Arnhem (June 18, 2023). This fire, originating in a terraced house with an upgraded building envelope, rendered several residences uninhabitable. The fire exhibited more erratic and unpredictable behaviour than a 'typical residential fire', resulting in significant challenges in firefighting efforts and placing considerable strain on fire department resources. In recent years, multiple incidents have occurred where a fire in the building envelope has not been confined to a single dwelling but has spread across a larger number of homes. This has posed (potential) danger to multiple residents, firefighters, and resulted in damage to and loss of housing for numerous households.

The aim of this study is to learn from three relevant recent fires and provide solutions to mitigate the risks of such fires and their impact in the future. The following fires are investigated: a fire in a topped-up apartment building (Amsterdam, June 3, 2023), a fire in a building with residential units and a shading roof (Amsterdam, November 13 2022) and the fire in a row of sustainable renovated houses with thermal shell and solar panels (Arnhem, June 18, 2023). The following question is central to this study:

What lessons can be learned from fires in the building envelope of sustainable and/or rapidly constructed dwellings, and what potential solutions could improve the fire safety of such homes?

The three cases were analysed and compared with each other on aspects relating to fire progression, firefighting and the impact on residents and the fire department. The following lessons and possible solution directions emerge from this analysis:

Thorough risk assessment

Sustainable and rapidly constructed homes present a risk of fast and unpredictable fire spread via the combustible and non-compartmentalized building envelope, with potentially serious consequences for both residents and firefighters. This necessitates a broad public discussion on the risk of rapid and unpredictable fire spread and its consequences, to determine whether that impact is acceptable. Various aspects are important, such as preservation of housing stock, expectations regarding firefighting interventions in relation to building regulations, and the allocation of responsibilities among government, stakeholders involved in (housing) construction and the fire service.

Traditional fire safety regulations

Current building regulations are insufficiently designed to address the risks posed by contemporary (combustible) construction materials and methods, potentially resulting in fires within the building envelope. The proposed adaptation of regulations for high-rise residential buildings does not apply to buildings such as those in the three examined cases. Furthermore, the test methods and requirements do not match real-world fire scenarios, resulting in rapid and unpredictable fire spread. A system-based approach, based on scientific knowledge, is necessary to improve fire safety.

Challenges and risks in firefighting

Building envelope fires progress unpredictably and complicate effective firefighting. To ensure a safe intervention, it is essential to recognize the signs of a building envelope fire, including potential hazards such as smoke gas explosions. The insights from the case studies provide valuable input for developing an action perspective for firefighting personnel.

Need for knowledge development

Further knowledge development regarding the fire safety of building envelope constructions is needed, given the rapid and unpredictable fire propagation resulting in significant (societal) impact. This requires experimental research into fire behaviour of new materials, evaluation of actual incidents and building statistics. This knowledge should be widely shared with all stakeholders in the construction industry and with fire service personnel.

Samenvatting

Bij verduurzaamde en snel gerealiseerde woningen met een brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil, blijkt er een risico van een snelle en onvoorspelbare branduitbreiding via de gebouwschil. Dit komt met name vanwege de brandbaarheid van de in de gebouwschil toegepaste materialen en de holle ruimten waardoor rook en hitte zich eenvoudig kunnen verspreiden. De huidige brandveiligheidsvoorschriften zijn echter niet ontworpen met de specifieke brandrisico's van moderne bouwmethoden in gedachten. Bovendien richt de bouwregelgeving zich niet op schadebeperking en maatschappelijke impact van branden. Dit samen leidt tot grote uitdagingen voor de brandweer bij het bestrijden van branden in dergelijke constructies en kan leiden tot grote maatschappelijke gevolgen.

Na de brand in de Grenfell Tower (London, 14 juni 2017) is meer aandacht gekomen voor regelgeving om brandvoortplanting en branduitbreiding via de gebouwschil van (zeer) hoge woongebouwen te beperken. Recente branden in woningen en woongebouwen in Nederland laten echter zien dat de problematiek van branden in de gebouwschil zich verder uitstrekt dan alleen tot de (zeer) hoge woongebouwen.

De aanleiding voor dit onderzoek naar branden in de gebouwschil van verduurzaamde en/of versneld gerealiseerde woningen is een brand in Presikhaaf in Arnhem (18 juni 2023). Door deze brand, die begint in een rijtjeswoning met een verduurzaamde gebouwschil, raken meerdere woningen onbewoonbaar. De brand verliep grilliger en onvoorspelbaarder dan een 'gebruikelijke woningbrand', wat tot de nodige uitdagingen in de brandbestrijding heeft geleid en een grote druk heeft gelegd op de brandweercapaciteit. In de afgelopen jaren hebben meerdere incidenten plaatsgevonden waarbij een brand in de gebouwschil niet beperkt is gebleven tot één woning, maar zich over een groter aantal woningen hebben uitgebreid. Dit heeft geleid tot (potentieel) gevaar voor meerdere bewoners, voor brandweerpersoneel en schade aan en verlies van woonruimte voor meerdere huishoudens.

Het doel van dit onderzoek is om te leren van een drietal relevante recente branden en oplossingsrichtingen te geven om de risico's van dergelijke branden en de impact daarvan in de toekomst te kunnen beperken. Het gaat om de brand in een opgetopt woongebouw (Amsterdam, 3 juni 2023), in een gebouw met woonunits en tropendak (Amsterdam, 13 november 2022) en de brand in een rij verduurzaamde woningen met thermische schil en zonnepanelen (Arnhem, 18 juni 2023). De volgende vraag staat centraal:

Welke lessen kunnen worden getrokken uit branden in de gebouwschil van verduurzaamde en/of versneld gerealiseerde woningen, en welke oplossingsrichtingen zijn denkbaar om de brandveiligheid van dergelijke woningen te verbeteren?

De drie casussen zijn op basis van de beschikbare informatie nader geanalyseerd en met elkaar vergeleken op aspecten die betrekking hebben op het brandverloop, de brandbestrijding en het resultaat van de brand. Uit deze analyse komen de volgende lessen en mogelijke oplossingsrichtingen naar voren:

Zorgvuldige risicoafweging

Bij verduurzaamde en snel gerealiseerde woningen is er een kans op snelle en onvoorspelbare branduitbreiding via de brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil, met mogelijk ernstige gevolgen voor bewoners en brandweer. Dit vraagt om een brede maatschappelijke discussie over het risico van een snelle en onvoorspelbare branduitbreiding en de gevolgen daarvan, om te bepalen of die impact aanvaardbaar is. Hierbij zijn verschillende aspecten van belang, zoals behoud van de woningvoorraad, de verwachtingen rondom brandweerinzetten in relatie met bouwregelgeving en de verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheid, de bij de (woning)bouw betrokken partijen en de brandweer.

Traditionele brandveiligheidsvoorschriften

De huidige bouwregelgeving is onvoldoende ingericht op de risico's van nieuwe (brandbare) bouwmaterialen en bouwmethoden, waardoor branden in de gebouwschil mogelijk zijn. De voorgenomen aanpassing van de regelgeving voor hoge woongebouwen geldt niet voor gebouwen als die uit de drie onderzochte casussen. Bovendien komen de testmethoden en eisen niet overeen met branden in de praktijk, met snelle en onvoorspelbare branduitbreiding als gevolg. Een systeemgerichte aanpak, gebaseerd op wetenschappelijke kennis, is nodig om de brandveiligheid te verbeteren.

Uitdagingen en risico's bij brandbestrijding

Branden in gebouwschillen verlopen onvoorspelbaar en bemoeilijken effectieve brandbestrijding, met complexe taken voor de brandweer en diverse belemmeringen bij het blussen. Om een veilige brandweerinzet te waarborgen, is het van essentieel belang om signalen van een gebouwschilbrand te herkennen, inclusief potentiële gevaren zoals rookgasontbranding. De inzichten uit de drie casussen kunnen, samen met de basisprincipes van brandbestrijding en het kwadrantenmodel, input geven voor de ontwikkeling van een handelingsperspectief voor brandweerpersoneel.

Noodzaak van kennisontwikkeling

Er is meer kennis nodig over de brandveiligheid van de gebouwschil, gezien de snelle en onvoorspelbare branduitbreiding met grote (maatschappelijke) impact als gevolg. Hiervoor is het essentieel om zowel experimenteel onderzoek naar brandgedrag van nieuwe materialen uit te voeren, als daadwerkelijke brandincidenten te evalueren en statistiek op te bouwen. Deze kennis moet breed worden gedeeld met alle betrokken partijen in de bouwsector en met brandweerpersoneel.

Inhoud

Abstract	3
Samenvatting	5
Inleiding	8
1 Methodologie	12
1.1 Verantwoording van de gekozen onderzoeksmethode	12
1.2 Selectie van de branden	13
1.3 Analyse	13
2 Context	15
2.1 Versnelde realisatie en duurzaam bouwen	15
2.2 Invloed op brandveiligheid	16
2.3 Doelstellingen en uitgangspunten brandveiligheid	17
2.4 Uitgangspunten brandbestrijding	23
2.5 Eerdere publicaties	27
3 Overeenkomsten en verschillen tussen de casussen	31
3.1 Introductie van de geselecteerde casussen	31
3.2 Brandverloop	35
3.3 Brandbestrijding	39
3.4 Gevolgen van de brand	42
3.5 Belangrijkste overeenkomsten en verschillen	45
4 Vergelijking tussen casussen en doelstellingen van bouwregelgeving	48
4.1 Brandverloop	48
4.2 Brandbestrijding	55
4.3 Gevolgen van de brand	58
4.4 Bevindingen uit eerder onderzoek naar de drie casussen	60
4.5 Bevindingen uit andere vergelijkbare incidenten	62
5 Belangrijkste lessen en oplossingsrichtingen	63
Literatuur	68
Bijlage 1 – Tijdlijnen	71
Bijlage 2 - Vergelijkbare branden	74

Inleiding

Aanleiding

De aanleiding voor dit onderzoek is een brand in Presikhaaf in Arnhem (18 juni 2023). Door deze brand, die begint in een woning met een verduurzaamde gebouwschil, raken meerdere woningen onbewoonbaar. Deze brand staat echter niet op zichzelf. In de afgelopen jaren hebben namelijk meerdere incidenten plaatsgevonden waarbij een brand in de gebouwschil heeft geleid tot grote schade aan woningen of woongebouwen. Een in het oog springend voorbeeld is de brand in de Grenfell Tower in Londen (14 juni 2017), die wereldwijd, en ook in Nederland, heeft geleid tot aanpassing van de brandveiligheidsvoorschriften. Hier gaat het om hoog woongebouw, terwijl de brand in Presikhaaf plaatsvond in geschakelde grondgebonden eengezinswoningen. Maar er zijn ook voorbeelden van branden in de gebouwschil van andere lagere woongebouwen. Gemene deler is dat deze branden niet beperkt zijn gebleven tot één woning, maar zich over een groter aantal woningen hebben uitgebreid. Dit heeft geleid tot (potentieel) gevaar voor meerdere bewoners, schade aan woningen en een grote maatschappelijke impact, zowel vanwege het verlies van woonruimte voor meerdere huishoudens als het risico voor (kwetsbare) bewoners. Daarom is het wenselijk om een studie uit te voeren naar de lessen die getrokken kunnen worden uit deze vergelijkbare branden; het voorliggende rapport vormt daarvan de weerslag. Op basis van een korte verkenning (zie verder paragraaf 1.2) zijn de volgende drie branden geselecteerd:

- > **Brand Presikhaaf aan de Kinsbergenstraat te Arnhem (18-06-2023)**
Een woningbrand die is uitgebreid naar de gebouwschil van 'verduurzaamde woningen' met doorlopende zonnepanelen op het dak.
- > **Brand Joan Muyskenweg te Amsterdam (03-06-2023)**
Een brand in de gebouwschil ter plaatse van een balkon die is uitgebreid naar het dak van een 'opgetopt woongebouw'.
- > **Brand Riekerhaven aan de Voetbalstraat te Amsterdam (13-11-2022)**
Een woningbrand in een complex van 'unitwoningen' die is uitgebreid naar de gebouwschil onder een tropendak.

Bij bovenstaande branden was er sprake van een of twee ontwikkelingen die een rol hebben gespeeld bij de realisatie van de woningen en zouden kunnen hebben geleid tot een verhoogd brandrisico:

- > 'Verduurzaming': het verbeteren van de energiezuinigheid door het isoleren en luchtdicht maken van de gebouwschil.
- > 'Versnelde realisatie': het snel beschikbaar komen van nieuwe woonruimte, bijvoorbeeld door een of meerdere extra bouwlagen op een bestaand gebouw te plaatsen of door het realiseren van tijdelijke woningen met geprefabriceerde en modulaire constructies.

De casussen verschillen van elkaar met betrekking tot hiervoor genoemde ontwikkelingen en toegepaste bouwmethoden. Er kunnen echter vergelijkbare factoren aanwezig zijn geweest die het verloop, de effectiviteit van de brandbestrijding en het uiteindelijke resultaat van de brand hebben beïnvloed. Deze factoren zullen centraal staan in dit onderzoek.

Enkele begrippen toegelicht

Gebouwschil

De constructieonderdelen van een (woon)gebouw die grenzen aan de buitenlucht, zoals de gevel- en dakconstructie.

Lichte bouwconstructie

Constructieonderdelen (waaronder de gebouwschil) die licht van gewicht zijn, zoals houtskelet- of metal-stud-bouw. Doorgaans voorzien van holle ruimten en gemaakt van niet-steenachtig materiaal.

Tropendak

Een schaduwgevende dakconstructie boven een gebouw, die zoninstraling voorkomt en het gebouw koel houdt.

Optoppen

Het plaatsen van een of meerdere extra bouwlagen boven op een bestaand gebouw.

Tijdelijke unitwoningen

Verplaatsbare woningen die relatief snel te realiseren zijn door hun verplaatsbaarheid en flexibele inzetbaarheid; dergelijke woningen zijn maximaal 15 jaar op dezelfde locatie aanwezig.

Verduurzaming

Het verbeteren van de energiezuinigheid door het isoleren en luchtdicht maken van de gebouwschil.

Versneld gerealiseerde woningen

Het snel beschikbaar komen van nieuwe woonruimte, bijvoorbeeld door een of meerdere extra bouwlagen op een bestaand gebouw te plaatsen of door het realiseren van tijdelijke woningen met geprefabriceerde en modulaire constructies.

Gebruikelijke woningbrand

Een brand in een woning, waarbij de inventaris in brand staat. De brand blijft beperkt tot één woning, en vaak zelfs tot één ruimte.

Brand in de gebouwschil

Een brand in de gebouwschil, waarbij het gebouw zelf in brand staat. Daarnaast kan ook de inventaris in het gebouw bij de brand betrokken zijn.

Doel en onderzoeksvragen

Dit onderzoek draagt bij aan de kennisontwikkeling op het gebied van brandveiligheid en incidentbestrijding van branden in dergelijke woningen. Het doel van het onderzoek is om te leren van de genoemde recente branden en oplossingsrichtingen te geven om de risico's van dergelijke branden en de impact daarvan in de toekomst te kunnen beperken.

Centrale onderzoeksvraag:

Welke lessen kunnen worden getrokken uit branden in de gebouwschil van verduurzaamde en/of versneld gerealiseerde woningen, en welke oplossingsrichtingen zijn denkbaar om de brandveiligheid van dergelijke woningen te verbeteren?

Deelvragen:

1. Welk niveau van brandveiligheidsvoorschriften is van toepassing bij een versnelde realisatie en/of verduurzaming van woningen, en wat zijn de doelstellingen en uitgangspunten die ten grondslag liggen achter deze voorschriften?
2. Wat zijn de belangrijkste overeenkomsten en verschillen op gebied van het brandverloop en de brandbestrijding tussen de geselecteerde branden?
3. Hoe verhouden het brandverloop, de brandbestrijding en het resultaat van de branden zich met a) de doelstellingen en uitgangspunten van de (bouw)regelgeving op gebied van brandveiligheid en b) al bekende inzichten op het gebied van brandveiligheid van dit type woningen?

Afbakening

Het onderzoek richt zich op branden in de gebouwschil van de woningen en woongebouwen, en specifiek op het brandverloop via de gevel- en dakconstructies en de brandbestrijding. Hoewel er meer vergelijkbare branden zijn geweest, beperkt dit onderzoek zich tot de genoemde drie casussen. Een toelichting op de keuze is te vinden in paragraaf 1.2. Dit onderzoek beoogt dus uitdrukkelijk niet om een uitputtend overzicht te geven van branden in de gebouwschil van woningen.

De focus van het onderzoek ligt op overeenkomsten (vergelijkbare kenmerken) in het verloop van de drie branden, om daaruit lessen te kunnen trekken. Deze lessen richten zich dus niet op individuele kenmerken van de branden.

De betreffende woningen zijn op verschillende manieren verduurzaamd of versneld gerealiseerd; daarmee geven de casussen een beeld van de invloed van verduurzaming en versnelde realisatie op de brandveiligheid van de gebouwschil. Er zijn echter ook andere mogelijkheden om te komen tot verduurzaamde en versneld gerealiseerde woningen, zoals 'transformatie' van bijvoorbeeld kantoren naar woningen of 'splitsing' van een woning naar meerdere woningen. Dit soort woningen zijn niet meegenomen in dit onderzoek.

Het onderzoek richt zich voornamelijk op de betrokkenheid van en de brand- en rookverspreiding via de gebouwschil. Hoewel zijdelings meegenomen in de beschrijving van de casussen, richt het onderzoek zich niet op woningscheidende constructies zoals tussenwanden en vloer- of plafondconstructies, en ook niet op de brand- en rookverspreiding via verkeersruimten of andere ruimten. Ook de kenmerken van de bewoners die van invloed kunnen zijn op de vluchtveiligheid, komen in dit onderzoek niet (expliciet) aan bod.

De drie geselecteerde branden hebben met elkaar gemeen dat er een relatie is met maatschappelijke ontwikkelingen, zoals de noodzaak tot versnelde realisatie, verduurzaming en de energietransitie. Deze ontwikkelingen hebben invloed gehad op de (ver)bouw van deze woningen, en daarmee op het brandverloop en de brandbestrijding. Er is in dit onderzoek niet beoordeeld of de woningen daadwerkelijk voldeden aan de bouwvoorschriften.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 staat de methodologie van dit onderzoek centraal, waarbij wordt uitgelegd hoe en waarom het onderzoek op de gekozen wijze is uitgevoerd. In hoofdstuk 2 komt het bredere perspectief van branden in de gebouwschil aan bod. Hierbij wordt ingegaan op de versnelde realisatie en verduurzaming van woningen, de impact ervan op brandveiligheid, en de basisprincipes van de brandveiligheidsvoorschriften in de bouwregelgeving en brandbestrijding. Hoofdstuk 3 richt zich op de overeenkomsten en verschillen tussen de drie in het onderzoek betrokken branden. Daarna worden in hoofdstuk 4 de belangrijkste aspecten van het brandverloop en de brandbestrijding geanalyseerd in relatie tot de doelstellingen en uitgangspunten van de brandveiligheidsvoorschriften en de brandbestrijding. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 de centrale onderzoeksvraag beantwoord door de belangrijkste lessen en mogelijke oplossingsrichtingen te presenteren.

1 Methodologie

In de volgende paragrafen wordt de aanpak van het onderzoek nader toegelicht met een verantwoording van de gekozen onderzoeksmethode en de selectie van de gekozen branden, en een beschrijving van de gehanteerde analyse.

1.1 Verantwoording van de gekozen onderzoeksmethode

Om te kunnen bepalen of in het verleden in Nederland vaker branden hebben plaatsgevonden in de gebouwschil, is een internetsearch gedaan naar nieuwsberichten over branden in de gebouwschil met uitbreiding naar meerdere woningen, die in de afgelopen vijf jaar hebben plaatsgevonden, en is een verkenning uitgevoerd bij een aantal veiligheidsregio's.¹ Uit de verzamelde branden zijn drie casussen geselecteerd voor verdere bestudering, zie paragraaf 1.2 voor de gehanteerde selectiecriteria.

De basis van het onderzoek vormen de brandonderzoeksrapporten van de drie geselecteerde branden, opgesteld door de betrokken veiligheidsregio. De uit deze rapporten afkomstige informatie is gebruikt om het verloop van de branden en de brandbestrijding in kaart te brengen. In alle rapportages is een beschrijving gegeven van het incidentverloop en de brandweerinzet, hoewel er verschillen zijn in de mate van detailniveau, de diepgang van het brandonderzoek en de focus op bepaalde kenmerken van de branden. Van twee branden is bovendien een adviesrapport aan de gebouweigenaar of -beheerder openbaar en vrij beschikbaar. De bevindingen uit deze twee rapporten zijn ook in de analyse meegenomen.

Daarnaast is nader onderzoek gedaan aan de hand van een documentenstudie. Zo zijn bestaande bouwregelgeving, handreikingen en onderzoeken op gebied van brandveiligheid in relatie tot een versnelde realisatie van woningen en duurzaam bouwen bestudeerd.

Bouwregelgeving

De brandveiligheid van woningen is mede afhankelijk van de bouwperiode van het bouwwerk en eventuele verbouwingen die naderhand hebben plaatsgevonden. Dit komt vanwege de destijds van toepassing zijnde brandveiligheidsvoorschriften, de toegepaste bouwmethode en de uitvoeringskwaliteit. In dit onderzoek zijn de verschillende bouwvoorschriften in de bouwregelgeving die van toepassing zijn behandeld. Er wordt onder andere aandacht besteed aan tijdelijke bouw, verbouw, renovatie, verduurzaming, optopping en functieverandering.

Bestaande handreikingen en onderzoek

Relevante handreikingen en onderzoeken op het gebied van de thema's die naar voren komen uit de vergelijking zijn eveneens bekeken. Er kan gedacht worden aan onderzoek naar bijvoorbeeld de invloed van energietransitie op brandveiligheid en brand- of incidentbestrijding en de invloed van duurzaam, energiezuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid.

De documentstudie is uitgevoerd om de uitkomst van de branden te kunnen vergelijken met de doelstellingen en uitgangspunten van de brandveiligheidsvoorschriften in de

¹ Er is een oproep gedaan aan de brandonderzoekers van de brandweer met het verzoek om casuïstiek aan te leveren.

bouwregelgeving, andere reeds beschikbare publicaties en inzichten en om daaruit lessen te kunnen trekken.

1.2 Selectie van de branden

Uit de verkenning naar branden vergelijkbaar met de brand in Presikhaaf zijn meerdere casussen naar voren gekomen. De criteria voor de vergelijkbaarheid waren dat de brand heeft plaatsgevonden in een woongebouw (of een rij woningen), er sprake was van brand in de gebouwschil en dat de brand zich heeft uitgebreid naar meerdere woningen.

Om een nadere analyse te kunnen doen naar de factoren die van invloed zijn geweest op het brandverloop, de brandbestrijding en het resultaat zijn de branden geselecteerd die voldoen aan de volgende aanvullende criteria:

- > Er is sprake geweest van verduurzaming en/of versnelde realisatie van woningen/woongebouwen, en de context van verduurzaming en/of versnelde realisatie is verschillend om een zo breed mogelijk palet aan brandveiligheidsproblematiek te onderzoeken.
- > Er is door de betreffende veiligheidsregio's onderzoek gedaan naar de brand, waarbij:
 - het (brand)onderzoeksrapport openbaar en vrij beschikbaar is
 - de rapportage uitgebreid genoeg is om te kunnen gebruiken voor de analyse.
- > De brand heeft recent plaatsgevonden en heeft uitgebreide aandacht gehad in de media, en is daarmee voor een breed publiek herkenbaar.

Op basis van de selectiecriteria zijn de volgende casussen geselecteerd om nader te onderzoeken:

- > **Brand Presikhaaf aan de Kinsbergenstraat te Arnhem (18-06-2023)**
Een brand in verduurzaamde woningen die terecht is gekomen in de gevel en zich heeft uitgebreid naar de dakconstructie met doorlopende zonnepanelen. De brand heeft geleid tot acht permanent onbewoonbare woningen.
- > **Brand Joan Muyskenweg te Amsterdam (03-06-2023)**
Een brand in de scheidingsconstructie ter plaatse van een balkon die zich via de gebouwschil heeft uitgebreid naar het dak van 'opgetopte' woningen op een voormalig kantoorgebouw. De brand heeft geleid tot 95 tijdelijk tot permanent onbewoonbare woningen
- > **Brand Riekerhaven aan de Voetbalstraat te Amsterdam (13-11-2022)**
Een woningbrand die is uitgebreid naar het dak van de bovenste laag woonunits, gelegen onder het tropendak van een tijdelijk complex van containerwoningen. De brand heeft geleid tot 75 onbewoonbare woningen.

1.3 Analyse

Eerst is op basis van de informatie in de drie brandonderzoeksrapporten een aantal hoofdthema's met subthema's vastgesteld, waarop de drie branden met elkaar worden vergeleken. Het gaat om de hoofdthema's brandverloop, brandbestrijding en de gevolgen van de brand.

- > Voor het brandverloop is ingezoomd op de opbouw van de gebouwschil, het ontdekken en melden van de brand, de branduitbreiding via de gebouwschil, de branduitbreiding via holle ruimten in het dak en de rookverspreiding (via de gebouwschil en holle ruimten).
- > Voor de brandbestrijding ligt de focus op de omvang van de brand bij aankomst van de brandweer, het terugtrekken van de brandweer tijdens de inzet, de bereikbaarheid van de brand en de voorzieningen voor de brandbestrijding.
- > Voor de gevolgen van de brand is nader gekeken naar de slachtoffers, de ontvluchting en evacuatie of redding, de branduitbreiding naar andere woningen en de opschaling en inzetduur van de brandweer.

Per subthema zijn de belangrijkste overeenkomsten en verschillen in relatie tot de brand in de gebouwschil in kaart gebracht.

Daarnaast zijn op basis van de informatie in de drie brandonderzoeksrapporten drie tijdlijnen opgesteld, met daarin de belangrijkste gebeurtenissen die van invloed zijn geweest op het brandverloop, de brandbestrijding en de gevolgen van de brand. Om een vergelijking tussen de drie tijdlijnen mogelijk te maken, zijn de kloktijden van de gebeurtenissen te relateren aan eenzelfde referentiepunt ($t = 0$), in dit geval het moment van melding.

Vervolgens zijn de belangrijkste bevindingen uit de drie branden beschouwd vanuit de doelstellingen van brandveiligheid in relatie tot een versnelde realisatie van woningen en duurzaam bouwen, zoals beschreven in de literatuur en de bouwregelgeving. Op basis hiervan zijn lessen getrokken en zijn oplossingsrichtingen voorgesteld.

Hoewel geen uitputtende literatuurstudie is uitgevoerd, zijn wel eerdere publicaties over de specifieke brandveiligheidsaspecten van de drie casussen meegenomen in het onderzoek.

2 Context

In dit hoofdstuk wordt de context beschreven van dit onderzoek. Hierbij wordt ingegaan op de versnelde realisatie en verduurzaming van woningen en de impact daarvan op brandveiligheid. Daarnaast wordt ingegaan op de doelstellingen en uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de brandveiligheidsvoorschriften in de bouwregelgeving, en op die van de brandbestrijding.

2.1 Versnelde realisatie en duurzaam bouwen

2.1.1 Versnelde realisatie om woningtekort te reduceren

Er is momenteel sprake van een tekort aan betaalbare woningen. Bovendien staan door veranderende economische omstandigheden nieuwbouwprojecten onder druk, zodat alle zeilen bijgezet moeten worden om de woningvoorraad fors uit te breiden. Mogelijkheden om hieraan snel invulling te kunnen geven zijn:

- > het 'optoppen' van bestaande gebouwen (Rijksoverheid, 2023)
- > het plaatsen van tijdelijke woningen (Ministerie van BZK, 2024).

Optoppen

Een van de manieren waarop (een deel van) het woningtekort kan worden ingevuld is door creatief om te gaan met de bestaande bebouwing. Daarom komt er onder andere een programmatische aanpak voor optoppen. Om de constructie van het bestaande bouwwerk niet te zwaar te belasten, worden voor de optopping vaak lichte bouwconstructies gebruikt, zoals houtskelet- of metal-stud-bouw.

Unitbouw (tijdelijke bouw)

Omdat reguliere woningbouw een lange doorlooptijd kent, wordt er ingezet op flexwoningen (verplaatsbare woningen): woningen die sneller worden gebouwd én op tijdelijk beschikbare locaties kunnen worden geplaatst. Verplaatsbare woningen zijn relatief snel te realiseren en flexibel inzetbaar door hun verplaatsbaarheid. Dergelijke tijdelijke bouwwerken kenmerken zich door de aanwezigheid van holle ruimten tussen de afzonderlijke woonunits die aan elkaar worden verbonden.

2.1.2 Duurzaam bouwen

Het onderzoek *De invloed van duurzaam, energiezuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid van gebouwen* (IPPC, 2021) beschrijft dat het de laatste jaren steeds evidenter geworden is dat het klimaat verandert, dat deze verandering steeds sneller gaat en dat ze kan worden toegeschreven aan de uitstoot van broeikasgassen. Het gaat hierbij met name om de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) als gevolg van de verbranding van fossiele brandstoffen (aardgas, aardolieproducten en steenkool). Ter beperking hiervan worden er steeds hogere eisen gesteld aan de energiezuinigheid van nieuw te bouwen gebouwen. Hoewel er voor bestaande woningen volgens de bouwregelgeving geen voorschriften gelden voor de energiezuinigheid, worden ook bestaande woningen grootschalig verduurzaamd en energiezuinig gemaakt door onder andere:

- > het (na)-isoleren van de gebouwschil (begane grondvloer, gevel en dak)
- > het luchtdicht maken van de gebouwschil
- > het toepassen van dubbel (HR++)- of driedubbel (HR+++)- glas
- > de toepassing van energiezuinige installaties, zoals warmtepompen en/of zonnepanelen.

Verder zien we de laatste jaren een grote toename in de toepassing van (brandbare) isolatiematerialen, zoals buitengevelisolatie, die als een tweede schil om het gebouw heen wordt geplaatst.

2.2 Invloed op brandveiligheid

In deze paragraaf wordt de invloed op brandveiligheid beschreven van de ontwikkelingen die zijn genoemd in paragraaf 2.2.

2.2.1 Lichte bouwconstructies en holle ruimten

Voor het optoppen van gebouwen en voor unitbouw worden vaak lichte constructies gebruikt. De publicatie 'Wegwijzer brandveiligheid unitbouw' beschrijft onder andere de brandveiligheidsrisico's van lichte bouwconstructies met holle ruimten (VROM, 2007, p. 3): "Unitbouwcomplexen die bestaan uit gestapelde units of uit units die zijn omsloten met een schilconstructie blijken evenwel kwetsbaar te zijn voor branduitbreiding en verspreiding van rook, vooral als zich omvangrijke aaneengesloten loze ruimten tussen en/of rond de units bevinden".

Via lichte bouwconstructies met holle ruimten kan warmte en rook zich verspreiden naar andere delen van een bouwwerk. Daardoor kunnen meerdere ruimten (of wooneenheden) betrokken raken bij de brand. Bovendien is de daadwerkelijke brandhaard bij verspreiding van warmte en rook via de gebouwschil moeilijk te lokaliseren. Het bestrijden van een brand in een holle ruimte is daarom lastig, ook omdat de brand moeilijk bereikbaar is en zich via de holle ruimte ongehinderd en snel kan verspreiden.

2.2.2 Verduurzaming met betrekking tot na-isoleren

Het na-isoleren van de gebouwschil heeft consequenties voor de materiaalkeuze, dimensionering van constructies (bijvoorbeeld de isolatiedikte) en de detaillering. We zien mede als gevolg hiervan de laatste jaren een grote toename van (brandbare) isolatiematerialen in zowel spouwmuren als in buitengevelisolatiesystemen, en daarmee een toenemende invloed van deze materialen op de brandveiligheid van het gebouw. Wanneer brandbare materialen zijn gebruikt als isolatie, kan het gebouw zelf betrokken raken bij een brand: er is dan sprake van 'een gebouw in brand' in plaats van 'een brand in (de inventaris van) een gebouw'. Brandbare isolatiematerialen zoals EPS² kunnen bij brand ook druppelvorming veroorzaken. Dit kan leiden tot een snellere branduitbreiding. Van petrochemische producten, zoals bitumen en bepaalde isolerende materialen, is bovendien bekend dat een brand hiervan gepaard gaat met grote rookontwikkeling (NIPV, 2023b).

Onder invloed van de toepassing van driedubbel glas (HR+++)- en luchtdicht bouwen bestaat het risico dat branden in woningen sneller zuurstofgecontroleerd raken, wat wil zeggen dat een brand 'gesmoord' wordt door gebrek aan zuurstof. Dit gaat meestal gepaard met een grotere rookproductie, die kan leiden tot drukopbouw, waardoor een verhoogd risico ontstaat

² Expanded Polystyrene.

op rookverspreiding via naden en kieren naar aangrenzende woningen (NIPV, 2023b). Het gebruik van lichte bouwconstructies met daarin brandbaar isolatiemateriaal en ook het luchtdicht bouwen, kan leiden tot een brandverloop dat verschilt van wat bekend is van branden in woningen die op traditionele wijze zijn gebouwd.

2.2.3 Verduurzamen met betrekking tot installaties

Op duurzaamheid gerichte installaties, zoals warmtepompen en zonnepanelen, kunnen een nieuw brandrisico vormen in woningen (NIPV, 2023). Zonnepanelen kunnen bijvoorbeeld zelf de oorzaak zijn van een brand, kunnen in bepaalde mate bijdragen aan de branduitbreiding tussen woningen en kunnen ook de brandweerinzet bemoeilijken als de brandweer bijvoorbeeld toegang wil hebben tot het dak. Het is belangrijk hierbij in het oog te houden dat individuele installaties ook aan veiligheidseisen moeten voldoen (producteisen, de Warenwet en dergelijke). De combinatie van onder andere installaties en toegepaste materialen in de constructies is bepalend voor de (integrale) brandveiligheid van het gebouw. Ook wanneer duurzaamheidsinstallaties (of onderdelen daarvan) brand veroorzaken of bij de brand betrokken raken, kan dit resulteren in een brand in de gebouwschil (zoals het dak).

2.3 Doelstellingen en uitgangspunten brandveiligheid

In het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) zijn de technische eisen opgenomen waaraan alle gebouwen in Nederland sinds 1 januari 2024 ten minste moeten voldoen. Een deel van deze eisen betreft eisen aan brandveiligheid. Het Bbl is de opvolger van het Bouwbesluit 2012. Omdat op het moment van de branden het Bouwbesluit 2012 nog van kracht was, is de analyse van de bouwregelgeving in deze paragraaf gebaseerd op het Bouwbesluit 2012. Daar waar het Bbl afwijkt van het Bouwbesluit 2012 wordt dat aangegeven, voor zover dat relevant is voor de analyse.

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op de vraag: *Welk niveau van brandveiligheidsvoorschriften is van toepassing bij een versnelde realisatie en/of verduurzaming van woningen, en wat zijn de doelstellingen en uitgangspunten die ten grondslag liggen achter deze voorschriften?*

2.3.1 Samenhang brandveiligheidsvoorschriften en inzet van de brandweer

De brandveiligheidsvoorschriften van het Bouwbesluit 2012 dienen twee doelstellingen. Deze staan vermeld in de toelichting op het Bouwbesluit 2012 (Staatsblad 2011, 416, p. 146). Deze doelstellingen zijn:

- > het voorkomen van slachtoffers (doden en gewonden)
- > het voorkomen van branduitbreiding naar een ander perceel.

Perceel

Bouwbesluit 2012

De aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen moet aangeven wat het perceel is.

- > Bij rijtjeswoningen ligt elke afzonderlijke woning doorgaans op een afzonderlijk perceel.
- > De aanvrager van een omgevingsvergunning, bijvoorbeeld een woningbouwcorporatie, kan er echter ook voor kiezen om een blok rijtjeswoningen samen als één perceel aan te merken.
- > Bij een woongebouw ligt doorgaans het gehele woongebouw op één perceel.
- > Opgemerkt wordt dat het perceel als bedoeld in het Bouwbesluit 2012 niet hetzelfde hoeft te zijn als het kadastrale perceel.

Perceel (vervolg)

Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) 2024

In het Bbl is het begrip 'perceel' gewijzigd in 'bouwwerkperceel'. Dit begrip is gedefinieerd als: *'perceel dat als uitgangspunt dient bij het toetsen van een bouwwerk aan de regels van dit besluit'.*

Dit begrip wordt in het Bbl als volgt toegelicht (Stb. 2018 291, p. 513)

"De contouren van het bouwwerkperceel zijn van belang bij het beoordelen van eisen waarbij de ligging van het bouwwerk op het perceel een rol speelt. Een voorbeeld hiervan is de bepaling van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (zie onder meer artikel 4.54). Bij een aanvraag om omgevingsvergunning voor het bouwen moet het bouwwerkperceel bij de indiening worden vermeld. Het is niet in alle gevallen zo dat de contouren van het bouwwerk-perceel het zelfde zijn als de in het kadaster vastgelegde eigendoms-grenzen. Het begrip bouwwerkperceel is inhoudelijk gelijk aan het begrip perceel als eerder in het Bouwbesluit 2012. De toevoeging van de term bouwwerk vloeit voort uit het feit dat perceel zowel in het spraakgebruik als in de context van de Omgevingswet een andere betekenis kent dan het in het Bouwbesluit 2012 bedoelde begrip. Het is in de regel de indiener van een aanvraag om omgevingsvergunning, of bij een bestaand gebouw de eigenaar van het gebouw, die bepaalt hoe de perceelsgrens verloopt. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat het de verantwoordelijkheid is van die indiener of eigenaar om daarbij de belangen van de eigenaren van de perceeleigenaar en buurpercelen in acht te nemen. In dit besluit wordt ook gesproken van een aan een bouwwerk perceel grenzend perceel of een ander perceel dan het bouwwerkperceel. Het gaat dan bijvoorbeeld om de afbakening van de begrenzing van een bouwwerkperceel naar een aangrenzend of een ander perceel, waarbij het niet ter zake doet of dat aangrenzende of andere perceel een bouwwerkperceel is."

Volgens de toelichting zijn het behouden van het bouwwerk en het voorkomen van schade aan het milieu, monumenten, maatschappelijke voorzieningen of belangen geen doelstellingen van dit besluit.

De doelstellingen zijn in Bouwbesluit 2012 verder uitgewerkt in functionele eisen en prestatie-eisen. Aan deze eisen ligt een aantal algemene uitgangspunten ten grondslag. Deze zijn in de algemene toelichting van het Bouwbesluit 2012 als volgt weergegeven:

Ook de algemene uitgangspunten zijn vergeleken met van het Bouwbesluit 2003 ongewijzigd:

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

Deze uitgangspunten worden ook wel 'normatief brandverloop' genoemd. Met de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 wordt een brandverloop beoogd waarbij een brand binnen 60 minuten onder controle is en de doelen van de bouwregelgeving zijn gehaald (het voorkomen van slachtoffers en van branduitbreiding naar andere percelen). Anders gezegd: uitgangspunt is dat de brand beperkt blijft tot maximaal één woning.

Een inzet van de brandweer is onderdeel van de uitgangspunten:

- > voorkomen dat de brand verder uitbreidt, en
- > redden van de laatste personen die door de brand zijn bedreigd.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat er een samenhang is tussen de brandveiligheidsvoorschriften van het Bouwbesluit 2012 en de inzet van de brandweer. De in deze paragraaf behandelde uitgangspunten zijn in het Bbl niet veranderd.

2.3.2 Niveaus van voorschriften

Het Bouwbesluit 2012 kent twee niveaus van voorschriften: dat voor nieuwbouw en dat voor bestaande bouw. Daarnaast kent het Bouwbesluit 2012 voorschriften voor verbouw en voor tijdelijke bouw.

Nieuwbouw en bestaande bouw

In BZK (2020, p. 5) is het verschil tussen de nieuwbouwvoorschriften en de voorschriften voor bestaande bouw als volgt toegelicht:

De bouwkundige brandveiligheidsvoorschriften voor bestaande bouw zijn lichter dan voor nieuwbouw. Het niveau van de brandveiligheidsvoorschriften voor bestaande bouw kan volgens de wetgever op zich zelf beschouwd uit het oogpunt van brandveiligheid nog juist als ondergrens worden geaccepteerd. De reden dat er een niveau bestaande bouw met prestatie-eisen is geïntroduceerd is tweeledig: de wetgever vond het belangrijk dat gemeenten de mogelijkheid hadden om in te grijpen bij bestaande gebouwen. Daarnaast vond de wetgever het ook belangrijk dat een gebouweigenaar moest weten wanneer hij in ieder geval voldeed (rechtszekerheid). Er is voor de inhoud van de voorschriften generiek een afweging gemaakt tussen enerzijds verworven rechten (door de laagste eisen die volgens de toelichting van het Bouwbesluit sinds 1901 ooit gegolden hebben als uitgangspunt te hanteren) en anderzijds veiligheid (door voor een aantal aspecten een hogere eis te stellen dan wat er ooit gegolden heeft).

Verbouw

De verbouwvoorschriften zijn bijvoorbeeld van toepassing op woongebouwen die 'opgetopt' worden en op woningen die worden verduurzaamd. Bij verbouw moet worden voldaan aan de nieuwbouwvoorschriften, tenzij anders is aangegeven. Het betreft in een aantal gevallen een specifiek niveau, dat tussen het niveau voor nieuwbouw en het niveau voor bestaande bouw ligt, maar in de meeste gevallen geldt het 'rechtens verkregen niveau'.

Rechtens verkregen niveau

Het rechtens verkregen niveau is in het Bouwbesluit 2012 gedefinieerd. Bij het rechtens verkregen niveau gaat om het actuele kwaliteitsniveau van het (onderdeel van) het bouwwerk voorafgaand aan de verbouwing voor zover dat niveau legaal is verkregen. Dat betekent dat de woningen moeten zijn gebouwd volgens de destijds geldende voorschriften en afgegeven vergunningen.

In de meeste gevallen komt het rechtens verkregen niveau overeen met het feitelijke kwaliteitsniveau van het bouwwerk. Het feitelijke kwaliteitsniveau is dan het resultaat van toepassing van de geldende eisen bij de oorspronkelijke bouw en de latere verbouwingen (IPL0, 2023). De geldende eisen bij de oorspronkelijke bouw betreffen de eisen op nieuwbouwniveau op het moment dat gebouwd is (bij bouwjaar 1992-2003 niveau nieuwbouw BB1992, bij bouwjaar 2003-2012 niveau nieuwbouw BB2003, et cetera.)

Tijdelijke bouw

De voorschriften voor tijdelijke bouw zijn bijvoorbeeld van toepassing in het geval sprake is van 'versnelde realisatie' van gestapelde en geschakelde woonunits. Op het bouwen van dergelijke tijdelijke bouwwerken zijn namelijk de voorschriften voor een bestaand bouwwerk van toepassing, tenzij in de desbetreffende voorschriften anders is aangegeven.

Instandhoudingstermijn tijdelijke bouwwerken

Tijdelijke bouwwerken mogen maximaal 15 jaar op dezelfde plaats blijven staan. Blijven ze langer staan, dan moeten ze in overeenstemming worden gebracht met de nieuwbouwvoorschriften. Wanneer deze bouwwerken in ongewijzigde samenstelling worden verplaatst naar een andere locatie, dan is er geen aanpassing nodig en mogen ze op de nieuwe locatie wederom maximaal 15 jaar staan.

2.3.3 Overzicht belangrijkste prestatie-eisen bouwregelgeving in relatie tot brand in de gebouwschil

Beperking van branduitbreiding tussen woningen

Ter beperking van de kans op een snelle uitbreiding van brand stelt het Bouwbesluit 2012 samengevat de volgende voorschriften:

- > Elke woning moet een afzonderlijk (beschermd sub-) brandcompartiment zijn.
- > Tussen de woningen onderling geldt voor nieuwbouw in beginsel een eis voor de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (wbdbo) van tenminste 60 minuten. Dit is een eis die geldt tussen twee ruimten, in het geval van woningen twee (beschermde sub-) brandcompartimenten.
- > De wbdbo wordt bepaald volgens NEN 6068. Aan de wbdbo-eis wordt voldaan als een brand zich niet binnen de voorgeschreven tijdsduur van de ene naar de andere woning kan uitbreiden. Consequentie hiervan is dat een brand zich vanuit een woning naar een (brandbare) gevel van meerdere woningen kan uitbreiden, zodat de gehele gevel van een blok rijtjeswoningen in brand kan staan, mits deze brand zich niet binnen de voorgeschreven tijdsduur uitbreidt naar de binnenzijde van een ruimte van een andere woning.

Uitzonderingen wbdbo-eis

Voor woningen waarvan de vloeren van verblijfsgebieden lager dan 7 meter boven meetniveau liggen en waarvan de permanente vuurbelasting lager is dan 500 MJ/m² geldt een wbdbo-eis van 30 minuten. Deze eis geldt ook voor tijdelijke gebouwen. Bij verbouw geldt voor het te verbouwen deel het reeds verkregen niveau, met een ondergrens van 30 minuten, en voor het niet te verbouwen deel geldt een wbdbo-eis van 20 minuten. Voor bestaande bouw geldt eveneens een wbdbo-eis van ten minste 20 minuten. Vanwege deze lagere eisen kan de constructie eerder dan bij het nieuwbouwniveau bezwijken, zodat er voor de brandweer minder tijd beschikbaar is voor het voorkomen van branduitbreiding en redden van achtergebleven personen.

Om de vertaling naar de bouwpraktijk te maken, moet de wbdbo-eis worden vertaald in een brandwerendheid van de scheidingsconstructies tussen de woningen. De brandwerendheid van scheidingsconstructies wordt bepaald volgens NEN 6069. Hierin is een testmethode voorgeschreven (een brandtest in een oven) waarmee de brandwerendheid van de constructie kan worden vastgesteld. Bij deze test wordt uitgegaan van standaardbrand, gebaseerd op een brandkromme die het gestandaardiseerd verband tussen tijd en temperatuur geeft.

Relatie tussen wdbbo en brandwerendheid

Volgens NEN 6068 resulteert een wdbbo van 60 minuten niet altijd in een brandwerendheid van 60 minuten. Volgens artikel 6.8 van NEN 6068 kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van een brandwerendheid van 30 minuten voor het deel van de gevel onder de 20 m dat bereikbaar is voor de brandweer. NEN 6068 geeft aan dat bij 'voor de brandweer bereikbaar' kan worden gedacht aan:

“bereikbaar in het geval van geveldelen onder de 20 m, tenzij die geveldelen grenzen aan breed water of ontoegankelijk terrein of terrein dat niet zonder gevaar voor hulpverleners kan worden betreden”

Relatie tussen vuurbelasting en wdbbo

Er is een relatie tussen de vuurbelasting van een woning en de wdbbo of brandwerendheid. De brandduur wordt namelijk bepaald door de vuurbelasting. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen permanente vuurbelasting en variabele vuurbelasting. De permanente vuurbelasting wordt bepaald door de brandbare constructieonderdelen van de woning. De variabele vuurbelasting wordt gevormd door alle overige brandbare inventaris en goederen in de woning. NEN-EN 1991-1-2+C3/NB (aangestuurd door Bouwbesluit 2012) gaat voor een woning uit van een gemiddelde variabele vuurbelasting van 780 MJ/m². Bij een zeer grove schatting is de te verwachten brandduur circa 41 minuten. Bij een variabele vuurbelasting van 41 minuten en een standaard woning van met name onbrandbare bouwmaterialen is deze vuurbelasting opgebrand binnen de 60 minuten brandwerendheid van de scheidingsconstructie tussen de woningen.

Hierbij moet worden bedacht dat bovenstaande relatie louter berust op theoretische uitgangspunten. In werkelijkheid wijkt de thermische belasting door brand op constructies af van deze uitgangspunten. Een andere belasting leidt ook tot een andere respons van constructies en daarmee tot andere gevolgen. Op basis van de thermische belasting van een praktijkbrand beoordelen of een constructie heeft voldaan aan de vereiste wdbbo is dus niet goed mogelijk. Het kan dus voorkomen dat een constructie voldoet aan de vereiste wdbbo en toch branduitbreiding in korte tijd niet kan beperken.

Bedacht moet worden dat de prestatie-eisen en bepalingsmethoden een afsprakenstelsel betreft dat is gebaseerd op genormaliseerde en gestandaardiseerde uitgangspunten. Het brandverloop en de consequenties hiervan kunnen bij een brand in de praktijk hiervan afwijken door bijvoorbeeld:

- > De hoeveelheid brandbare inventaris en goederen in een woning (variabele vuurbelasting).
- > De bouwwijze, bijvoorbeeld of de gebouwschil bestaat uit steenachtige of brandbare materialen (permanente vuurbelasting). Er is in het Bouwbesluit 2012 bijvoorbeeld geen maximum gesteld aan de permanente vuurbelasting van een gebouw, terwijl dit wel invloed kan hebben op het brandverloop.
- > De tijdsduur en temperatuur waaraan brandwerende constructie-onderdelen bij een brand worden blootgesteld in vergelijking met de wijze waarop deze volgens de testmethode zijn getest.

Branduitbreidingstraject

In het branduitbreidingstraject tussen twee woningen kunnen ook zonnepanelen aanwezig zijn. In de bepalingsmethode voor de wdbbo (NEN 6068) is echter geen rekening gehouden met de toepassing van zonnepanelen. NEN werkt momenteel aan prestatie-eisen voor de brandveiligheid van zonnepanelen.

Branduitbreidingstraject (vervolg)

De wdbbo-eisen zijn erop gebaseerd dat een brand in de brandruimte (= het brandcompartiment) begint en zich vandaar niet binnen de gestelde tijdsduur (30 of 60 minuten) naar een ander brandcompartiment kan verspreiden. Bij de meeste woningbranden ontstaat de brand in een voorwerp in de woning (TBO & TBL Oost 5, 2015). Een brand kan ook buiten het gebouw beginnen. Er geldt echter geen wdbbo-eis tussen de buitenruimte en de woning.

Beperking van brandvoortplanting via de gebouwschil

Een eenmaal begonnen brand kan zich via het buitenoppervlak van een gevel of een dak verspreiden naar andere woningen. Om te beperken dat een gevelconstructie vlamvat en brand zich vervolgens snel over een geveloppervlak kan verspreiden, geeft het Bouwbesluit 2012 eisen voor de brandklasse waaraan de gevelconstructie aan de buitenzijde moet voldoen. De bovenzijde van een dak mag niet brandgevaarlijk zijn en moet bestand zijn tegen vliegvluur. Beide principes worden hieronder nader toegelicht.

Brandvoortplanting gevel

Samengevat betreft het voor de gevel de volgende brandveiligheidsvoorschriften:

- > brandklasse D (brandbaar, met hoge bijdrage aan brand)
- > brandklasse B (heel moeilijk brandbaar, met zeer beperkte bijdrage aan brand)
 - buitenzijde gevel > 13 m (in verband met bereikbaarheid van brandweermaterieel)
 - onderste deel van de gevel tot 2,5, indien in de woning een vloer van een verblijfsgebied > 5 m boven het meetniveau ligt (voorkomen van vlamvatten van de gevel als gevolg van brandstichting en van een daaropvolgende snelle brandvoortplanting)
 - in het geval sprake is van een brandoverslagrisico tussen gevelopeningen van verschillende woningen (NEN 6068).

Verbouw en tijdelijke bouw

Bij verbouw geldt dat eisen alleen gelden voor het te verbouwen deel. Voor de eis voor hogere gebouwen (met een gevel hoger dan 13 meter) geldt het rechtens verkregen niveau en voor de eis voor het onderste deel van de gevel (tot 2,5 meter) geldt het nieuwbouwniveau. Voor tijdelijke bouwwerken geldt brandklasse 4 (brandbaar) als basiseis voor de buitengevel en brandklasse B voor het onderste deel van de gevel. Zowel voor verbouw als tijdelijk bouw geldt klasse B als er sprake is van een wdbbo-eis.

De brandklasse moet worden bepaald volgens NEN-EN 13501-1. Voor de brandklasse B, C en D zijn NEN-EN13823 ('SBI-test') en NEN-EN-ISO 11925-2 ('kleine vlamtest') aangewezen, waarbij de SBI-test vrijwel altijd bepalend is. De testmethode staat model voor een brandende prullenbak of klein meubel in de hoek van een kamer (DGMR, 2021). Bedacht moet worden dat in het geval de gevel wordt blootgesteld aan een grotere ontstekingsbron dan de testmethode dit kan leiden tot een ander brandverloop en brandgedrag van de gevel.

Niet brandgevaarlijk dak

Een dak mag niet brandgevaarlijk zijn, met als doel te voorkomen dat het door vliegvluur uit de omgeving, afkomstig van bijvoorbeeld een brand in een nabijgelegen bouwwerk, in brand vliegt. Deze eis geldt als in de woning of het woongebouw een voor personen bestemde vloer hoger ligt dan 5 m boven het meetniveau en het dak minder dan 15 m van de perceelsgrens ligt. De vliegvlurbestendigheid van het dak wordt bepaald met behulp van NEN 6063 (een zogenaamde 'vuurkorftest').

Verbouw en tijdelijke bouw

De eis van een niet-brandgevaarlijk dak geldt ook voor tijdelijke bouw. Bij verbouw geldt het rechte niveau. Dit betekent dat de brandgevaarlijkheid van het dak na verbouwing ten minste gelijk moet zijn aan die van vóór de verbouwing, of moet voldoen aan het nieuwbouwniveau indien het bedoelde niveau hierboven ligt.

Bedacht moet worden dat als het dak wordt blootgesteld aan een andere of grotere ontstekingsbron dan de 'vuurkorftest' (bijvoorbeeld door rechtstreeks vlamcontact vanaf de gevel of vanuit een gevelopening), dit kan leiden tot een ander brandverloop en brandgedrag van het brand.

Rookontwikkeling en rookverspreiding

Het Bouwbesluit 2012 stelt eisen aan de rookproductie van een constructieonderdelen die grenzen aan de binnenzijde van specifieke ruimten, zoals bijvoorbeeld een vluchtroute. Er gelden geen eisen aan de rookontwikkeling veroorzaakt door brand in de gebouwschil.

Rookwerendheid

Sinds 1 juli 2021 gelden er strengere eisen aan de mate van rookwerendheid van brand- en subbrandcompartimenten voor nieuw te bouwen woningen. Deze strengere eisen waren echter nog niet van toepassing toen de omgevingsvergunning voor de drie casussen is verleend, en zijn voor de casussen dus ook niet van toepassing.

Besluit bouwwerken leefomgeving

De in deze paragraaf behandelde uitgangspunten zijn in het Bbl niet veranderd. Wel is voor hogere woongebouwen een wijziging in voorbereiding voor de brandvoortplanting en wdbdo (Ministerie van BZK, 2023).

2.4 Uitgangspunten brandbestrijding

2.4.1 Inrichting van de brandweezorg

In de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de brandveiligheidsvoorschriften in de bouwregelgeving is ook de inzet van de brandweer opgenomen. In het Besluit Veiligheidsregio's (2010) is vastgesteld hoe de brandweezorg minimaal is ingericht. Zo wordt uitgegaan van de inzet van een basiseenheid, ondersteuningseenheden en een genormeerde opkomsttijd. Voor 'gebruikelijke woningbranden', waarbij de brand zich in de (inventaris van de) woning bevindt, is de inzet van een basiseenheid afdoende. Bij woningbranden waarbij het gebouw zelf in brand staat, kan dit anders zijn.

Een basiseenheid (artikel 3.1.2 Besluit Veiligheidsregio's 2010)

Een basiseenheid van de brandweer bestaat uit zes personeelsleden.³ Een bevelvoerder (leidinggevende), een chauffeur / pompbediener en vier manschappen die per tweetal worden ingezet. De eenheid is onder andere belast met brandbestrijding en redding. De basiseenheid beschikt over een voertuig: een tankautospuiter met uitrusting.⁴

³ Er zijn regio's waar de basiseenheid bestaat uit vier personeelsleden (TS4). Het Besluit Veiligheidsregio's biedt deze mogelijkheid als afwijking. Bij een bevestigde woningbrand worden er dan twee basiseenheden aangestuurd (2x TS4), zodat er voldoende personeel aanwezig is voor een standaard inzet bij een woningbrand.

⁴ <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/06/20190211-BWNL-Branchevoorschrift-standaardbepakking-voor-brandweervoertuigen-tankautospuiter.pdf>.

Ondersteunende eenheden (artikel 3.1.1 en 3.2.2 Besluit Veiligheidsregio's 2010)

De basisbrandweereenheden hebben voor redden en blussen op hoogte ondersteunings-eenheden beschikbaar (een redvoertuig, ladderwagen of hoogwerker). De eenheid voor redden en blussen op hoogte bestaat uit een bevelvoerder of een manschap, en een chauffeur, tevens voertuigbediener. De eenheid is belast met het redden van mensen en dieren op hoogte, ondersteuning van basisbrandweereenheden bij het blussen op hoogte, en het verlenen van hulp op hoogte. De eenheid beschikt over een redvoertuig met uitrusting. De veiligheidsregio stelt vast voor welke objecten de inzet van een ondersteuningseenheid voor redden en blussen op hoogte altijd noodzakelijk is. Bij deze objecten gelden voor de ondersteuningseenheden dezelfde opkomsttijden als voor de basisbrandweereenheden.

Opkomsttijd brandweer (artikel 3.2.1 Besluit Veiligheidsregio's 2010)

De opkomsttijd is de tijdsperiode tussen melding en aankomst ter plaatse van de basiseenheid. Voor gebouwen met een woonfunctie met zelfredzame personen geldt voor de eerst aankomende basiseenheid een normtijd van 8 minuten; voor portiekwoningen, portiekflats of gebouwen met een woonfunctie voor verminderd zelfredzamen geldt een normtijd van 6 minuten. De veiligheidsregio mag andere normen vaststellen, mits de opkomsttijd niet langer is dan 18 minuten.

Opschaling

Daarnaast maakt opschaling deel uit van de brandweezorg. De mate van opschaling bepaalt het aantal eenheden (voertuigen en personeel) en de wijze van aansturing. Hiervoor gelden geen landelijk vastgelegde uitgangspunten. De uitvoering kan per veiligheidsregio verschillen en wordt doorgaans vastgelegd in regionale protocollen.

Als er bij een woningbrand meer taken zijn dan een basiseenheid aankan, dan wordt er opgeschaald met een of meerdere basiseenheden naar middelbrand (2 basiseenheden), grote brand (3 basiseenheden), zeer grote brand (4 basiseenheden) of nog verder. Dit kan noodzakelijk zijn als er personen vermist zijn, er niet zelfstandig meer gevlucht kan worden, de brand groter is dan een basiseenheid aankan of als er mogelijk branduitbreiding (vuur of rook) dreigt of heeft plaatsgevonden naar een of meerdere aangrenzende woningen. Dit betreft monodisciplinaire opschaling (alleen brandweer). Daarnaast is multidisciplinaire opschaling mogelijk volgens de Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdingsprocedure (GRIP). Hoewel er met GRIP landelijke richtlijnen zijn voor het opschalen, kan de veiligheidsregio zelf invulling geven aan de wijze van opschalen. In het algemeen geldt dat wordt opgeschaald naar GRIP 1 als er coördinatie tussen verschillende hulpdiensten (brandweer, politie, GHOR) nodig is. Er wordt opgeschaald naar GRIP 2 als er sprake is van een effect van het incident op omliggend gebied, bijvoorbeeld vanwege overlast door rookverspreiding.

Specialistische eenheden

Er zijn specialistische teams die opgeroepen kunnen worden om de brand te bestrijden met middelen die geen deel uitmaken van de standaard bepakking van het brandweervoertuig van de basiseenheid. Voorbeelden zijn een hogedruksnijdende nevelblusser om van buitenaf in of door de gevel te kunnen blussen, of een drone met warmtebeeldcamera om overzicht van bovenaf te krijgen.

2.4.2 Voorzieningen ter ondersteuning van brandbestrijding

In algemene zin is het uitgangspunt van de bouwregelgeving dat een te bouwen bouwwerk zodanig is dat hulpverlening (lees: brandweer) binnen redelijke tijd personen kan redden en brand kan bestrijden, en dat er te allen tijde zo moet worden gebouwd dat hulpverleners hun werk kunnen doen (Artikel 2.119 lid 1 Bouwbesluit 2012 en Nota van toelichting). In het Bbl is dit beschreven in de toelichting bij de functionele eis in artikel 4.83.

Om de brandweereenheid te faciliteren bij de brandbestrijding worden vanuit de bouwregelgeving⁵ een aantal eisen gesteld:

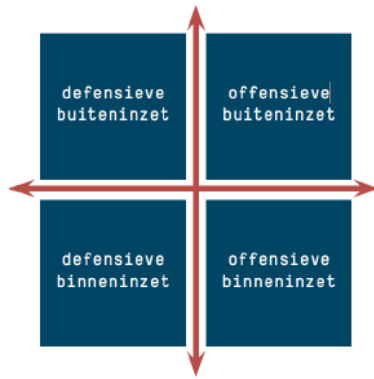
- > Elke woning en elk woongebouw moet een brandweeringang hebben, tenzij dat naar oordeel van het bevoegd gezag niet is vereist. In de praktijk wordt een brandweeringang door het bevoegd gezag bij grondgebonden woningen niet altijd noodzakelijk geacht. De voordeur van de woning wordt in dat geval als brandweeringang beschouwd, maar wordt niet als zodanig benoemd.
- > Binnen 40 meter van een brandweeringang moet een opstelplaats voor een brandweervoertuig aanwezig zijn waarvandaan op een doeltreffende wijze moet kunnen worden aangesloten op de bluswatervoorziening. Vanaf de opstelplaats worden slangen afgelegd naar de woning of het woongebouw waar het brandt. De openbare weg is geschikt voor hulpverleningsvoertuigen en wordt vaak beschouwd als opstelplaats voor de brandweer.
- > In bestaande en nieuwe woongebouwen met een woning met een vloer van een verblijfsgebied die hoger gelegen is dan 20 m boven het meetniveau moet een droge blusleiding aanwezig zijn. De droge blusleiding stelt de brandweer in staat om het bluswater op te voeren naar de verdieping waar de brand bestreden moet worden. Dit versnelt de inzet, omdat er geen brandslangen naar boven toe hoeven te worden neergelegd.
- > In een nieuw te bouwen woongebouw is een brandweerlift verplicht als er een vloer van een verblijfsgebied op meer dan 20 m boven het meetniveau ligt. Deze lift is geschikt om bij brand materieel en personeel veilig naar hogere verdiepingen te vervoeren.

2.4.3 Doctrine en handboek gebouwbrandbestrijding

In het document *Doctrine gebouwbrandbestrijding* (Brandweer Nederland, 2022) staan de basisprincipes die de brandweer hanteert bij brand in een gebouw. Er wordt altijd naar gestreefd om een brand op een zo veilig mogelijke en efficiënte manier te bestrijden. Bij aankomst zal de eerste basiseenheid van de brandweer een buitenverkenning uitvoeren. Dit wordt gedaan om erachter te komen waar de brand zich in de woning of het woongebouw bevindt, of de brand bereikbaar is om te kunnen blussen en of er voldoende koelend vermogen is (bluscapaciteit) om de brand mee te kunnen bestrijden.

Bij de bestrijding van een brand in een woning of woongebouw wordt gekozen voor een blustactiek en -techniek die is afgestemd op de kenmerken van het type brand. Voor de inzetbepaling is een 'kwadrantenmodel' ontwikkeld (Brandweeracademie, 2014). Het kwadrantenmodel is toegelicht in het *Handboek gebouwbrandbestrijding* (Baaij et al., 2023). Er wordt onderscheid gemaakt tussen een binneninzet en een buiteninzet en tussen een defensieve en offensieve inzet, zie figuur 2.1.

⁵ De opstelplaats voor een brandweervoertuig, bluswatervoorziening en bereikbaarheid voor hulpverleningsvoertuigen is per 1 januari 2024 geen onderdeel meer van de bouwregelgeving, maar onderdeel van regeling van het omgevingsplan.



Figuur 2.1 Het kwadrantenmodel

Met een offensieve inzet wordt bedoeld het blussen of bestrijden van de brand en met een defensieve inzet het voorkomen of beperken van het uitbreiden van de brand. Een binneninzet vindt plaats in een gebouw en een buiteninzet buiten het gebouw. De doelstelling van de vier type inzetten zijn verschillend:

- > Een defensieve buiten inzet is bedoeld om schade te beperken door het voorkomen van uitbreiding naar belendingen, het voorkomen van milieuschade en het beperken van de effecten van rook.
- > Een offensieve buiteninzet is bedoeld om de brand van buitenaf te blussen, of de overlevingscondities van eventuele slachtoffers te verbeteren (er zijn mogelijk slachtoffers binnen die niet direct via een binneninzet kunnen worden gered, en/of een binneninzet is te gevaarlijk), of een veilige betreding mogelijk te maken door een veilige werksituatie te creëren, en om branduitbreiding te voorkomen.
- > Een defensieve binneninzet is bedoeld om gelegenheid te bieden voor het uitvoeren van een evacuatie, en om branduitbreiding of rookverspreiding naar een ander compartiment te voorkomen.
- > Een offensieve binneninzet is bedoeld voor redding en bestrijding van brand binnen de woning of het woongebouw.

Als er bij aankomst van de brandweer sprake is van een uitslaande woningbrand met mogelijke branduitbreiding over de gevel, dan zal de brand voor zover mogelijk eerst van buitenaf worden bestreden (offensieve buiteninzet), gevolgd door een offensieve binneninzet. Als een brand in een woning niet van buitenaf bereikbaar is, dan zal – indien voldoende veilig – een binneninzet uitgevoerd worden om de brand te lokaliseren en van binnenuit te bestrijden (offensieve binneninzet). Als er mogelijk nog personen in de woning aanwezig zijn, zal binnen de woning gezocht gaan worden als dat nog mogelijk is.

Niet bereikbaar

De brandweer is niet in alle situaties in staat om branddoorslag of -overslag te voorkomen. Met name niet als de locatie waar branddoorslag- of overslag dreigt niet met een straal kan worden bereikt, of de locatie waar branddoorslag naar toe dreigt onvoldoende veilig is voor de brandweer om in op te treden. Dit kan het geval zijn vanwege de hoeveelheid rookverspreiding naar de aangrenzende woningen en het daarbij behorende risico van een (explosieve) rookgasontbranding.

De bepalingsmethode voor de wdbdo (NEN 6068:2020) geeft zelfs een reductiemogelijkheid van 30 minuten voor een deel van de gevel onder de 20 m dat bereikbaar is voor de brandweer.

Als de brand niet gelokaliseerd, voldoende veilig bereikt of geblust kan worden, bijvoorbeeld omdat de brandcondities het te onveilig maken, zal de woning, de verdieping van het woongebouw of in het uiterste geval het hele woongebouw niet worden betreden. Er zal dan een defensieve inzet plaatsvinden, waarbij wordt ingezet op het voorkomen van branduitbreiding naar aangrenzende ruimten of naar aangrenzende woning(en) of gebouwen. Door een defensieve binneninzet in de aangrenzende woningen uit te voeren, al dan niet in combinatie met een defensieve buiteninzet (bijvoorbeeld door een stoplijn op het dak te maken), wordt geprobeerd verdere branduitbreiding te voorkomen. Als het onvoldoende veilig is om een defensieve binnen- of buiteninzet uit te voeren nabij de direct aangrenzende woning, kan ervoor gekozen worden om in een woning verderop een stoplijn te realiseren. Als de brand dan niet van buitenaf kan worden geblust, wordt de woning, de woningen, de verdieping of zelfs het gehele woongebouw opgegeven.

2.5 Eerdere publicaties

In de afgelopen jaren zijn diverse publicaties verschenen over kennis en richtlijnen om de brandveiligheid te verbeteren in situaties waarbij veranderde bouwtechnieken worden toegepast. In essentie benadrukken deze publicaties de noodzaak om brandveiligheidsmaatregelen te nemen bij innovatieve bouwpraktijken zoals optoppen en verduurzaming, en wijzen ze op specifieke risico's, zoals branduitbreiding via dakconstructies en problemen met de realisatie van de minimale wdbdo tussen woningen. In deze paragraaf worden de belangrijkste bevindingen uit deze publicaties besproken. De publicaties zijn zoveel mogelijk in chronologische volgorde vermeld, met dien verstande dat publicaties die over hetzelfde onderwerp gaan bij elkaar zijn gezet (paragraaf 2.5.3 en paragraaf 2.5.8).

2.5.1 Theorie en praktijk van het Bouwbesluit

In *Bouwbesluit 2003: theorie en praktijk* (Overveld, 2003) wordt onder andere ingegaan op de vraag "Op welke wijze kan systematisch worden nagegaan of een voorschrift de beste resultaten in de praktijk geeft?" (Overveld, 2003, p. 125). Een van de antwoorden op deze vraag is dat een voorschrift theoretisch potentieel optimaal is als: "in de praktijk het overheidsdoel daadwerkelijk is bereikt". Paragraaf 3.5.1 gaat in het bereiken van een overheidsdoel met een voorschrift (Overveld, 2003, p. 50): "Is het overheidsdoel niet bereikt, dan is het voorschrift niet effectief (dus ook niet als het overheidsdoel bijna is bereikt)."

Overveld geeft bovendien een beschrijving van een 'optimaal voorschrift' (Overveld, 2003, p. 20-21):

"Blijkt een voorschrift niet optimaal te zijn, dan zal beleidsmatig een keuze moeten worden gemaakt, tussen:

- > *het bijstellen van het doel (het oorspronkelijke doel was te idealistisch als het resultaat dat is bereikt, alsnog voldoende wordt bevonden),*
- > *verbetering van de invloed van de controle,*
- > *het verbeteren van de kwaliteit van het voorschrift, of*
- > *het niet geven van het voorschrift, of in het geval het een bestaand voorschrift betreft, het dereguleren van het voorschrift."*

2.5.2 Tropendak bij unitbouw

De wegwijzer brandveiligheid unitbouw (VROM, 2007a) adviseert in het geval van een schilconstructie (tropendak) over het unitdak geen brandbare of brandgevaarlijke dakbedekkingsmaterialen te gebruiken en bestaande materialen te verwijderen. Naar aanleiding van de in onderhavig onderzoek meegenomen casus met het opgetopte woongebouw (Riekerhaven Amsterdam) wordt de wegwijzer geactualiseerd (Tweede Kamer, 2023b).

2.5.3 Brandoverslag vanwege de uitvoeringspraktijk

Een inspectiesignaal uit 2008 (VROM, 2008), opgesteld naar aanleiding van woningbranden waarbij vuur snel naar naastgelegen woningen is overgeslagen, benadrukt het belang van weerstand tegen branddoorslag en -overslag (wdbdo) tussen woningen. Het inspectiesignaal wijst op problemen met het bereiken van de minimale wdbdo van 20 minuten als gevolg van ontwerpfouten, slordigheid tijdens de bouw, of ondeskundige renovatiewerkzaamheden. In 2010 heeft het Ministerie van VROM een *Handreiking Brandveiligheid van woning-scheidende constructies* voor de eigenaar of bewoner uitgebracht met soortgelijke strekking (VROM, 2010).

De Adviescommissie Toepassing en Gelijkwaardigheid Bouwvoorschriften (ATGB) heeft onderzocht hoe de bevindingen uit het Engelse onderzoek *Grenfell Tower Inquiry Phase 1* zich verhouden tot de Nederlandse regelgeving en of er noodzaak is tot handelen in Nederland (ATGB, 2020). In dat onderzoek worden ook de indieningspraktijk, plantoetsing en plantoezicht besproken. Specifiek betreffende de controle en handhaving van de brandklasse en wdbdo-eisen wordt opgemerkt dat de naleving sterk afhankelijk is van de kwaliteit van het ontwerp en een correcte uitvoering op de bouwplaats. In de praktijk vindt ontwerpdetailering vaak plaats na vergunningverlening, wat risicovol is. Effectief toezicht vereist voorafgaande toetsing van het ontwerp, maar controle op later ingediende gegevens en uitvoering gebeurt niet structureel, waardoor de kans bestaat dat er niet wordt voldaan aan de vereiste brandklasse en wdbdo-eis. Daarnaast blijkt in de praktijk regelmatig afgeweken te worden van verleende bouwvergunningen, en daardoor vaak ook van de voorschriften van het Bouwbesluit 2012. Zo kan bijvoorbeeld een ongelukkige keuze bij verandering van het isolatiemateriaal om alsnog aan de thermische isolatie-eis te voldoen, de brandveiligheid van het gebouw in gevaar brengen.

2.5.4 Protocol inventarisatie en onderzoek brandveiligheid gevels

In een brief d.d. 30 november 2018 naar aanleiding van de brand in de Grenfell tower heeft de ministerie van BZK gemeenten gevraagd om de meest risicovolle gebouwen te inventariseren en er vervolgens op toe te zien dat eigenaren van deze gebouwen onderzoek uitvoeren naar de brandveiligheid van de gevels en indien noodzakelijk maatregelen nemen om de veiligheid te waarborgen (Ministerie van BZK, 2018). De inventarisatie beperkt zich tot gebouwen met gevels waarvan de buitenzijde niet van beton of baksteen is en:

1. die een vloer hebben met een verblijfsgebied op een hoogte van meer dan 13 meter met een gezondheidszorgfunctie met bedgebied, een woonfunctie voor zorg, een celfunctie of een bijeenkomstfunctie voor kinderopvang met bedgebied.
2. die een vloer hebben met een verblijfsgebied op een hoogte van meer dan 20 meter met een woonfunctie of een logiesfunctie.

2.5.5 Risico's van gevels met brandklasse B

In een ander recent onderzoek van DGMR (2021) naar de risico's van gevels met brandklasse B zijn voorstellen voor aanpassing gedaan voor de brandklasse voor hogere geveldelen (brandklasse A2 met een uitzonderingsmogelijkheid, afhankelijk van de hoogte en gebruiksfunctie).

In het onderzoek wordt gewezen op de risico's van gevels, waarbij een grote gevelbrand kan optreden door grotere ontstekingsbronnen zoals een uitslaande brand. Zelfs bij naleving van brandklasse B zijn er risico's door verschillen tussen deze ontstekingsbronnen en de gebruikte bron voor klassering, vanwege in de beperkingen in de testmethode. DGMR constateert problemen met de toepassing van de huidige eisen tijdens het bouwproces, en benadrukt de noodzaak van een structurele borging van brandveiligheid in gevels. DGMR voorspelt dat deze problemen zullen toenemen, mede door veranderende bouwwijzen en gebruik, en onderstreept het belang van het door het ministerie van BZK ingezette verbeteringsproces.

2.5.6 Branduitbreiding door gevelconstructies bij hoge gebouwen

In een recent onderzoek van Van Mierlo (2022) naar branduitbreiding door gevelconstructies zijn voorstellen gedaan ter aanpassing van de wdbbo-eisen en -bepaling. Deze voorstellen omvatten het verdubbelen van de wdbbo-eis voor bepaalde typen gebouwen waarvan de vloer van een brandcompartiment meer dan 20 meter boven het meetniveau ligt, evenals aanpassingen in NEN 6068 voor de bepaling van weerstand tegen branddoorslag van de gevel.

Het onderzoek beschrijft een aantal beperkingen van de huidige eisen, zoals het ontbreken van een bepalingsmethode voor weerstand tegen branddoorslag op het geveltraject en het ontbreken van differentiatie in wdbbo-eisen op basis van het aantal bedreigde brandcompartimenten en vluchtroutes.

2.5.7 Beperkingen van testmethoden

Het onderzoek *De invloed van duurzaam, energiezuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid van gebouwen* (Van Liempd et al., 2022a) wijst op de groeiende invloed van klimaatverandering, energiezuinigheid en duurzaamheid in de bouw. Het benadrukt dat, hoewel innovatieve bouwmaterialen moeten voldoen aan het Bouwbesluit, het gebruik ervan niet automatisch een brandveilig gebouw garandeert. Testmethoden zijn vaak gebaseerd op traditionele toepassingen, en er is veel onzekerheid over de wijze waarop nieuwe materialen zich gedragen bij brand en hoe de brandweer moet reageren.

2.5.8 Brandveiligheid van duurzaamheidssystemen

Het rapport *Duurzaam bouwen – brandveiligheid van installaties* (Reinders et al., 2023) biedt inzicht in systemen, waaronder zonnepanelen (PV-systemen), die een rol spelen of zullen spelen in duurzame energievoorzieningen. Het onderzoek benoemt specifieke conclusies met betrekking tot zonnepanelen, zoals de oorzaken van brand, mogelijke hinder voor de brandweer, en het steeds frequenter plaatsen van zonnepanelen op buitenmuren met het risico op een 'schoorsteeneffect'.

Brandweer Nederland heeft een handreiking *Risicobeheersing advies veilige PV-systemen* (2020) gepubliceerd, waarin wordt ingegaan op PV-systemen en brandpreventieve maatregelen. De handreiking benadrukt de invloed van PV-panelen op de brandbaarheid

van daken, en doet aanbevelingen zoals het volgen van NEN 6063 en het behouden van een strook vrij van zonnepanelen aan weerszijden van brandscheidingen, met als richtlijn een breedte van totaal 1 meter.

2.5.9 Eerdere bevindingen over twee in het onderzoek betrokken casussen

Zowel de casus met verduurzaamde woningen (2023a) als de casus met het woongebouw met woonunits (2023b) is onderzocht door Helsloot et al. (2023 a en b). Dit onderzoek beoogde de niet bij de brand betrokken delen van de woongebouwen te beoordelen op vluchtveiligheid, en om eventuele aanpassingen voor verbetering van de brandveiligheid van het gebouw voor te stellen. De aanbevelingen uit het onderzoek zijn specifiek gericht aan de eigenaar of beheerder van het gebouw.

3 Overeenkomsten en verschillen tussen de casussen

In dit hoofdstuk worden de verschillen en overeenkomsten tussen de drie geselecteerde casussen besproken. Allereerst wordt in paragraaf 3.1 een globaal beeld geschetst van de situatie en het verloop van deze branden. Vervolgens komt het brandverloop aan bod in paragraaf 3.2, gevolgd door de brandbestrijding (paragraaf 3.3). In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op de gevolgen van de branden. De belangrijkste overeenkomsten en verschillen worden samengevat in paragraaf 3.5, waarmee antwoord wordt gegeven op de vraag: *Wat zijn de belangrijkste overeenkomsten en verschillen op gebied van het brandverloop en de brandbestrijding tussen de geselecteerde branden?*

3.1 Introductie van de geselecteerde casussen

Er zijn drie casussen geselecteerd, waarbij sprake was van brand in de gebouwschil van een woonblok met verduurzaamde woningen, van een opgetopt woongebouw en van een complex met woonunits. De casussen worden hierna op hoofdlijnen besproken.

3.1.1 Casus 'verduurzaamde woningen'

In de ochtend van zondag 18 juni 2023 breekt er brand uit in een woning aan de Van Kinsbergenstraat 44 in Arnhem. Er vallen geen slachtoffers bij de brand. Uiteindelijk raakt de hele rij woningen bij de brand betrokken: er worden vier woningen verwoest en vier andere woningen zijn na de brand onbewoonbaar (Brandweer Gelderland-Midden, 2023).



Figuur 3.1 Overzichtsfoto brand in woningen
(bron: team digitale verkenning Brandweer Nederland)

Het gebouw

De woningen zijn gebouwd in 1964. In 2016-2017 zijn ze verbouwd tot zogenoemde 'nul-op-de-meter-woningen', ofwel energieneutrale woningen. Om dit te realiseren zijn de woningen omkleed met een volledig nieuwe (zeer) goed isolerende 'buitenschil'. Tegen de gevels en op het dak zijn prefab elementen geplaatst. Op het dak liggen zonnepanelen.

De brand

De brand is ontstaan in de keuken en ontwikkelt zich tot een uitlaande brand. Hierdoor ontbrandt de gevel van de woning. De brand breidt zich uit, zowel aan de binnenzijde als via de buitenzijde (gevel). De brand bereikt via de buitenzijde het dak en breidt zich verder uit via de ruimte tussen de dakconstructie en de zonnepanelen naar niet alleen de nok van de brandwoning, maar ook naar het dak en de nok van een aangrenzend huis. Er vindt in het beginstadium van de brand ook rookverspreiding plaats naar aangrenzende woningen. Via de nokconstructie en/of bij de woningscheidende wand- en dakconstructie op de zolder vindt er branduitbreiding plaats naar de binnenzijde van de twee aangrenzende woningen (nummer 42 en 46). Via hetzelfde traject breidt de brand zich ook uit naar andere woningen (nummer 40 en 48).

De brandweerinzet

Bij aankomst van de brandweer is er al sprake van een uitlaande brand en branduitbreiding naar de gebouwschil van de huizen aan weerszijden van de woning waar de brand is ontstaan. De brandweer probeert van buitenaf branduitbreiding via de gevels te beperken. Er gaan brandweerploegen naar binnen in de aangrenzende woningen om deze te controleren op aanwezigheid van personen. Op de zolders van de aangrenzende woningen blijkt dat het van binnenuit tegenhouden van de brand te gevaarlijk is vanwege de rook en warmte, en daarmee onder andere vanwege het risico van een (explosieve) rookgasontbranding. De defensieve binneninzet in deze woningen wordt daarop gestaakt. Van buiten wordt vanaf de grond geprobeerd om met waterstralen de brand in de nok van de woningen te bestrijden, maar de metalen afdekkap zorgt ervoor dat het vuur onder deze kap niet bereikt kan worden. In meerdere aangrenzende woningen blijkt het niet mogelijk om de brand daar tegen te houden. Branduitbreiding naar woning nummer 38 wordt uiteindelijk voorkomen, doordat daar nog wel een binneninzet mogelijk was en het dak te bereiken was vanuit een redvoertuig. Aan de buitenzijde zijn vanuit een hoogwerker de metalen afdekkappen van de nok verwijderd en wordt geblust om verdere branduitbreiding te beperken. In het dak van een woning (nummer 38) wordt preventief een stoplijn gezaagd; hiervoor worden de zonnepanelen verwijderd. Het dak van woningen 46 en 48 kan niet met een hoogwerker worden bereikt. Vanwege de branduitbreiding en rookverspreiding naar deze woningen is besloten om geen binneninzet meer uit te voeren. Om de brand in de woningen (en in de constructie) te kunnen blussen, worden de woningen al tijdens het blussen gesloopt.

3.1.2 Casus 'opgetopt woongebouw'

In de avond van zaterdag 3 juni 2023 woedt er een brand in een woongebouw aan de Joan Muyskenweg 4 in Amsterdam. Als gevolg van de brand heeft – voor zover bekend – één bewoner rookintoxicatie en hebben twee brandweermensen lichte brandwonden opgelopen. Uiteindelijk is het hele woongebouw onbewoonbaar geraakt (Brandweer Amsterdam-Amstelland, 2023a).



Figuur 3.2 Casus 'opgetopt woongebouw', met in lichtgrijs het opgetopte deel
(bron: Jeffrey Koper Brandweer Amsterdam-Amstelland)

Het gebouw

In 2018 zijn er twee kantoorgebouwen samengevoegd en getransformeerd naar één woongebouw.⁶ Destijds zijn er drie bouwlagen toegevoegd (opgetopt) aan de vijf al bestaande bouwlagen, waardoor het totaal uitkomt op acht. Er zijn 95 woningen in het woongebouw aanwezig.

De brand

Er wordt aanvankelijk een brand gemeld 'in de muren' op vijfde verdieping van het gebouw; later volgt er nog een melding over een brand achter de gevelbekleding op de zevende verdieping. De brand is ontstaan op de zevende verdieping, breidt zich uit naar de achtste (de bovenste) verdieping en vandaar naar het dak. De brand breidt zich uit tot ongeveer de helft van het dak en breidt zich via de dakconstructie ook uit naar de binnenzijde van diverse onderliggende woningen.

De brandweerinzet

De brandweer neemt bij aankomst aan de voorzijde van het gebouw geen brand of rook waar, omdat de brand aan de achterkant van het gebouw is. De achtergevel grenst aan de waterkant en is niet bereikbaar met een redvoertuig. Er wordt ingezet op een offensieve binneninzet, waarbij in eerste instantie gebruikgemaakt wordt van een draagbaar blusmiddel om de brand in de constructie te bestrijden. Als dit niet blijkt te lukken, wordt de droge blusleiding gebruikt om bluswater naar de verdieping te transporteren. Een afsluiter van de blusleiding op de achtste verdieping komt echter los, waardoor de waterdruk wegvalt en blussen niet meer mogelijk is, ook niet op de zevende verdieping waar de ploeg aan het blussen is. Het water dat enige tijd vrij kon uitstromen vanaf de achtste verdieping naar de liftschaft, heeft de brandweerliften onbruikbaar gemaakt. Blussen is door het defect circa 20 minuten niet mogelijk. Er wordt een lagedrukstraal in het trappengat opgebouwd en een hogedrukstraal opgevoerd via een autoladder. Als het blussen kan worden hervat, heeft de brand het dak al bereikt en hebben de ploegen de achtste verdieping verlaten. De brand op het dak wordt eerst met torenstralen vanaf redvoertuigen bestreden en later ook op het dak zelf met stralen lage druk die via een vlizotrap zijn opgevoerd. Voor de brand is geblust, is er

⁶ <http://www.4-u-2afbouw.nl/projecten/transformatie-joan-muyskenweg-te-amsterdam/>.

sprake van branddoorslag naar vier onderliggende woningen. Als de brand op het dak onder controle is, wordt de brand op de zevende en achtste verdieping van binnenuit geblust.

3.1.3 Casus 'unitwoningen'

Op zondagochtend 13 november 2022 vindt er een brand plaats in een woonunit van een wooncomplex aan Voetbalstraat nummer 87 in Amsterdam. Er vallen geen slachtoffers. De brand richt wel forse schade aan; uiteindelijk moet het gehele woonblok gesloopt worden, omdat het onbewoonbaar is geworden (Brandweer Amsterdam-Amstelland, 2023b).



Figuur 3.3 Casus 'unitwoningen'

(bron: Jeffrey Koper Brandweer Amsterdam-Amstelland)

Het gebouw

De brand breekt uit in een van woonunits die zijn geschakeld en gestapeld en zo het wooncomplex vormen. Het woonblok, dat in 2015 is geplaatst, bestaat uit drie bouwlagen met in totaal 75 eenpersoonsunits. De constructie van de units bestaat uit elementen van houtskelet.

De brand

De brand wordt door de politie ontdekt na een melding van overlast. Op dat moment brandt in een van de woonunits een voorwerp op een bank die onder een open raam staat. Er wordt door de politie een bluspoging gedaan met een klein blusmiddel, maar deze heeft niet het gewenste resultaat. De voordeur van woning blijft openstaan en de brand ontwikkelt zich tot een uitslaande brand. Langs de gevelconstructie breidt de brand zich uit naar het dak van de units. De brand in de unit wordt door de brandweer geblust, maar de brand op het dak verspreidt zich en breidt zich uit naar de onderliggende woonunits.

De brandweerinzet

Bij aankomst van de brandweer is er sprake van een uitslaande brand en is forse rookontwikkeling zichtbaar. De brand in de woonunit wordt door middel van een offensieve buiteninzet bestreden, gevolgd door een offensieve binneninzet. De tweede verdieping (derde bouwlaag) wordt ontruimd en er wordt verkend op eventuele branddoorslag. Op de eerste en tweede verdieping wordt de brandweer geconfronteerd met rook op de gangen. Eenmaal in de woonunit waar de brand is ontstaan, blijkt dat de blussing effectief is geweest. Tijdens het nablussen in de unit komt het bericht dat de brandweer het gebouw moet verlaten, omdat de brand over een groot gedeelte van het dak is verspreid. De brand onder

het schildak is niet bereikbaar voor de brandweer. De woningen op de begane grond en de eerste verdieping worden ontruimd en gecontroleerd op aanwezigheid van personen. Er wordt met waterkanonnen ingezet op het voorkomen van branduitbreiding naar het aangrenzende woonblok dat via het tropendak in verbinding staat met het woonblok waar de brand in is begonnen. Met stralen wordt van buitenaf geprobeerd de brand op het dak te bestrijden. De brand breidt zich vanaf het dak uit naar de bovenste verdieping met woonunits. Voorkomen wordt dat de brand zich uitbreidt naar het naastgelegen woonblok.

3.2 Brandverloop

In deze paragraaf wordt het brandverloop beschreven. Er wordt ingegaan op de branduitbreiding en rookverspreiding via de gebouwschil en andere constructies (holle ruimten).

3.2.1 Gebouwschil per casus

De gebouwschil verbindt de woningen met elkaar en kan bestaan uit verschillende constructies. Daarnaast kan de gebouwschil in verbinding staan met inwendige (scheidings)constructies, zoals woningscheidende wanden of vloeren. Door een brand in een constructie (of constructies) van de gebouwschil kunnen meerdere woningen tegelijk worden bedreigd. In de casussen heeft branduitbreiding tussen de woningen plaatsgevonden via de constructie in de gebouwschil en via constructies die in verbinding staan met de gebouwschil. Hieronder worden de relevante kenmerken van de gebouwschil per casus weergegeven.



Verduurzaamde woningen

Om de bestaande rij woningen is met prefab elementen een extra 'schil' aangebracht tegen de gevel- en dakconstructie om de isolatiewaarde hiervan te vergroten.



Opgetopt woongebouw

Er zijn extra verdiepingen op een bestaand gebouw gezet. Om de hoeveelheid extra gewicht op de bestaande draagconstructie te beperken, zijn lichtgewicht constructies toegepast, ook voor de buitenzijde van het gebouw.






Unitwoningen

Het betreft een semipermanent gebouw, dat modulair en verplaatsbaar is. Het gebouw is gevormd door units die geschakeld en op elkaar gestapeld zijn. Om de verplaatsbaarheid en het stapelen mogelijk te maken, zijn lichtgewicht houtskeletbouwconstructies gebruikt.

Bij de drie casussen is gebruikgemaakt van lichtgewicht constructies die grotendeels bestaan uit brandbare bouwmaterialen. Het gaat onder andere om constructieonderdelen van hout (plaatmateriaal en stijl- en regelwerk), EPS-isolatiemateriaal in de gevel- en/of de dakconstructie en brandbare dakbedekking (bitumen en EPDM) in de dakconstructie, zie tabel 3.1.

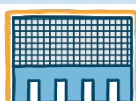
Tabel 3.1 Toegepaste bouwmaterialen per casus, voor zover bekend

	Opbouw gevelconstructie (van buiten naar binnen)	Opbouw dakconstructie (van buiten naar binnen)
	Steenstrip of stucwerk EPS-isolatie (*) Spaanplaat (*) EPS-isolatie (*) Spaanplaat (*) Metselwerk EPS-isolatie (*) Metselwerk	EPDM-dakbedekking (*) Spaanplaat (*) Glaswolisolatie Houten sporen en dwarsliggers (*) Houten panlatten / tengels (*) Houten dakbeschot (*) Houten gordingen (*)
	Gevelbekleding (type onbekend) Glaswolisolatie Houten stijl- en regelwerk (*) OSB-plaat (*) Gipskartonplaat (waarschijnlijk)	Bitumen (*) EPS-isolatie (*) Metalen dakbeplating
	Lichtmetalen gevelbekleding Dampwerende bouwfolie (*) Steenwolisolatie Houten stijl- en regelwerk (*) OSB-plaat (*) Glasvezelversterkte gipskartonplaat	Bitumen (*) EPS-isolatie (*) OSB-plaat (*)

De brandbare materialen zijn met (*) aangegeven.

3.2.2 Ontdekken en melden van de brand

De locatie waar de brand is ontstaan, verschilt per casus: in twee gevallen gaat het om een brand die is ontstaan in een ruimte in de woning (keuken en woonkamer), en in het derde geval om een brand die ontstaan is in of nabij de buitenmuur. In alle casussen is de brand ontdekt door de waarneming van aanwezigen in het gebouw, zoals het uitvallen van de stroomvoorziening, het ruiken van een brandlucht, het zien van vlammen en/of rook.



De brand is ontstaan in de keuken op de begane grond. De bewoners hebben de brand ontdekt door stroomuitval en een brandlucht. Kort daarna kwam een rookmelder op de vluchtroute in alarm. In de woning was op elke bouwlaag een rookmelder aangebracht.



De brand is ontstaan aan de onderkant van een balkonmuur op de zevende verdieping. De ontstaansoorzaak is onbekend. Hoewel de brand op de zevende verdieping is ontstaan, wordt in eerste instantie op basis van de melding aangenomen dat er brand is op de vijfde verdieping. Later volgt er een melding dat er op de zevende verdieping 'brand zit in de muren', aldus de melder. Meerdere melders zien rook. Er worden vlammen en rook gemeld op de zevende verdieping. Onbekend is of rookmelders in alarm zijn gekomen.

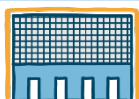


De brand is ontstaan op een bank in de gecombineerde woon-slaapkamer. De brand is in het beginstadium door de politie ontdekt en gemeld. Er is geen informatie beschikbaar over het al dan niet in alarm komen van rookmelders.

Bij de casus 'woonunits' kan op basis van de beschikbare gegevens een inschatting worden gemaakt van de periode tussen ontstaan en melden van de brand; er kan gesteld worden dat deze brand vermoedelijk is gemeld binnen 10 minuten na ontstaan. Bij de andere twee casussen kan vanwege het ontbreken van gegevens geen inschatting worden gemaakt van de periode tussen ontstaan en melden van de brand.

3.2.3 Branduitbreiding via de gebouwschil

Hoewel de toegepaste bouwmethode en bouwmaterialen per casus (in detail) verschillen (zie paragraaf 4.2.1.), is er een overeenkomst in het effect op het brandverloop en de brandbestrijding. Vanwege de brandbaarheid van de materialen waaruit de schil bestond, was er sprake van snelle branduitbreiding naar verschillende constructies en ruimten. Niet alleen was er brand op de ontstaanslocatie (woning of balkonconstructie), maar ook het gebouw zelf of meerdere woningen stond(en) (na verloop van tijd) in brand. In alle casussen heeft de brand zich via de gevel en aangrenzende constructies verspreid naar het dak. Vervolgens heeft de brand zich bij alle casussen via de dakconstructie en naar onderliggende woningen uitgebreid. Bij twee casussen heeft de brand zich in de eerste minuten via de gevelconstructie ook uitgebreid naar de gevelconstructie van de naastgelegen woning.



Binnen 7 minuten na het ontdekken heeft de brand vanuit de binnenzijde van de woning de nok van het dak bereikt. De brand heeft zich via een deels openstaand keukenraam naar de gevelconstructie uitgebreid en vandaar zowel naar boven toe als in zijwaartse richting naar een aangrenzende woning. Vanuit de gevelconstructie heeft de brand zich via de ruimte tussen de zonnepanelen en het brandbare dak verspreid naar de nok van het dak. Het vuur is in de holle ruimte onder de metalen afdekplaat en de houten nok van twee woningen terechtgekomen, waarna het zich via de zolder van een van de woningen en de nok heeft verspreid naar aangrenzende woningen.

Vanwege de bouwmethode werd de brand op de zolderruimten van de aangrenzende woningen niet snel uitslaand, wat resulteerde in relatief veel pyrolysegassen en overdruk. Hierdoor verspreidden rook en vuur zich naar andere aangrenzende woningen via naden kieren in de scheidingsconstructie tussen deze woningen.

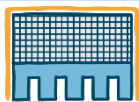


De brand breidt zich vanaf de zevende verdieping uit naar de achtste en – via de gevelconstructie en het balkon – naar het dak. De gevelconstructies op de verdiepingen staan met elkaar in verbinding, maar ook met de vloerconstructie van het aan de gevelconstructie grenzende balkon. De brand heeft zich uitgebreid naar de bovenliggende woning, mede doordat de droge blusleiding waarmee de brandweer wilde blussen defect was geraakt (zie paragraaf 4.5.5). Ongeveer 40 minuten na melding is de brand overgeslagen naar het dak en heeft zich in en over de dakconstructie onder invloed van de wind verder kunnen uitbreiden. Via de dakconstructie heeft de brand zich ook kunnen uitbreiden naar enkele onderliggende woningen op de achtste verdieping.



De brand heeft zich binnen 6 minuten na ontdekken vanuit de binnenzijde van een woning via een opstaand raam kunnen uitbreiden naar het dak van het gebouw. Het is niet duidelijk of en in welke mate de gevelconstructie hieraan heeft bijgedragen. De gevel van de unitwoningen liep over meerdere bouwlagen door en was verbonden met de dakconstructie. De brand heeft zich, nadat het dak werd bereikt, in en over de dakconstructie onder het schildak verder kunnen uitbreiden. Vervolgens heeft de brand zich via de dakconstructie naar de woningen van de onderliggende bouwlagen uitgebreid.

Naast de holle ruimten in constructieonderdelen is bij alle casussen ook in enige vorm sprake van een holle ruimte onder een extra schil boven of op de dakconstructie, die heeft bijdragen aan de branduitbreiding. De uitvoering en locatie van de extra schil verschillen per casus, net als de wijze waarop de schil heeft bijgedragen aan de branduitbreiding.



Over de bestaande schuine dakconstructie (zadeldak) is een extra schil van dakelementen geplaatst waar bovenop over het gehele dakvlak een doorlopende laag met zonnepanelen is gelegd. Over de nok van het dak, daar waar de dakelementen op elkaar aansluiten, ligt een metalen afdekkap waarmee de houten nokconstructie is afgedekt.

Op drie manieren is sprake van een extra schil over de dakconstructie en heeft deze extra schil bijgedragen aan de branduitbreiding:

1. Via de ruimte tussen de zonnepanelen en het schuine dak in combinatie met de toegepaste brandbare dakbedekking (EPDM) heeft de brand zich uitgebreid. Binnen één minuut heeft de brand zich vanaf de gevel via deze ruimte naar de nok van het dak van zowel de woning waar de brand is ontstaan als een aangrenzende woning verspreid.
2. De staalplaat die over de nok van het dak was aangebracht vormde een (afschermende) schil. De brand in de onderliggende holle ruimte kon zich via de houten constructie uitbreiden naar de binnenzijde van de aangrenzende woningen.
3. Ter plaatse van de woningscheidende wanden heeft de brand zich vanuit de spouw tussen de oude en de nieuwe buitenschil via open verbindingen (holle ruimte) naar de aangrenzende woningen kunnen verplaatsen.



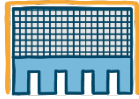
In de lichte bouwconstructie bevinden zich holle ruimten tussen vloeren, plafonds en schachten. De brand heeft zich langs de in de gevel geïntegreerde hemelwaterafvoer naar boven toe kunnen uitbreiden.



De geschakelde en gestapelde units zijn afgedekt met een dakconstructie van EPS en bitumen. Over dit platte dak van de units is een metalen 'tropendak' geplaatst in de vorm van een zadeldak. Deze extra schil heeft als doel om het gebouw koel te houden door schaduw te geven en zoninstraling te beperken. Tussen het platte dak van de units en het tropendak is een holle, natuurlijk geventileerde ruimte aanwezig. Als de brand het dak bereikt heeft, zorgt het tropendak voor een afschermende werking waardoor warmte en rook zich onder het tropendak kunnen ophopen. Deze afschermende werking heeft de branduitbreiding in en over het platte dak bevorderd.

3.2.4 Rookverspreiding

Bij alle casussen heeft de rook zich al in de beginfase van de brand verspreid naar aangrenzende woningen. De wijze waarop en de snelheid waarmee dit is gebeurd, verschillen per casus. Bij twee casussen was ook sprake van rookverspreiding via de woningtoegangsdeur naar de gang. Ook heeft de rook zich opgehoopt in holle ruimten (zolderruimten en onder het tropendak), hetgeen risicovol kan zijn voor zowel burgers als hulpverleners. Er was bij de drie casussen sprake van hevige rookontwikkeling en rookverspreiding; er is echter niet duidelijk is geworden wat exact de bron van de rookontwikkeling was: de brand in de woningen of op het balkon, of die in de gebouwschil.



Voor aankomst van de brandweer had er al rookverspreiding plaatsgevonden naar de aangrenzende woningen. In twee woningen naast de woning waar de brand is ontstaan blijkt er al rook op de zolder te zijn als de brandweer ze betreedt. In ieder geval via de holle ruimten in de gebouwschil (de dakconstructie en waarschijnlijk ook de gevelconstructie) maar ook via naden en kieren in de woningscheidende wandconstructie verspreidt de rook zich naar de aangrenzende woningen.



Melders (bewoners van het woongebouw) van de brand nemen rook (en vlammen) waar aan de binnen- en buitenzijde van het gebouw. In het trappenhuis van het gebouw hangt licht rook, net als op de zesde verdieping. Op de zesde en zevende verdieping hangt er 'behoorlijk veel rook' volgens de brandweer. Er wordt mede vanwege de rookverspreiding besloten het hele gebouw te ontruimen.



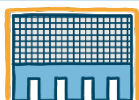
De bewoner van de woning waarin de brand is ontstaan is door de politie naar buiten gebracht, waarna de voordeur open is blijven staan. Ook is er een voordeur open blijven staan, nadat een van de burens de eigen woning was ontvlucht. Hierdoor heeft de rook zich (ook) via de gang verspreid naar andere woningen. Op de verdieping boven de brand was er bij aankomst van de brandweer ook al sprake van een behoorlijke hoeveelheid rook. Op de verdieping onder de brand was sprake van lichte rook. Een grote hoeveelheid rook verzamelde zich onder de schildakconstructie en kon daar mogelijk via installatiesystemen verder het gebouw in worden verspreid.

3.3 Brandbestrijding

In deze paragraaf worden de relevante aspecten besproken die van invloed zijn geweest op de (on)mogelijkheden van brandbestrijding.

3.3.1 De omvang van de brand bij aankomst van de brandweer

Bij alle casussen was de brandweer binnen 10 minuten ter plaatse. Bij aankomst werd de eerste basiseenheid geconfronteerd met brand op meerdere bouwlagen. Bovendien waren er meerdere woningen betrokken bij de brand en/of werden bewoners van meerdere woningen bedreigd door rook. De brandweer had mede hierdoor veel taken, zowel op het gebied van hulpverlening bij het ontvluchten van bewoners van (en andere aanwezigen in) het gebouw, als het zoeken naar de locaties van de brand (in de gebouwschil), als de bestrijding van een omvangrijke en moeilijk bereikbare brand.



Bij aankomst van de brandweer – circa zes minuten na de melding van de brand – wordt het beeld bevestigd dat er sprake is van een uitslaande brand (aan de voor- en achterzijde van de woning) en zijn vlammen bij de nok zichtbaar. De gevel van het huis links van de woning waar de brand is ontstaan, staat in brand. De nok van de woning rechts staat ook in brand. De brandweer zet in op het voorkomen van verdere branduitbreiding via de gevels, het bestrijden van de brand in de woning en het controleren van aangrenzende woningen op aanwezigheid van personen. Tijdens de brandweerinzet is geschakeld tussen verschillende inzetacties: van offensief buiten tot defensief binnen en een combinatie van alle vier de inzetkwadranten gelijktijdig.



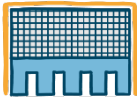
Wanneer de eerste eenheden – 8 en 9 minuten na de melding – arriveren, wordt er aan de buitenzijde (de voorzijde) van het gebouw geen brand of rook waargenomen. De twee brandmeldingen die binnenkomen waren, geven geen uitsluitsel over de verdieping waar de brand is; de vijfde en de zevende verdieping worden genoemd. Bewoners verlaten ondertussen het pand. In de woning, en specifiek in de constructie tussen de zesde en zevende verdieping doet de brandweer een bluspoging met een schuimblusser (offensief binnen). Deze heeft niet het gewenste resultaat. Er wordt vastgesteld dat de brand een verdieping hoger zit. De ploeg begint de zesde verdieping te ontruimen. Door de andere eenheid wordt op de zevende verdieping vastgesteld dat de brand in de constructie van twee woningen zit. Ondertussen wordt ook de watervoorziening via de droge blusleiding opgebouwd voor een offensieve binneninzet, maar al snel blijkt dat deze defect is geraakt (zie verder paragraaf 4.3.4). Gedurende de periode dat er geen bluswater is, breidt de brand zich uit naar het dak. Vervolgens is ingezet op offensief buiten om de brand op het dak te blussen, gevolgd door een offensieve binneninzet om de brand in de woningen te bestrijden.



Bij aankomst – 4 minuten na de melding van de brand – ziet de eerste brandweereenheid rook boven het dak van het gebouw uitkomen. Dichterbij is er zicht op de uitlaande brand. Er is sprake van veel rookontwikkeling en de vlammen slaan uit de unit waar de brand is ontstaan. Er wordt besloten een offensieve buiteninzet uit te voeren, gevolgd door een offensieve binnenzet om de brand in de woning te blussen. Nadat duidelijk is dat de brand zich ook op het dak bevindt, is ingezet op defensief buiten en vervolgens op een combinatie met een offensieve buiteninzet.

3.3.2 Bereikbaarheid van de brand

Bij alle casussen was de brand voor de brandweer moeilijk bereikbaar, omdat die zich in de gebouwschil (gevel en dak) en inwendige constructies bevond. Bij een dakbrand is de inzet van een redvoertuig (ladderwagen of hoogwerker) noodzakelijk om de brand te kunnen bereiken. Of een inzet mogelijk is, hangt ervan af of een redvoertuig aanwezig is, of er een opstelplaats is voor een brandweervoertuig nabij de brandhaard(en) en of vanaf die opstelplaats de brand bereikt kan worden. Door de terreininrichting konden niet alle zijden van de gebouwen met een redvoertuig bereikt worden, waardoor ook niet alle branden in de gebouwschil bereikbaar waren. Een tweede complicerende factor was, dat het bij een brand in de gebouwschil niet altijd mogelijk is bluswater op de brandhaard te krijgen, omdat die brandhaard zich in de constructie bevindt. Alvorens er geblust kon worden, moest de constructie gesloopt worden om bij de brandhaard te komen. Bovendien was de locatie van de brandhaard vaak moeilijk te bepalen.



De brand in de gebouwschil was moeilijk bereikbaar. Deze was niet van binnenuit te bestrijden vanwege het risico van een (explosieve) rookgasontbranding. De precieze locatie was moeilijk vast te stellen, omdat deze in de 'schil' zat. Bovendien was de brand in de dakconstructie niet vanaf straatniveau te bereiken. Niet overal kon de brand direct en/of effectief worden bestreden:

1. Door de metalen afdekplaat kon de brand in de nok van de woningen niet worden bereikt. (Bovendien was het mede door de zonnepanelen én de uitvoering van de dakconstructie lastig voor de brandweer om een stoplijn in het dak te maken om zo de brand te stoppen).
2. Door de gebruikte materialen in de 'gebouwschil' en de hoge mate van isolatie (onder andere door glaswol en driedubbel glas) werd de brand afgeschermd en was daardoor moeilijk bereikbaar.
3. Aan de rechterzijde van de woning waar de brand was ontstaan, konden de daken niet bereikt worden (geen dekking) met een redvoertuig (vanwege een autovrije straat). Aan de linkerzijde kon de brand vanuit een hoogwerker worden gestopt, maar pas drie woningen verder dan de woning waar de brand was ontstaan. De brand op de zolder naast de woning waar een defensieve binneninzet werd uitgevoerd, kon met de torenstraal van de hoogwerker worden bestreden, waarna het wel mogelijk was om via een offensieve binneninzet de brand te bestrijden en verdere branduitbreiding te voorkomen.
4. Vanwege de rookverspreiding naar aangrenzende woningen kon niet meer in alle woningen veilig binnen worden opgetreden en was de brand van binnenuit de woningen dus niet bereikbaar.



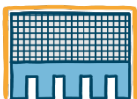
De vuurhaard was niet rechtstreeks bereikbaar, omdat deze zich in de wandconstructie bevond. De brand op het dak was niet goed te blussen vanuit het gebouw. Hiervoor was de inzet van redvoertuigen noodzakelijk.



In eerste instantie werd de brand in de woonunit bestreden van buitenaf, waarna binnen de brand in de woning werd geblust. Er was op dat moment ook al sprake van brand op het dak. De brand op het dak was echter moeilijk bereikbaar vanwege het tropendak erboven.

3.3.3 Terugtrekken van de brandweer tijdens de inzet

Bij alle casussen was het voor de brandweer noodzakelijk om de ingezette eenheden terug te trekken uit het gebouw vanwege een onveilige situatie. De redenen waarom waren niet hetzelfde. Bij de verduurzaamde woningen was sprake van een onveilige situatie vanwege de ophoping van rookgassen, en bij het opgetopte woongebouw en de unitwoningen vanwege de snelle en onoverzichtelijke branduitbreiding over het dak.



Binnen een kwartier na melding werd al duidelijk dat de situatie op zolder van de woning rechts van de woning waar de brand was ontstaan, te gevaarlijk was vanwege het risico van een (explosieve) rookgasontbranding. De brandweer trok zich terug uit de woning. Dezelfde situatie deed zich voor in de woning links naast de woning waar de brand was ontstaan.



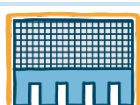
Mede als gevolg van het falen van de droge blusleiding kon de brand zich enige tijd uitbreiden, voordat er op een andere manier bluswater beschikbaar kwam. Op het moment dat er weer bluswater beschikbaar was, had de brand het dak al bereikt en stond de helft van het dak al in brand. Hierop werd besloten dat de brandweerploeg die aanwezig was in het gebouw op de verdieping onder het dak, zich terug moest trekken.



Tijdens het ontruimen van de bovenste verdieping werd geconstateerd dat de brand al op het dak zat. Dit was ongeveer 11 minuten nadat de eerste eenheid ter plaatse was. Nadat zeker was dat het gebouw ontruimd was, hebben de eenheden het gebouw verlaten. Ongeveer 1 uur en 20 minuten na de brandmelding, wordt gemeld dat er afstand moet worden genomen van het gebouw, in verband met instortingsgevaar.

3.3.4 Voorzieningen voor de brandbestrijding

In deze paragraaf ligt de focus op situaties, waarbij de voorzieningen voor de brandbestrijding niet functioneerden zoals verwacht. Bij één casus heeft het falen van de droge blusleiding invloed gehad op het incidentverloop. Bij een andere casus heeft het niet kunnen gebruiken van de brandkraan voor vertraging gezorgd, maar hadden andere factoren een meer bepalende invloed op het incidentverloop.



De brandkraan in de buurt van de opstelplaats van de eerste tankautospuut bleek niet bruikbaar te zijn. Hierdoor moest er een andere brandkraan worden gebruikt. Tijdens het realiseren van deze alternatieve watervoorziening is gebruikgemaakt van de watervoorraad van de tweede tankautospuut, die net ter plaatse was.



Nadat duidelijk was geworden dat de brand niet met een klein blusmiddel kon worden bestreden, werd een poging gedaan de droge blusleiding te gebruiken; echter raakte deze defect. De oorzaak van het defect was in eerste instantie niet duidelijk; de brandweer moet alle verdiepingen nalopen om het defect op te sporen. Het uit de droge blusleiding stromende water liep de liftschacht van de brandweerlift in, waardoor deze onbruikbaar werd. Het opzetten van een alternatieve bluswatervoorziening en alternatieve verplaatsing binnen het gebouw (de brandweerlift was niet meer bruikbaar) nam ongeveer 20 minuten in beslag.



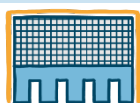
Voor deze casus zijn er geen bijzonderheden wat betreft dit thema.

3.4 Gevolgen van de brand

In algemene zin valt bij de drie geselecteerde casussen op dat branduitbreiding naar de gebouwschil (gevel- en dakconstructie) heeft plaatsgevonden en dat de branden hebben geresulteerd in het onbewoonbaar raken van het gehele woonblok of een aanzienlijk deel daarvan. Er zijn geen dodelijke slachtoffers gevallen.

3.4.1 Slachtoffers

Bij twee branden zijn er helemaal geen slachtoffers, bij de casus opgetopt woongebouw heeft één bewoner rook ingeademd en zijn twee brandweermensen lichtgewond geraakt.



Er zijn geen gewonden gevallen bij de brand.



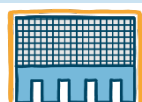
Als gevolg van de brand heeft – voor zover bekend – één bewoner rookintoxicatie opgelopen. Er zijn twee brandweermensen met lichte brandwonden.



Er zijn geen gewonden gevallen bij de brand.

3.4.2 Ontvluchting, evacuatie en redding

Bij aankomst van de brandweer waren de bewoners van de brandwoning al gevlucht. Bij alle casussen zijn meerdere woningen bij de brand betrokken geraakt en moesten meerdere bewoners, mede als gevolg van de rookverspreiding, hun woningen verlaten. De omstandigheden waaronder en de wijze waarop de bewoners hun woning konden verlaten, verschillen per casus. Niet altijd hebben bewoners de woning via de reguliere vluchtroute verlaten. Bij twee casussen heeft de brandweer meerdere verdiepingen en gebouwen moeten ontruimen. Ook zijn mensen door de brandweer uit woningen gered.



Er zijn vijf personen aanwezig in de woning waar de brand ontstaat. De brand is door één van de bewoners ontdekt – even later gaat ook de rookmelder af. Twee bewoners op de zolder hebben zichzelf via een dakraam over de zonnepanelen in veiligheid gebracht, omdat het door de hoeveelheid rook niet meer mogelijk was om via de vlizotrap naar beneden te vluchten. Drie andere bewoners die zich op de eerste verdieping bevonden, zijn via de trap en voordeur gevlucht. Zij moesten deels door de rook vluchten. Alle bewoners van de door rook en brand bedreigde woningen zijn zelfstandig uit hun woning gevlucht, al dan niet onder begeleiding van de politie of de brandweer.



In de onderzoeksrapporten staat geen informatie over de ontvluchting van de bewoners van de woning waar de brand is ontstaan en ook niet over de bewoner van de onderliggende woning die melding heeft gedaan. Nadat de brand was gemeld, hebben andere bewoners de ontruiming van het gebouw zelf in gang gezet. Ongeveer een kwartier na melding is de rookverspreiding zodanig dat de brandweer besluit om de bovenste drie verdiepingen van het gebouw te ontruimen. De brandweer controleert de woningen. Ongeveer 20 minuten na de start van de ontruiming belt een bewoner van een woning op de zesde verdieping (etage onder de brand) de meldkamer van de brandweer met het bericht vast te zitten in zijn woning. Deze persoon wordt door de brandweer gered. Ongeveer drie kwartier na aankomst van de brandweer is het gebouw ontruimd en is gecontroleerd of er daadwerkelijk geen personen meer in het gebouw zijn.



De bewoner van de woning waarin de brand is ontstaan, is door de politie uit de woning gehaald, waarbij de voordeur open is blijven staan. Ook is er een voordeur open blijven staan, nadat een van de burens de eigen woning is ontvlucht. Hierdoor heeft de rook zich (ook) via de gang verspreid naar andere woningen. De politie is gestart met de ontruiming van de verdieping. De bewoner van de woonunit naast die waar de brand is ontstaan, wilde via het raam vluchten en is door de politie aangespoord om via de gang te vluchten. Deze bewoner is inderdaad via de gang kunnen vluchten, al stond de gang toen al vol rook. Na het vluchten is deze voordeur open blijven staan. De meeste bewoners hebben het woonblok zelfstandig verlaten, soms aangespoord en ondersteund door de brandweer.

(vervolg op volgende pagina)

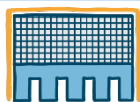


(vervolg)

Ongeveer een half uur na de melding van de brand heeft de brandweer nog één persoon gered uit de woning tegenover de unit waar de brand is ontstaan. Ongeveer een half uur na de melding zijn alle bewoners gevlucht of geëvacueerd. Vanwege het risico van branduitbreiding wordt een blok aangrenzend aan het blok waar de brand woedt preventief ontruimd. Vanwege de rook zijn ook andere woonblokken ontruimd; in totaal 175 woonunits. Dit leidde ertoe dat er 400 mensen hun woning moesten verlaten.

3.4.3 Branduitbreiding naar een andere woningen

In alle drie gevallen blijft de brand niet beperkt tot één woning. De brand richt forse schade aan waardoor een groot aantal woningen onbewoonbaar raakt.



De hele rij woningen (8 woningen) raakt onbewoonbaar door de brand.



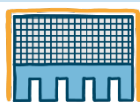
75 woningen in het woongebouw raken onbewoonbaar door de brand.



95 woningen raken door de brand onbewoonbaar.

3.4.4 Opschaling en inzetduur

Bij alle drie de casussen zijn er meteen na de melding meerdere brandweereenheden gealarmeerd en is opgeschaald naar 'grote brand'. De tijd vanaf de eerste melding tot en met het sein 'brand meester' duurde uren, bij de verduurzaamde woningen zelfs meer dan acht uur.



Op basis van de melding dat de gehele woning in brand staat en er mensen naar het dak gevlucht zijn, is meteen opgeschaald naar 'grote brand' met alarmering van een redvoertuig. Ongeveer een half uur na de brandmelding wordt er opgeschaald naar 'zeer grote brand' en worden zodoende meer brandweereenheden gealarmeerd. Meer dan 8 uur na de brandmelding volgt het sein 'brand meester'.



Op basis van de melding dat er brand 'in de muren zit', worden er volgens het standaardprotocol twee blusvoertuigen en een redvoertuig gealarmeerd. Bijna een half uur na melding volgt opschaling naar 'zeer grote brand'. Na bijna 6 uur (na melding) volgt het sein 'brand meester'.



Op basis van de melding dat er brand is in een woning worden er volgens het standaardprotocol twee blusvoertuigen en een redvoertuig gealarmeerd. Na 15 minuten volgt er opschaling naar 'zeer grote brand'. Na meer dan 4 uur (na melding) volgt het sein 'brand meester'.

3.5 Belangrijkste overeenkomsten en verschillen

De belangrijkste overeenkomsten en verschillen tussen de drie casussen worden in deze paragraaf samengevat. Er is onderscheid gemaakt tussen het brandverloop en de brandbestrijding. Daarmee wordt antwoord gegeven op de vraag: *Wat zijn de belangrijkste overeenkomsten en verschillen op gebied van het brandverloop en de brandbestrijding tussen de geselecteerde branden?*

3.5.1 Relevante gebeurtenissen in tijdlijnen

In bijlage 1 zijn de voor dit onderzoek meest relevante gebeurtenissen per casus samengevat in een tijdlijn. Er is gebruikgemaakt van de informatie die in de betreffende onderzoeksrapporten is gegeven. De tijden in die rapportages zijn gebaseerd op waarnemingen door brandweerpersoneel en/of beeldmateriaal. Niet van alle gebeurtenissen is het tijdstip bekend (weergegeven in de tabel met 'onbekend').

De drie tijdlijnen zijn vervolgens vergelijkbaar gemaakt door de tijden van de gebeurtenissen te relateren aan eenzelfde referentiepunt ($t = 0$), in dit geval het moment van melding. In deze paragraaf zijn de drie bewerkte tijdlijnen naast elkaar gezet, zie tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tijdlijn gebeurtenissen casussen

Gebeurtenissen	Verduur- zaamde woningen (uu:mm)	Unit- Woningen (uu:mm)	Opgetopt woon- gebouw (uu:mm)
Melding brand bij meldkamer brandweer	00:00	00:00	00:00
Uitslaande brand	<00:06	00:03	n.v.t.
Rookverspreiding (naar andere woningen)	00:12	00:04	00:00
Op beeld is brand zichtbaar in/op gevel	00:05	00:06	00:06
Eerste brandweereenheid ter plaatse	00:06	00:04	00:09
Falen droge blusleiding	n.v.t.	n.v.t.	00:25
Beginnende brand in twee woningen, branddoorslag bovenliggende bouwlaag en gang vol rook: terugtrekken brandweer binneninzet			00:26
Brand op balkon bovenliggende woning			00:33
Brand op / in dak	00:07	00:06	00:41
Alternatief bluswater beschikbaar	n.v.t.	n.v.t.	00:45
Signalen die duiden op gevaar van (explosieve) rookgasontbranding, terugtrekken brandweer binneninzet	00:12		
Gehele dak in brand	n.v.t.	00:15	n.v.t.

(vervolg op volgend pagina)

Tabel 3.3 Tijdlijn gebeurtenissen casussen (vervolg)

Gebeurtenissen	Verduur- zaamde woningen (uu:mm)	Unit- Woningen (uu:mm)	Opgetopt woon- gebouw (uu:mm)
Opschaling 'zeer grote brand'	00:31	00:15	00:26
Zichtbaar dat er brand is in de aangrenzende woning	<00:39	onbekend	onbekend
Signalen van instortingsgevaar gebouw		01:24	
Brand meester	08:08	04:13	05:52

3.5.2 Overeenkomsten

De belangrijkste overeenkomsten tussen de drie casussen met betrekking tot het brandverloop zijn hieronder samengevat:

- > De brand breidt zich uit naar de gevel van een lichte bouwconstructie met daarin brandbare bouwmaterialen. Bij de melding of binnen 6 minuten na de melding is de brand aanwezig in de gevelconstructie.
- > De brand breidt zich uit via de gevelconstructie en ontsteekt de dakconstructie.
- > Zodra de dakconstructie bij de brand betrokken raakt, is de brand moeilijk te bestrijden en raakt (bijna) de gehele dakconstructie bij de brand betrokken.
- > In korte tijd wordt het gehele woonblok, of een aanzienlijk deel van het gebouw, door de rookontwikkeling en het gevaar van ongecontroleerde branduitbreiding bedreigd. Uiteindelijk konden de bewoners niet naar hun woningen terugkeren en zijn 8 geschakelde woningen en 75, respectievelijk 95 gestapelde woningen door de brand beschadigd (tot onbewoonbaar) geraakt.
- > Er vallen geen dodelijke slachtoffers bij de branden.

Samengevat zijn de belangrijkste overeenkomsten wat betreft de brandbestrijding:

- > Bij alle casussen is de brandweer(eenheid) binnen 10 minuten ter plaatse. Bij aankomst is er brand in meerdere ruimten of op plaatsen in de gebouwschil (constructie). De brandweer wordt geconfronteerd met een omvangrijk en complex incident.
- > Op enig moment heeft de brandweer zich moeten terugtrekken tijdens de inzet, omdat brandbestrijding binnen in het gebouw niet langer veilig (of niet effectief) kon plaatsvinden.
- > Er is sprake van brand op hoogte waarbij op enig moment redvoertuigen zijn ingezet om de brand te bestrijden.
- > De branden waren moeilijk te lokaliseren en te bereiken vanwege de combinatie van hoogte, van buitenaf moeten optreden en brand in de gebouwschil, en omdat een redvoertuig niet altijd in de buurt kon komen.

3.5.3 Verschillen

Er zijn ook verschillen tussen de casussen. De belangrijkste staan hieronder samengevat:

- > Bij twee van de drie casussen is de brand ontstaan in de woning, bij een de derde in of nabij de buitenmuur (onderzijde van de balkonmuur).
- > In alle gevallen bereikte de brand op enig moment het dak. Bij het opgetopte woongebouw kon de brand zich enige tijd ongehinderd naar het platte dak uitbreiden, omdat er geen bluswater op hoogte beschikbaar was vanwege een defecte droge blusleiding.

Vervolgens heeft de brand zich verder uitgebreid als gevolg van de wind. Bij de unitwoningen raakte het dak al snel bij de brand betrokken, maar dat was vanwege het tropendak en de hevige rookontwikkeling voor de eerste en aanrijdende eenheden in eerste instantie niet zichtbaar. Vervolgens raakte de dakbrand zover ontwikkeld dat deze, mede vanwege de onbereikbaarheid door het tropendak, niet meer te bestrijden was. Bij de casus van de verduurzaamde woningen bevond de brand zich in een holle ruimte onder aaneensluitende zonnepanelen op een schuin dak, en in de holle ruimte onder een metalen nok. De zonnepanelen en de nok konden niet eenvoudig verwijderd worden, waardoor het bluswater de brand moeilijk kon bereiken.

- > De brand in het opgetopte woongebouw is de enige casus waarbij een defect van voorzieningen voor de brandbestrijding (de droge blusleiding en de brandweerlift) van wezenlijke invloed is geweest op het brandverloop. Bij de casus verduurzaamde woningen was een brandkraan weliswaar niet bruikbaar, maar dit heeft geen effect gehad op het brandverloop.
- > Bij twee casussen is er brand en rook zichtbaar wanneer de brandweer aankomt; er is sprake van een uitslaande brand. Bij één casus zijn er bij aankomst geen signalen van de brand waargenomen door de brandweer. Eenmaal binnen gaat de brandweer op zoek naar de brand.
- > Veelal konden de bewoners zelfstandig vluchten; bij twee casussen is een bewoner gered door de brandweer, omdat deze niet meer zelfstandig kon vluchten door de rookverspreiding. Bij één casus vallen er (licht)gewonden.
- > De redenen dat de brandweer zich op bepaalde momenten moest terugtrekken (het gebouw moest verlaten) is verschillend. Een keer was dit noodzakelijk vanwege het risico van een (explosieve) rookgasontbranding. In het tweede geval vanwege een snelle en onoverzichtelijke branduitbreiding over het dak vanwege het falen van de droge blusleiding. En in het derde geval eveneens vanwege brand op het dak, waarna de brandweer bovendien afstand moest nemen vanwege instortingsgevaar.
- > Er is een verschil in de tijd die de brandweer nodig had om het sein 'brand meester' te kunnen geven. Bij de verduurzaamde woningen duurde dit ongeveer 8 uur, bij het opgetopte woongebouw bijna 6 uur en bij de unitwoningen iets meer dan 4 uur.

4 Vergelijking tussen casussen en doelstellingen van bouwregelgeving

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag: *Hoe verhouden het brandverloop, de brandbestrijding en het resultaat van de branden zich met a) de doelstellingen en uitgangspunten van de (bouw)regelgeving op gebied van brandveiligheid en b) al bekende inzichten op het gebied van brandveiligheid van dit type woningen?* In paragraaf 4.1 komt de beschouwing van het brandverloop aan bod, paragraaf 4.2 behandelt de brandbestrijding en in paragraaf 4.3 wordt ingegaan op de gevolgen van de brand. Per onderwerp worden eerst de belangrijkste bevindingen beschreven en daarna volgt een beschouwing van de bevindingen in relatie tot uitgangspunten en eventuele eerdere inzichten.

4.1 Brandverloop

4.1.1 Brand in de gebouwschil

Bevindingen

In de drie casussen heeft de brand zich uitgebreid naar de gevel, die is uitgevoerd als lichte bouwconstructie met daarin brandbare bouwmaterialen. Bij de melding of binnen 6 minuten na de melding is de brand aanwezig in of op de gevelconstructie. In alle drie onderzochte casussen is het dak ontstoken als gevolg van een ontwikkelde brand: er was sprake van een uitlaande woningbrand, of van een ontwikkelde brand op een balkon. De gebouwschil (gevel en dak) heeft aanzienlijk bijgedragen aan de brandvoortplanting.

Beschouwing

Bij verduurzaamde of snel gerealiseerde woningen en woongebouwen is doorgaans sprake van een lichte bouwconstructie met brandbare onderdelen, waardoor de materialen in de gebouwschil bij een ontwikkelde of uitlaande brand bijdragen aan het brandverloop. Een belangrijke oorzaak hiervan is dat deze materialen bij een dergelijke brand worden blootgesteld aan een hoge thermische belasting (door een brand met het brandvermogen overeenkomstig een woningbrand). Deze belasting is veel hoger dan de thermische belasting die wordt gehanteerd in de testmethode (een brandvermogen vergelijkbaar met een prullenbakbrand of vuurkorfbrand), waarmee de brandklasse van de materialen aan de buitenzijde van een gebouwschil wordt bepaald.

Brandklasse

Om het risico te beperken dat een gevelconstructie vlamvat en brand zich vervolgens snel over een geveloppervlak kan verspreiden geeft het Bouwbesluit 2012 eisen voor de brandklasse waaraan de gevelconstructie aan de buitenzijde moet voldoen. De testmethode voor de brandvoortplantingsklasse staat model voor een brandende prullenbak of klein meubel in de hoek van een kamer (DGMR, 2021). De brandklasse van een gevelconstructie

geeft daarom uitsluitend een indicatie van de bijdrage aan de brandvoortplanting bij een kleine brand, zonder betrouwbaar inzicht te bieden bij een grote (zoals uitslaande) brand. Bovendien worden geen eisen gesteld aan het brandgedrag van de (diepere) kern van de gevelconstructie.

Bij een ontwikkelde of uitslaande woningbrand blijkt dat de gevelconstructie aanzienlijk kan bijdragen aan de brandvoortplanting en branduitbreiding. Dit is al eerder gebleken uit de brand in de Grenfell Tower (Londen, 14 juni 2017), maar ook uit de brand in een hoge woontoren in Valencia (Spanje, 22 februari 2024), die plaatsvond in de periode dat het onderhavig onderzoek is uitgevoerd. Bij beide branden zijn de woontorens volledig onbewoonbaar geraakt en zijn meerdere mensen omgekomen. Daarmee wordt de doelstelling van de voorschriften voor beperking van brandvoortplanting niet bereikt, namelijk het voorkomen van snelle ontwikkeling van brand en rook.

Geen eisen aan het brandgedrag van de (diepere) kern van de gevelconstructie

Er gelden geen eisen aan de bijdrage van brandvoortplanting van de materialen in de kern van de gevelconstructie, wanneer deze aan de buitenzijde van de gevel zijn afgeschermd met een onbrandbaar materiaal. In de casus 'Verduurzaamde woningen' was een gevelsysteem toegepast van EPS met aan de buitenzijde (onbrandbaar) stucwerk. Wanneer een dergelijk gevelsysteem wordt blootgesteld aan de 'prullenbakbrand' volgens de testmethode, kan het voldoen aan brandklasse B. In het geval het wordt blootgesteld aan een veel grotere (zoals uitslaande) brand, kan EPS achter de stuc laag echter gaan pyrolyseren en mee gaan branden.

De voorschriften van het Bouwbesluit 2012 zijn evenmin gericht op het voorkomen van het ontsteken van een (brandbare) gevel als gevolg van een binnenbrand (hooguit indirect via de wdbdo-eis).

De constatering dat gevelonderdelen in brand kunnen raken, ondanks dat wordt voldaan aan brandklasse B conform de brandtest, is al eerder gedaan in een onderzoek door DGMR (2021, p.30):

Het is aannemelijk dat een niet verwaarloosbaar deel van de gevels bij de huidige bouwwijzen een grote gevelbrand kan vertonen als gevolg van een grote ontstekingsbron als een uitslaande brand, ook bij het voldoen aan de brandklasse B. De verschillen tussen die grote ontstekingsbronnen en de ontstekingsbron die is gebruikt voor de bepaling van de klassering en de beperkingen van de testmethode zijn daarvoor groot genoeg (zie bijvoorbeeld het verschil in warmtebelasting, beschreven 3.2.2). De kans op slachtoffers is dan afhankelijk van de (al dan niet zelfstandige) vluchtmogelijkheden en de inzetmogelijkheden van de brandweer.

Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een aanbeveling van de ATGB naar aanleiding van de brand in de Grenfell-Tower in Londen (ATGB, 2020). Op basis hiervan zijn voorstellen gedaan voor een hogere brandklasse (A2) en een meer realistische testmethode voor hoger gelegen geveldelen.⁷ Dit heeft geleid tot een voorgenomen wijziging van de voorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving, die naar verwachting in 2026 in werking treden (Ministerie van BZK, 2023). Deze voorschriften gaan uitsluitend gelden voor hoge gebouwen en worden niet van toepassing op gebouwen zoals de casussen in dit

⁷ Namelijk brandklasse A2 met een uitzonderingsmogelijkheid, afhankelijk van de hoogte (> 30 of > 50 m) en de gebruiksfunctie. De uitzonderingsmogelijkheid op brandklasse A2 betreft een alternatief om te voldoen aan bepaalde testmethoden die het brandgedrag in de praktijk beter representeren dan de Europese klassering volgens NEN-EN 13501-1.

onderzoek, maar zouden ook een oplossingsrichting kunnen bieden om de bijdrage aan de brandvoortplanting verder te beperken bij toepassing van lichte bouwconstructies.

Vliegvuur

Om te beperken dat een dak vlamvat als gevolg van vliegvuur door een brand in de omgeving (ander perceel) en zich vervolgens over het dak kan verspreiden, mag de bovenzijde van een dak niet-brandgevaarlijk ('vliegvuurbestendig') zijn. De testmethode voor de vliegvuurbestendigheid bestaat uit een zogenaamde 'vuurkorftest' conform NEN 6063. Dit betreft een testbrand met een (zeer) laag brandvermogen. De vliegvuurbestendigheid van dakbedekking geeft daarom uitsluitend een indicatie van het brandgedrag bij blootstelling aan een vuurkorf, niet van het brandgedrag bij blootstelling aan vlamcontact of straling van een ontwikkelde brand. De voorschriften voor vliegvuurbestendigheid van dakbedekking richten zich niet op het verminderen van het risico van ontsteking door brand op hetzelfde perceel door bijvoorbeeld een uitslaande brand uit een gevelopening (vlamcontact en straling).

4.1.2 Snelle branduitbreiding via gebouwschil

Bevindingen

In alle casussen heeft de brand zich via de gevel en aangrenzende constructies verspreid naar het dak en vervolgens verder via de dakconstructie en naar onderliggende woningen. Bij twee casussen heeft de brand zich in de eerste minuten via de gevelconstructie ook uitgebreid naar de gevelconstructie van de naastgelegen woning. Naast de holle ruimten in constructie-onderdelen, is bij alle casussen ook in enige vorm sprake van een holle ruimte onder een extra schil boven of op de dakconstructie die heeft bijgedragen aan de branduitbreiding. De uitvoering en locatie van de extra schil verschilt per casus, net als de wijze waarop de schil heeft bijgedragen aan de branduitbreiding. Zo hebben in de verduurzaamde woningen de zonnepanelen vanwege de afscherpende werking (ophoping van warmte en rook) invloed gehad op de snelle uitbreiding van brand vanaf de dakvoet naar de nok van het dak. In de unitbouw heeft de afscherpende werking van het tropendak (eveneens ophoping van warmte en rook) branduitbreiding in en over het platte dak bevorderd.

Beschouwing ten aanzien van de wbdbo

De bouwregelgeving stelt geen (directe) eisen aan de branduitbreiding via de gevel- en dakconstructie zelf. Dit betekent dat er geen verplichting geldt voor compartimentering van gevel- en dakconstructies die langs meerdere woningen lopen. De wbdbo-eis geldt namelijk tussen twee woningen en hieraan wordt voldaan als een brand zich niet binnen de voorgeschreven tijdsduur van de ene woning naar een ruimte in een andere woning kan uitbreiden (indirecte eis).

Brandbare materialen in een brandwerende gebouwschil

De gebouwschil bevindt zich in het branduitbreidingstraject tussen twee woningen. Om te voldoen aan de wbdbo-eis moet de gebouwschil zodanig brandwerend zijn, dat brand zich niet binnen de voorgeschreven tijdsduur van de ene woning naar een ruimte in een andere woning kan uitbreiden. Maar het is wel mogelijk dat de gevel ontbrandt en de brand zich uitbreidt via de gebouwschil. Kortom: een brand kan zich dus via de gevel wél uitbreiden, ook als de brandwerendheid tussen de woningen is gewaarborgd. Steenachtige constructies zijn zowel onbrandbaar als brandwerend.

Praktische vertaling wdbdo-eis

Consequentie hiervan is dat een brand zich weliswaar niet binnen de voorgeschreven tijdsduur uitbreidt naar de binnenzijde van een andere woning, maar zich wel van binnenuit naar een (brandbare) gevel van meerdere woningen kan verspreiden, met als gevolg dat de gehele gevel van aaneengesloten woningen in brand kan staan. Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) werkt momenteel aan een aanpassing van NEN 6068 met als doel dat ook de branduitbreiding via de gebouwschil in de bepaling van de wdbdo kan worden meegenomen.

Beoordeling wdbdo op basis van de branden

Of de wdbdo tussen de woningen in de casussen voldeed aan de prestatie-eisen van het Bouwbesluit 2012 kan op basis van het brandverloop in de praktijk niet worden vastgesteld. De prestatie-eisen (zoals de wdbdo) en bepalingsmethoden zijn immers een afsprakenstelsel gebaseerd op genormaliseerde en gestandaardiseerde uitgangspunten en testmethoden. Zoals in hoofdstuk 2 reeds is toegelicht, wijkt het werkelijk brandverloop in de praktijk altijd af van deze uitgangspunten door bijvoorbeeld de hoeveelheid brandbare inventaris en goederen in de woning, de bouwwijze (steenachtig of niet), alsmede de tijdsduur en temperatuur waaraan brandwerende constructieonderdelen bij een daadwerkelijke brand worden blootgesteld.

De wdbdo-eisen in historisch perspectief

De vraag kan worden gesteld of de wetgever bij de totstandkoming van de voorschriften van het Bouwbesluit in 1992 en met name de wdbdo-eisen het voorkomen en beperken van branduitbreiding via de gebouwschil van woningen in ogenschouw heeft gehad. In de decennia voor de inwerkingtreding van het Bouwbesluit 1992 was er namelijk sprake van een bouwwijze waarbij voornamelijk steenachtige materialen werden toegepast. De wanden en vloeren die de woningen scheiden van elkaar zijn traditioneel gezien van beton (prefab of gietbouw), maar ook stapelbouw met kalkzandsteen komt voor. Voor de buitengevel zijn vaak bakstenen gebruikt (NPLW, 2023). Bij een dergelijke steenachtige bouwconstructie is geen sprake van een risico van branduitbreiding via de gebouwschil. Ook BZK (2018) geeft aan dat het aannemelijk is dat voor 1992 vooral traditionele gevels zijn gebouwd.

Functionele eis

Als we vervolgens kijken naar de functionele eis die ten grondslag ligt aan de wdbdo-eisen, valt op dat die in het Bbl is gewijzigd ten opzichte van Bouwbesluit 2012, zie onderstaand kader.

Bouwbesluit 2012, artikel 2.81, eerste lid

Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat de kans op een snelle uitbreiding van brand voldoende wordt beperkt.

Besluit bouwwerken leefomgeving, artikel 4.49, eerste lid

Een bouwwerk is zodanig dat de uitbreiding van brand:

- > Naar bouwwerken op andere percelen beperkt blijft; en
- > Geen gevaar oplevert voor het vluchten of hulpverlening bij brand.

Hoewel de toelichting van het Bbl aangeeft dat er alleen sprake is van een redactionele wijziging valt bij eerste lezing het volgende op:

- > De zinssnede 'voldoende beperken van de kans op snelle uitbreiding van brand' is vervallen. Met name het vervallen van 'snelle' valt op. In de casussen is namelijk sprake van snelle branduitbreiding.

- > De overheidsdoelstelling 'voorkomen dat een brand zich uitbreidt naar een ander perceel' is in deze functionele eis genuanceerd in 'de uitbreiding van brand naar bouwwerken op andere percelen beperkt blijft', ongeacht snelheid van de uitbreiding.

Perceel

In hoofdstuk 2 is er reeds op gewezen dat bij rijtjeswoningen elke rijtjeswoning op een afzonderlijke perceel kan liggen. Het is echter ook mogelijk dat meerdere rijtjeswoningen op één perceel liggen. In paragraaf 4.3 (Gevolgen van de brand) worden de consequenties hiervan in het licht van de overheidsdoelstelling 'voorkomen dat een brand zich uitbreidt naar een ander perceel' nader belicht.

Voorgenomen wijzigingen

Op basis van onderzoek naar de branduitbreiding door een gevelconstructie (Van Mierlo, 2022), uitgevoerd naar aanleiding van een aanbeveling van de ATGB geformuleerd na de brand in de Grenfell Tower in Londen (ATGB, 2020), zijn voorstellen gedaan voor aanpassing van de wdbdo-eisen en -bepaling, zoals (Van Mierlo, 2022, p. 5):

- > Het verdubbelen van de wdbdo-eis voor bepaalde gebouwen waarvan de vloer van een brandcompartiment > 20 m boven het meetniveau ligt.
- > Een aanbeveling om in NEN 6068 instructies op te nemen voor de bepaling van de weerstand tegen branddoorslag (wbd) over het uitbreidingstraject door de gevel en de aanbeveling om enkele artikelen te herformuleren.

Deze voorstellen hebben geleid tot een voorgenomen wijziging van de voorschriften van het Besluit bouwwerken leefomgeving, die naar verwachting in 2026 in werking treden (Ministerie van BZK, 2023). De aanbeveling over de verdubbeling van de wdbdo-eis is echter niet van toepassing op de bestudeerde casussen en daarmee vergelijkbare gebouwen. De vloeren van de casussen liggen namelijk < 20 m boven het meetniveau. De aanbeveling voor het uitbreidingstraject door de gevel is nog niet gepubliceerd.

Gerealiseerde brandwerendheid

Met betrekking tot een juiste uitvoering van de wdbdo is een *Inspectiesignaal brandwerendheid woningscheidende constructies* (VROM, 2008) uitgebracht. Hierin ligt het accent op het feit dat de wdbdo tussen woningen niet altijd wordt gerealiseerd vanwege "fouten in het ontwerp, slordig werken tijdens de bouw of door ondeskundig uitgevoerde latere (renovatie)werkzaamheden". Bovendien wordt in dit inspectiesignaal kort de achtergrond van de wdbdo-eis beschreven:

- > Ongecontroleerde uitbreiding van brand moet worden voorkomen.
- > Bewoners moeten de tijd krijgen om te vluchten.
- > De brandweer moet in de gelegenheid zijn om door bluswerkzaamheden de brand te beperken tot één woning.

Het brandverloop en de snelle branduitbreiding in de onderzochte casussen benadrukken de urgentie om ongecontroleerde uitbreiding van brand te voorkomen en de brand te beperken tot één woning.

De wdbdo van de scheidingsconstructie tussen de woningen

In het antwoord op onderzoeksvraag vier van het Rapport brandonderzoek Van Kinsbergenstraat Arnhem (Brandweer Gelderland-Midden. (2023) wordt gesteld dat de scheidingsconstructies tussen de woningen, die elk een separaat brandcompartiment zijn, op enkele locaties zeer waarschijnlijk niet aan de wdbdo-eis van 30 (gewijzigde onderdelen) of 20 minuten (bestaande ongewijzigde onderdelen) hebben voldaan.

Brandweer Gelderland-Midden (2023) onderbouwt dit als volgt (p.77):

“De geconstateerde tekortkomingen in de brandwerende scheidingsconstructies waarmee de benodigde wdbdo van 30 minuten zou moeten worden verkregen, hebben bijgedragen aan de branduitbreiding. De toegepaste constructie ter plaatse van de woningscheidende wand- en dakconstructies op de zolder bij het oude schoorsteenkanaal heeft zeer waarschijnlijk geleid tot branddoorslag naar enkele van de aangrenzende woningen. Voordat er sprake was van branddoorslag, heeft er via het beschreven traject rookverspreiding plaatsgevonden.”

Uit het onderzoek blijkt dat er op dit punt dus een één op één relatie ligt tussen “zeer waarschijnlijk niet voldoen aan de wdbdo-eis” en “heeft geleid tot branddoorslag naar enkele van de aangrenzende woningen. Voordat er sprake was van branddoorslag, heeft er via het beschreven traject rookverspreiding plaatsgevonden.”

Zonder deze tekortkoming had er waarschijnlijk minder rookverspreiding tussen de woningen plaatsgevonden, met wellicht meer mogelijkheden voor de brandweer om op te treden.

Verbouwniveau van het Bouwbesluit 2012 in relatie tot het brandverloop

In de media zijn de lagere eisen voor het verbouwniveau van het Bouwbesluit 2012 voor het opgetopte woongebouw als mogelijke oorzaak genoemd van het brandverloop. Uit het brandonderzoek kan echter niet geconcludeerd worden dat het verbouwniveau debet is geweest aan het brandverloop: het brandonderzoek geeft aan dat mogelijk zelfs aan de nieuwbouwvoorschriften is voldaan. Hieruit kan worden geconcludeerd dat alleen aanscherping van de prestatie-eisen voor verbouw tot het nieuwbouwniveau (wdbdo van 30 naar 60 minuten) niet toereikend is om branden met een dergelijk brandverloop in de toekomst te voorkomen. Dit staat los van de vraag welk kwaliteitsniveau voor brandveiligheid gehanteerd zou moeten worden bij te verbouwen gebouwen.

Beschouwing ten aanzien van afscherpende constructies

Uit de casussen blijkt dat zonnepanelen, een afdekplaat over de nok of een tropendak (grote) invloed kunnen hebben op de (snelheid van de) branduitbreiding en daarmee op de tijdsduur waarbinnen een brand zich uitbreidt tussen twee woningen. In de bepalingsmethode van de wdbdo (NEN 6068) wordt echter geen rekening gehouden met (naderhand) aangebrachte constructies op de gevel en het dak, zoals zonnepanelen. NEN werkt momenteel aan prestatie-eisen voor de brandveiligheid van zonnepanelen op daken.

Uit de casus ‘verduurzaamde woningen’ blijkt dat de PV-panelen van invloed kunnen zijn op de branduitbreiding via het dak. In de *Handreiking risicobeheersing Advies Veilige PV Panelen* (Brandweer Nederland 2020) is er al op gewezen dat de gerealiseerde situatie bij toepassing van PV-panelen boven de dakbedekking niet overeenkomt met de testsituatie voor de bepaling van de vuurvliegbestendigheid van een dakconstructie (Brandweer Nederland, 2020, p. 13): “De energie van het vuur kan niet vrij van de dakbedekking wegstromen, maar wordt door de PV-panelen tegengehouden. Dit kan de nog niet brandende dakbedekking opwarmen, waardoor het brandgedrag van de dakbedekking anders wordt.”

Verder doet de handreiking de volgende concrete suggesties om de brandveiligheidsrisico's van PV-panelen op een dakconstructie te beperken:

- > Toepassing van een niet brandgevaarlijke dakconstructie met een niet-brandgevaarlijke dakisolatie, bij voorkeur een onbrandbare isolatie met brandklasse A of B⁸ (volgens NEN-EN 13501-1).
- > Aan beide zijden van de brandscheiding een strook vrijhouden van zonnepanelen om de kans te verkleinen dat een brand zich onder of via de PV-panelen naar het aangrenzende brandcompartiment kan verplaatsen en om repressie de kans te bieden om de brandscheiding te laten fungeren als stoplijn.

De mogelijke invloed van een tropendak op het brandverloop is gebleken uit de casus 'unitwoningen'. De *Wegwijzer brandveiligheid unitbouw, versie nieuwbouw* geeft voor daken de volgende aanbeveling indien een schilconstructie (tropendak) over het unitdak wordt geplaatst (VROM, 2007a, p.9): "Gebruik in unitbouw geen brandbare of brandgevaarlijke dakbedekkingsmaterialen. Verwijder eventueel aanwezige brandbare of brandgevaarlijke dakbedekkingsmaterialen van onderliggende units indien een schilconstructie over het unitdak wordt geplaatst."

Kortom, al in 2007 werd aanbevolen om brandbare of brandgevaarlijke dakbedekkingsmaterialen van units te verwijderen indien over het unitdak een schilconstructie wordt geplaatst. In de casus 'unitwoningen' (gerealiseerd na 2007) was brandbare dakbedekking toegepast. De suggesties in de handreiking betreffen echter geen wettelijke eisen.

Eisen aan de dakbedekking onder een tropendak

De vraag aan welke eisen de brandbare dakbedekking onder het tropendak moet voldoen, kan verschillend beantwoord worden. Naast de uitleg dat op deze dakbedekking alleen de eisen voor vliegvuurbestendigheid (NEN 6063) van toepassing zijn, zou gesteld kunnen worden dat deze dakbedekking aan klasse B zou moeten voldoen. Ook zou een mogelijke uitleg kunnen zijn dat de ruimte onder het tropendak als 'besloten ruimte' zou moeten worden aangemerkt en de dakbedekking zou moeten voldoen aan brandklasse D. Hoe het ook zij: ook al zou de dakbedekking hebben voldaan aan brandklasse D of B, dan nog zou blootstelling van de dakbedekking aan vlamcontact of straling via het tropendak hebben kunnen leiden tot ontbranding van de dakbedekking en tot pyrolyse en ontbranding van het onder de dakbedekking gelegen brandbare isolatiemateriaal. Indien een dakbedekking was toegepast met brandklasse D of B had dit de snelheid van branduitbreiding in het beginstadium mogelijk kunnen vertragen. Niet uitgesloten kan echter worden dat het dak een vergelijkbare bijdrage aan de brand en branduitbreiding had geleverd.

4.1.3 Hevige rookontwikkeling vanuit gebouwschil en snelle rookverspreiding via de gebouwschil

Bevindingen

Er was vrijwel meteen na het ontdekken van de brand sprake van een hevige rookontwikkeling, onder andere vanwege de toegepaste materialen in de gebouwschil. De rook (en hitte) verspreidde zich snel via holle ruimten in de gebouwschil naar andere woningen. De wijze waarop en de snelheid waarmee de rook zich heeft verspreid, verschilt per casus. Ook heeft de rook zich opgehoopt in de holle ruimten (de zolderruimten en onder het tropendak). De rookgassen die via de holle ruimten zijn verspreid, zijn mogelijk ook ontbrand in andere aangrenzende ruimten (rookgasontbranding), met als gevolg dat de branduitbreiding naar deze andere ruimten is versneld. De rookontwikkeling en rookverspreiding hebben er

⁸ Opgemerkt wordt dat brandklasse B staat voor 'zeer moeilijk brandbaar' en niet 'onbrandbaar'.

bovendien toe geleid dat een groot aantal mensen werd bedreigd door rook en moest vluchten. Verder heeft de rook een negatieve invloed gehad op de inzetmogelijkheden van de brandweereenheden.

Beschouwing

Het Bouwbesluit 2012 stelt geen eisen aan de rookproductie van materialen die grenzen aan de buitenlucht en aan materialen in de gebouwschil. Voor de casussen gelden ook geen eisen ter beperking van rookverspreiding tussen de woningen.

4.2 Brandbestrijding

4.2.1 De omvang van de brand bij aankomst van de brandweer

Bevindingen

Bij alle drie de casussen zijn op basis van de melding meerdere brandweereenheden gealarmeerd, waaronder een redvoertuig. Ook daarna is verder opgeschaald, uiteindelijk naar 'zeer grote brand' en GRIP 1 (en bij één casus GRIP 2). Dit betekent dat coördinatie tussen meerdere hulpdiensten (brandweer, politie, ambulance, gemeente) noodzakelijk was.

Beschouwing

Al bij aankomst van de eerste brandweereenheden week de brandontwikkeling af van een 'gebruikelijke woningbrand', waarbij de brand zich doorgaans in een ruimte bevindt en beperkt is tot één woning. De taken van de eerste eenheden waren zowel hulpverlening bij ontvluchting, redding van bewoners in door rook bedreigd gebied, als bestrijding van een omvangrijke en/of moeilijk bereikbare brand die zich uitstreckte over meerdere bouwlagen en/of woningen. Uit de drie casussen komt naar voren dat een brand in de gebouwschil meer van de brandweerorganisatie vraagt dan een 'gebruikelijke woningbrand'. Bij een 'gebruikelijke woningbrand' mag worden verondersteld dat de getroffen brandveiligheidsvoorzieningen afdoende zijn om een effectieve brandweerinzet mogelijk te maken; bij een brand in de gebouwschil blijkt dit niet het geval te zijn. Een dergelijke brand vraagt om een andere inzetactiek, waarbij het van belang is snel de mogelijkheden en onmogelijkheden te onderkennen. Waar normaal gesproken een brand snel onder controle is te krijgen met een offensieve binneninzet, vraagt een brand in de gebouwschil om een combinatie tussen verschillende inzetkwadranten, namelijk offensief (gericht op blussen) en defensief (gericht op voorkomen van uitbreiding), van buitenaf (buiteninzet) en als dat niet lukt van binnenuit (binneninzet). De bestrijding van een brandend gebouw kost daarmee meer tijd dan gebruikelijk. Om de juiste inzetactiek te kunnen bepalen is informatie nodig over de risico's die gerelateerd zijn aan de toegepaste bouwmethode. Hierbij kan de inzet van een bouwkundige tijdens de brandbestrijding zinvol zijn.

Uit een analyse van andere vergelijkbare branden waarbij de gebouwschil betrokken is (zie ook paragraaf 4.5 en bijlage 2) is naar voren gekomen dat de brandweer in veel gevallen bij aankomst op locatie wordt overvraagd: enerzijds is capaciteit nodig om direct bedreigde woningen te ontruimen en anderzijds moet de brand op meerdere – soms lastig te lokaliseren en te bereiken – plaatsen worden bestreden. Hoewel de *Doctrine gebouwbrandbestrijding* (Brandweer Nederland, 2022) aanknopingspunten biedt voor de toepassing van de verschillende inzetkwadranten⁹, is over het effectief bestrijden van

⁹ Het kwadrantenmodel is toegelicht in het *Handboek gebouwbrandbestrijding* (Baaij et al., 2023).

branden in de gebouwschil nog maar weinig bekend. Daarnaast kan niet eenvoudig met een buitenverkenning worden bepaald waar de brand en de rook zich bevinden. Volgens de basisprincipes is een defensieve inzet dan al het uitgangspunt.

4.2.2 Bereikbaarheid van de brand

Bevindingen

Er was sprake van een brand op hoogte, waarbij de brand zich in de gebouwschil bevond. De brand was daarmee moeilijk bereikbaar voor de brandweer. Bovendien was de exacte plaats van de brand onbekend. Bij de drie casussen konden niet of zeer moeilijk stoplijnen in het dak gemaakt worden vanwege een aantal beperkingen:

- > Verduurzaamde woningen:
 - De zonnepanelen konden niet eenvoudig verwijderd worden.
 - De naderhand aangebrachte isolerende schil was vanwege dikte en uitvoering niet eenvoudig te slopen.
 - Er was geen opstelplaats voor een redvoertuig waarvandaan een stoplijn kon worden gemaakt nabij de brandende woningen.
- > Unitwoningen:

Vanwege het tropendak, bij de casus met de unitwoningen, was het brandende deel van de dakconstructie niet van buitenaf toegankelijk en mede daardoor moeilijk bereikbaar voor een offensieve buiteninzet. Vanwege de snelle en onvoorspelbare branduitbreiding was een binnenzet voor het creëren van een stoplijn ook niet mogelijk.
- > Opgetopt woongebouw:

Ook in dit geval was de dakconstructie niet vanaf alle zijden met een redvoertuig bereikbaar voor een offensieve buiteninzet. Van binnenuit was het niet (meer) mogelijk om in de verdieping onder het dak op te treden.

Beschouwing

Het Besluit veiligheidsregio's voorziet in de beschikbaarheid van een redvoertuig voor het bestrijden van brand op hoogte en voor het redden van personen in bedreigd gebied, waarbij specifieke gebouwen kunnen worden aangewezen als object waarvoor een redvoertuig noodzakelijk is. Er is in de (bouw)regelgeving echter niet voorzien in een opstelplaats voor een redvoertuig. De vereiste opstelplaats voor een brandweervoertuig volgens de bouwregelgeving (binnen 40 meter van een brandweeringang) is ongeschikt voor een redvoertuig om effectief een brand op hoogte te bestrijden of een reddingsoperatie uit te voeren. Op basis van artikel 5.2 van het Besluit kwaliteit leefomgeving heeft een gemeente de mogelijkheid om in het omgevingsplan voorschriften op te nemen voor opstelplaatsen voor redvoertuigen. Daarnaast is geen opkomsttijd voor een redvoertuig vastgelegd en is het aan de veiligheidsregio om te bepalen of en wanneer een redvoertuig nodig is.

Bij branden in traditionele bouwwerken waarbij een dakconstructie betrokken is die van buitenaf toegankelijk is voor de brandweer, worden bij traditionele bouwmethoden met dakpannen op regelwerk of platte daken met bitumen strategisch geplaatste stoplijnen gemaakt. Daarnaast kan de inzet van speciaal materieel nodig zijn, zoals een hogedruksnijdende nevelblusser, of van een specialistisch team, zoals een droneteam.

Creëren van stoplijnen door de brandweer

Het maken van een stoplijn in een dak kan nodig zijn wanneer in de dakconstructie zelf geen brandwerende scheiding tussen compartimenten aanwezig is. Om branduitbreiding vanuit het ene compartiment naar het andere te voorkomen, worden bijvoorbeeld over een meter breedte dakpannen verwijderd en wordt vervolgens de dakconstructie opengebroke om zo de brand in de constructie te kunnen bestrijden en branduitbreiding tegen te gaan. Ook bij een plat dak worden zowel de toplaag als de onderliggende constructie opengebroke. Het creëren van stoplijnen is gevaarlijk vanwege de risico's op vallen, instorting en onverwachte uitbreiding van de brand. Bij daken met zonnepanelen of andere installaties bestaat ook het gevaar van elektrocutie. Bovendien kost het maken van stoplijnen tijd, waardoor er altijd rekening gehouden moet worden met branduitbreiding.

Als het dak niet van buitenaf bereikbaar is, wordt vanuit de binnenzijde van aangrenzende woningen het dak opengebroke met hiervoor geschikt materieel, op voorwaarde dat een binneninzet veilig kan worden uitgevoerd. Indien sprake is van rookverspreiding vanuit naastgelegen brandruimten en brandbare materialen in aangrenzende bouwconstructies is dit niet voor de hand liggend, omdat er dan risico's zijn voor de brandweer met betrekking tot rookgasontbrandingen. Het openbreken van het dak van de verduurzaamde woningen bleek lastig.

4.2.3 Terugtrekken van de brandweer tijdens de inzet

Bevindingen

In alle drie casussen heeft de brandweer op enig moment een binneninzet moeten staken vanwege een onveilige situatie, en zich moeten terugtrekken. De voornaamste veiligheidsrisico's hangen samen met de locatie van de brand (in de gebouwschil) en de brandbare materialen in de gebouwschil:

- > Bij een 'gebruikelijke woningbrand' kunnen brandende objecten in een ruimte met een binneninzet doorgaans bestreden worden. Bij brand in de gebouwschil is de brand niet of niet eenvoudig met een binneninzet te bestrijden en is een schakeling tussen een combinatie van inzetacties nodig.
- > Rook(gas) is brandbaar en zorgt voor zichtbelemmering.

Beschouwing

Doordat de brand zich in de gebouwschil bevond, hadden de eerste brandweereenheden die ter plaatse kwamen bij aankomst geen duidelijk beeld van de locatie(s) van de brand en de omvang van het incident. Dit is logisch, omdat branduitbreiding en rookverspreiding via deze constructies van buitenaf vaak moeilijk in kaart te brengen zijn, wat onverwachte scenario's oplevert, zoals snelle rookverspreiding naar verschillende (holle) ruimten in de constructie en het risico op rookgasontbrandingen. Daarnaast veroorzaakt de toepassing van petrochemische materialen (zoals bitumen en EPS) risico's voor ontvluchting en brandbestrijding vanwege hevige rookontwikkeling, snelle branduitbreiding en druppelvorming. Dit creëert een onverwacht en complex scenario, met potentieel gevaar voor het brandweerpersoneel dat is ingezet om de brand te bestrijden. De huidige bouwregelgeving richt zich onvoldoende op het voorkomen van branduitbreiding, rookontwikkeling en rookverspreiding via de gebouwschil en de veiligheid van een brandweerinzet. Vooral in woningen en woongebouwen, waar redding door de brandweer meermaals nodig blijkt (Kobes et al. 2022), is niet alleen de veiligheid voor de bewoners maar ook de veiligheid van een brandweerinzet essentieel. Bovendien ontbreekt het de

brandweerorganisatie aan een handelingsperspectief om veilig op te treden bij branden in de gebouwschil.

4.2.4 Voorzieningen voor de brandbestrijding

Bevindingen

De in het opgetopte woongebouw aanwezige droge blusleiding raakte onbruikbaar (defect), waardoor de brandbestrijding op hoogte aanvankelijk niet mogelijk was. Ook de brandweerlift raakte onbruikbaar door water afkomstig uit de defecte blusleiding.

Beschouwing

Er worden specifieke voorzieningen voorgeschreven die nodig zijn om een brand op hoogte te kunnen bestrijden, zoals een droge blusleiding en een brandweerlift, en eisen gesteld aan het materiaal dat gebruikt wordt aan de buitenzijde van de gevel. Om doelmatig te zijn, is het belangrijk dat de voorzieningen worden onderhouden. Uit een eerder onderzoek (NIPV, 2022d) komt naar voren dat gebouweigenaren vaak niet op de hoogte zijn van de aanwezigheid van een droge blusleiding en het feit dat er onderhoud nodig is. Twijfels over de bedrijfszekerheid kan bovendien voor brandweerpersoneel reden zijn om geen gebruik te maken van een droge blusleiding. Vaak is dan van buitenaf al zichtbaar dat de blusleiding mogelijk niet in orde is, bijvoorbeeld door roestvorming en/of ontbrekende delen. Maar niet alle gebreken zijn van buitenaf zichtbaar.

4.3 Gevolgen van de brand

4.3.1 Nieuwe brandrisico's bij versneld gerealiseerde en verduurzaamde woningen

Bevindingen

Bij de drie geselecteerde casussen valt op dat branduitbreiding naar de gevel- en dakconstructie heeft plaatsgevonden en dat de branden hebben geresulteerd in het onbewoonbaar raken van het gehele woonblok of van een aanzienlijk deel daarvan: 8 woningen bij de casus 'Verduurzaamde woningen' 75 wooneenheden bij de casus 'opgetopt woongebouw' en 95 wooneenheden bij de casus 'unitbouw'. Er zijn geen dodelijke slachtoffers gevallen. Voor zover bekend heeft één bewoner rookintoxicatie opgelopen. Er zijn twee brandweermensen met lichte brandwonden. Omdat bij alle casussen meerdere woningen bij de brand betrokken zijn geraakt, moesten meerdere bewoners, mede als gevolg van de rookverspreiding, hun woningen verlaten. De omstandigheden waarin en de wijze waarop de bewoners hun woning konden verlaten verschilt per casus. Bij twee casussen heeft de brandweer meerdere verdiepingen en gebouwen moeten ontruimen. Ook zijn mensen door de brandweer uit woningen gered.

Beschouwing

Uit de vergelijking van het brandverloop van de drie casussen met de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de wdbbo-eisen, blijkt dat bij een brand in de gebouwschil het risico toeneemt dat de brand niet binnen de normtijden (het zogenaamd 'normatief brandverloop') beheersbaar te krijgen is. Hiermee wordt namelijk een brandverloop beoogd waarbij de brandweer de brand binnen 60 minuten na het ontstaan onder controle heeft, hetgeen

inhoudt dat voorkomen wordt dat de brand zich verder uitbreidt. Bij alle casussen heeft de brand zich naar meerdere woningen uitgebreid en was niet na 60 minuten onder controle.

Voorkomen van slachtoffers

Met betrekking tot de overheidsdoelstelling 'voorkomen van slachtoffers' is uit de casussen gebleken dat een aantal personen niet meer via de gebruikelijke routes kon vluchten (via dakraam gevlucht) of door de brandweer is gered. Bij twee casussen heeft de brandweer meerdere verdiepingen en gebouwen moeten ontruimen, waardoor het takenpakket groter was dan alleen brandbestrijding. Hoewel er geen dodelijke slachtoffers zijn gevallen, neemt het risico van slachtoffers wel toe naarmate er meer woningen bij de brand betrokken zijn. Dat er geen dodelijke slachtoffers zijn gevallen, komt mogelijk doordat de brand overdag of in de vroege avond is ontstaan en de bewoners fysiek in staat waren om zelfstandig te vluchten. In de nacht en/of bij meer kwetsbare en minder mobiele bewoners had dezelfde snelheid en omvang van de rookverspreiding tot meer slachtoffers (doden en/of gewonden) kunnen leiden.

Voorkomen van branduitbreiding

De overheidsdoelstelling het 'voorkomen van branduitbreiding naar een ander perceel' lijkt niet te worden bereikt met de invulling volgens de huidige wbdbo-eisen, ervan uitgaande dat elke afzonderlijke woning op een afzonderlijk perceel ligt. Dit is voor rijtjeswoningen zoals de casus 'verduurzaamde woningen' een gebruikelijk uitgangspunt, zie ook hoofdstuk 2. Uit de casussen blijkt namelijk dat branduitbreiding in korte tijd naar de gebouwschil van andere woningen heeft plaatsgevonden. Hierdoor rijst de vraag of de wbdbo-eisen voldoende invulling geven aan de overheidsdoelstellingen en of ze voldoende effectief zijn in relatie tot wat oorspronkelijk is beoogd met 'het voorkomen van snelle branduitbreiding naar andere percelen'. Bovendien kan een perceel als bedoeld in de bouwregelgeving in de praktijk samenvallen met een kadastraal perceel, een perceel zoals in het omgevingsplan is vastgesteld, of een geheel bouwblok.

Gehele gebouw op één perceel

In het geval het gehele gebouw op één perceel ligt (casus 'optoppen' en casus 'unitbouw'), wordt aan de overheidsdoelstelling voldaan als er geen branduitbreiding plaatsvindt naar een ander perceel (dus: naar een ander gebouw). Tussen de woningen (afzonderlijke brandcompartimenten) geldt een wbdbo-eis, maar ook daarvoor geldt dat deze niet is gericht op het voorkomen van branduitbreiding naar de gebouwschil van een andere woning, zolang de brand niet binnen de gestelde tijdsduur naar een (binnen)ruimte van een andere woning uitbreidt. Dat betekent dus dat aan de overheidsdoelstelling wordt voldaan indien de brand zich niet binnen de voorgeschreven tijdsduur uitbreidt van de ene woning naar een (binnen)ruimte van een andere woning of naar een ander (gebouw op) een ander perceel, óók als de gebouwschil van meerdere woningen tegelijk in brand staat.

De keuze van het perceel is dus een variabele bij het al dan niet realiseren van de overheidsdoelstelling die ten grondslag ligt aan de brandveiligheidsvoorschriften. De vraag kan worden gesteld of er sprake is van een optimaal voorschrift en of het nodig is om het doel bij te stellen en de kwaliteit van het voorschrift te verbeteren (Overveld, 2003).

4.3.2 Maatschappelijke impact van de brand

Bevindingen

De besproken branden hebben een grote maatschappelijke impact gehad. Per casus hebben acht tot bijna honderd huishoudens hun woning verloren, wat de woon- en sociale

omgeving van in totaal bijna honderdtachtig huishoudens heeft aangetast. Daarnaast heeft de langdurige en grootschalige brandweerinzet aanzienlijke druk gelegd op de capaciteit van de brandweerorganisatie.

Beschouwing

Uit de vergelijking van het brandverloop van de drie casussen met de uitgangspunten van de bouwregelgeving blijkt dat bij een brand in de gebouwschil het risico toeneemt dat de brand niet binnen de normtijden beheersbaar te krijgen is. De vraag kan gesteld worden of de herstelkosten van in totaal acht woningen en honderdzeventig appartementen als gevolg van drie in beginsel 'eenvoudige woningbranden' opwegen tegen de kosten die gepaard gaan met (extra) brandveiligheidsmaatregelen die het risico op dergelijke branden aanzienlijk beperken. Bovendien heeft een brand enorme impact op de bewoners gehad, die een veilige woonomgeving en spullen zijn kwijtgeraakt.

Naast het kostenaspect moet ook de toestand op de huidige woningmarkt meegenomen worden: een fundamentele kwestie is of het resultaat (een volledig woonblok of woongebouw dat onbewoonbaar raakt door brand) als maatschappelijk aanvaardbaar beschouwd kan worden, juist in een tijd waarin de vraag naar duurzame woningen groot is. Tevens rijst de vraag of bewoners van een woning die voldoet aan de huidige brandveiligheidsvoorschriften voldoende beschermd zijn tegen een brand in een naastgelegen woning of dat extra bescherming nodig is. Een vervolgvraag is of alleen de overheid via de publiekrechtelijke bouwregelgeving hiervoor moet zorgen, of dat (ook) de ontwikkelende, ontwerpende en uitvoerende partijen in de praktijk maatregelen moeten nemen om bewoners te beschermen.

Het NIPV heeft in 2018 een verkennende studie naar de maatschappelijke impact van branden uitgevoerd (Brandweeracademie, 2018). Het rapport wil een basis bieden voor een bredere discussie over brandrisico's, waarbij ook maatschappelijke impact van branden meegenomen wordt. Het rapport suggereert ook een herbezinning op de grondslag van wet- en regelgeving en verwoordt dit als volgt (Brandweeracademie, 2018, p. 38):

“Moet regulering mogelijk strenger worden om in ieder geval bredere negatieve gevolgen te verdisconteren? Dat lijkt in ieder geval een logisch gevolg van een bredere oriëntatie. Tegelijkertijd is een waarschuwing op zijn plaats: het is niet mogelijk en vaak ook niet wenselijk om alle risico's te beheersen. De vraag moet dus zijn: wat is de aard en de grootte van de risico's die we bereid zijn te accepteren als samenleving?”

4.4 Bevindingen uit eerder onderzoek naar de drie casussen

In de drie onderzoeksrapporten van de teams brandonderzoek die zijn gebruikt voor de beschrijving van de drie casussen, zijn ook aanbevelingen gedaan (Brandweer Amsterdam-Amstelland, 2023a en 2023b; Brandweer Gelderland-Midden, 2023). Daarnaast zijn voor de casussen 'verduurzaamde woningen' en 'unitwoningen' door Crisislab aanbevelingen gedaan (Helsloot et al., 2023a en 2023b). In deze paragraaf worden de door het NIPV meest relevant geachte aanbevelingen beschreven.

Verduurzaamde woningen

In het onderzoeksrapport van Gelderland-Midden (2023) wordt voor het beperken van branduitbreiding en rookverspreiding aanbevolen om fysieke barrières aan te brengen in de gevel- en dakconstructie van woningen, en bij de detaillering van de nokconstructie van het

dak rekening te houden met de mogelijkheid van branduitbreiding via de buitenzijde van de woning. Voor daken die volledig bedekt worden met zonnepanelen, is het advies om de richtlijnen van Brandweer Nederland te volgen, en om mogelijke trajecten voor branduitbreiding via zonnepanelen op het dak op te nemen in NEN 6068.

Om de veiligheid van bewoners te waarborgen, wordt aanbevolen om bij woningen met mechanische ventilatiesystemen met slechts één aanzuigpunt rookdetectie te installeren. Verder wordt aan verhuurder en gemeenten aanbevolen om direct actie te ondernemen, zodra wordt vastgesteld dat een zolder met vlizotrap als verblijfsruimte wordt gebruikt. Om het brandveiligheidsniveau in woningen te verbeteren, wordt geadviseerd om extra rookdetectie te plaatsen in slaapruidten en risicoruimten zoals de keuken.

Wat betreft de bouwregelgeving in algemene zin wordt aanbevolen om brandveiligheid niet alleen theoretisch te benaderen, maar om de ervaringen van praktijkincidenten mee te nemen. Verder is geconstateerd dat de bouwregelgeving op sommige punten niet helder is, wat leidt tot verschillende interpretaties over de manier waarop de regels moeten worden toegepast of uitgelegd. Daarnaast zouden het toezicht en de handhaving zich niet alleen moeten richten op verbouwingen, maar ook op bestaande situaties die potentieel brandgevaarlijk zijn.

In het onderzoek door Helsloot et al. (2023a) op basis van het rapport van het team brandonderzoek (Gelderland-Midden, 2023) is geconstateerd dat het voldoen aan bouwregelgeving geen garantie biedt voor een veilige woning, vooral niet bij goed geïsoleerde NOM-woningen waarvoor de huidige regelgeving niet is ingericht. Het verloren gaan van meerdere woningen bij een woningbrand wordt door de onderzoekers als maatschappelijk onacceptabel beschouwd. Zij adviseren het Rijk daarom om te overwegen de bouwregelgeving aan te passen of om het expliciet te maken “wanneer een duurdere bouwwijze maatschappelijk niet acceptabel wordt geacht” (Helsloot et al., 2023a, p. 5). Meer in detail stellen ze voor om een wdbdo te realiseren tussen de gevels en het dakvlak, om zo branduitbreiding naar de nok (en onder de zonnepanelen) te voorkomen. Verder adviseren ze afdichtingen rondom de kozijnen en betere, onbrandbare onderbrekingen in de gevel bij de woningscheidingen. Ook stellen ze maatregelen voor zoals het onderbreken van de zonnepanelen en het ontwerpen van een afdekplaat voor de nok die de brandweer in staat stelt om een brand te stoppen.

Unitwoningen

In het onderzoeksrapport (Brandweer Amsterdam-Amstelland, 2023b) adviseren de brandonderzoekers om geen tropendak toe te passen of aanvullende maatregelen te treffen. Daarbij wordt verwezen naar de maatregelen conform de *Wegwijzer Brandveiligheid Unitbouw 2007*. Als alternatieve gelijkwaardige maatregel wordt een (woning)sprinklerinstallatie in iedere woonunit aanbevolen. Verder wordt geadviseerd om rookmelders in de leefruimte van de woonunit te plaatsen en niet nabij de badkamer of keuken, vluchtroutes vrij te houden van spullen en opslag van goederen en woningtoegangsdeuren te voorzien van (vrijloop)drangers om brand- en rookverspreiding tegen te gaan.

Het woongebouw voldeed aan de voorgeschreven brandveiligheidseisen voor nieuwe woongebouwen, maar deze eisen bleken niet afdoende om een snelle en oncontroleerbare branduitbreiding te voorkomen (Helsloot et al., 2023b). Om de brandveiligheid te verbeteren in situaties met een bestaand tropendak, wordt geadviseerd het overstek te verwijderen en een droge sprinkler aan te brengen in de ruimte tussen het dak en het tropendak. Voor

nieuw te bouwen unitwoningen wordt aanbevolen om geen tropendak te gebruiken of om de dakbedekking uit te voeren in onbrandbaar materiaal.

Opgetopt woongebouw

Het onderzoeksrapport van het team brandonderzoek van Brandweer Amsterdam-Amsteland (2023a) benadrukt het belang van zorgvuldig onderhoud en beheer van gebouwvoorzieningen. Op verzoek van de brandweer heeft de verhuurder de droge blusleiding van het aangrenzende gebouw laten controleren. Er zijn geen verdere aanbevelingen gedaan.

4.5 Bevindingen uit andere vergelijkbare incidenten

De drie onderzochte casussen staan niet op zichzelf. Uit een internetsearch en een snelle verkenning bij de veiligheidsregio's zijn meerdere recente en vergelijkbare branden naar voren gekomen waarbij de gebouwschil betrokken is geweest (zie paragraaf 1.2 en bijlage 2). In de meeste gevallen is de impact beperkt gebleven tot het verlies van twee tot vier woningen of appartementen. Dit is vooral het geval bij bestaande, niet gerenoveerde woningen. Ook zijn er enkele voorbeelden van brand in de gebouwschil van (recent) nieuwgebouwde woningen met verlies van meerdere woningen als gevolg. De impact is echter het grootst gebleken bij de casussen waarin sprake was van verduurzaamde of snel gerealiseerde woningen. Uit de verzamelde casussen komt naar voren dat de problematiek van branden in de gebouwschil zowel te zien is bij de bestaande woningvoorraad, als bij (tijdelijke) nieuwbouwwoningen en gerenoveerde woningen.

Over de branden op basis van de nieuwsberichten is slechts beperkte informatie aangetroffen. De informatie die uit de verkenning bij de veiligheidsregio's biedt wel voldoende basis voor een nadere analyse. De vijf door de veiligheidsregio's aangedragen branden vertonen op een aantal punten overeenkomsten met de drie branden die centraal staan in dit onderzoek:

- > Bij de vijf branden heeft de brand zich al voor aankomst van de brandweer uitgebreid (via de gevels) naar meerdere delen van (de) woning(en).
- > Een brand in de gevelconstructie van gestapelde woningen vormt niet alleen een bedreiging voor de woningen links en rechts. Ook de boven en onder liggende woningen kunnen door de brand of rook worden bedreigd. Bij branduitbreiding in verticale richting worden meer woningen (potentieel) bedreigd door de brand.
- > Er raken meerdere woningen betrokken bij de brand. De branduitbreiding en de routes waarlangs dit gebeurt, verschillen per casus, net als het aantal woningen dat uiteindelijk betrokken raakt bij de brand.

De overeenkomsten tussen deze casussen en andere recente branden doen vermoeden dat de drie geselecteerde casussen een goed beeld geven van een algemeen voorkomend patroon van branden waarbij de gebouwschil betrokken is. De bevindingen en lessen die kunnen worden geleerd uit de drie casussen zijn daarmee mogelijk ook van toepassing op een bredere reeks branden met vergelijkbare kenmerken. De overeenkomsten onderstrepen de urgentie om maatregelen te nemen die gericht zijn op het voorkomen en beperken van dergelijke branden en op het verbeteren van de mogelijkheden van de brandweer om die branden veilig en effectief te kunnen bestrijden.

5 Belangrijkste lessen en oplossingsrichtingen

Op basis van de analyses uit voorgaande hoofdstukken is een aantal lessen te trekken wat betreft de gevolgen van de brand, het brandverloop en de brandbestrijding. De belangrijkste lessen worden hier per hoofdthema weergegeven en middels blauwe tekstkaders aangevuld met oplossingsrichtingen. Hiermee wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag: *Welke lessen kunnen worden getrokken uit branden in de gebouwschil van verduurzaamde en/of versneld gerealiseerde woningen, en welke oplossingsrichtingen zijn denkbaar om de brandveiligheid van dergelijke woningen te verbeteren?*

Les 1 – Risicoafweging bij verduurzaming en versnelde woningrealisatie

Bij verduurzaamde en snel gerealiseerde woningen met een brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil, blijkt er een risico van een snelle en onvoorspelbare branduitbreiding via de gebouwschil. Dit heeft een grote impact op de bewoners van de betrokken woningen en legt een extra druk op de brandweerorganisatie.

De huidige brandveiligheidsvoorschriften blijken niet toereikend om een dergelijke branduitbreiding voldoende te beperken en om effectieve en veilige brandbestrijding binnen de gangbare verwachting ('normatief brandverloop' volgens de regelgeving) en met een standaard brandweereenheid bestaande uit een tankautospuiter met zes brandweermensen te waarborgen. De brandweer is met meerdere eenheden ingezet en heeft vier tot ongeveer acht uren nodig gehad om de branden onder controle te krijgen.

Uiteindelijk konden de bewoners niet naar hun woningen terugkeren en zijn acht geschakelde woningen en vijfenzeventig tot bijna honderd gestapelde woningen als gevolg van de brand onbewoonbaar geraakt. Gezien het woningtekort en de focus op duurzaamheid, rijst de vraag of dit acceptabel is. Bovendien is de problematiek van branden in de gebouwschil complex. De effectiviteit van brandbestrijding hangt daarbij sterk af van de genomen preventieve maatregelen. Uit de casussen blijkt namelijk dat er sprake was van grootschalige evacuatie, reddingsacties, een onveilige situatie door risico van rookgasontbranding of instorting, en de inzet van speciale middelen (zoals een hoogwerker) en brandweereenheden (zoals een drone-team) om de brand in de gebouwschil te lokaliseren, de constructie open te breken en de brand te blussen.

Zorgvuldige afweging over de risico's en de oplossingen

Een brede maatschappelijke discussie over het risico van een snelle en onvoorspelbare branduitbreiding en de gevolgen daarvan is noodzakelijk om te bepalen of branden zoals die uit de drie casussen maatschappelijk aanvaardbaar worden gevonden. Fundamentele onderliggende vraag is of de overheid meer zou moeten doen om burgers te beschermen tegen de gevolgen van een brand in een naastgelegen woning en de gebouwschil van deze woning. Bij de beantwoording van deze vraag is een zorgvuldige afweging van de risico's en oplossingen nodig. Hierin moeten de volgende onderdelen worden meegenomen: het belang van het behoud van de woningvoorraad, de verantwoordelijkheidsverdeling tussen de wetgever en bij de (woning)bouw betrokken partijen, de verwachtingen over en uitvoerbaarheid van een brandweerinzet en de relatie tussen bouwregelgeving en de brandweerinzet.

Les 2 - Brandverloop in relatie tot preventieve maatregelen

Zowel bij een brand die begint binnen de woning als buiten nabij de gevel, kan een brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil, zoals gevel- en dakconstructies, gemakkelijk bij een brand betrokken raken. Dit ondanks de eisen die in de bouwregelgeving worden gesteld om brandontwikkeling via deze constructies te beperken. Dit komt doordat de testmethoden hiervoor niet zijn afgestemd op branden zoals die in de praktijk plaatsvinden, en er geen eisen worden gesteld aan het brandgedrag van de diepere kern van de gebouwschil, wat bij blootstelling aan een ontwikkelde of uitlaande brand kan leiden tot pyrolyse en ontbranding van de kern, ook wanneer deze aan de buitenzijde volledig is afgeschermd met onbrandbaar of zeer beperkt brandbaar materiaal.

Eenmaal ontstoken kan een brand in de gebouwschil van een woning zich snel (binnen enkele minuten) uitbreiden naar de gebouwschil van de aangrenzende of bovenliggende woningen. Dit komt doordat er in de wdbbo-eisen geen of onvoldoende rekening wordt gehouden met branduitbreiding via holle ruimten en brandbare isolatiematerialen in de gebouwschil zelf. Ook worden er geen eisen gesteld aan de rookproductie van bouwmaterialen in de gebouwschil, terwijl rook ook kan bijdragen aan de branduitbreiding. Verder gelden er geen specifieke eisen voor het opdelen van de gebouwschil in compartimenten tussen woningen, waardoor een brand zich in en via de gebouwschil kan uitbreiden naar de gebouwschil van andere woningen en uiteindelijk naar de woningen zelf.

Er was vrijwel meteen na het ontdekken van de branden sprake van een hevige rookontwikkeling, onder andere vanwege de toegepaste materialen in de gebouwschil. Vanwege de rookverspreiding moesten bewoners van (een groot deel van) de woningen vluchten of gered worden door de brandweer. Er vallen gelukkig geen dodelijke slachtoffers bij de branden, wel raken enkelen (licht)gewond. Bovendien konden rook en warmte zich ophopen in holle ruimten en constructies, zoals in de gebouwschil en onder zonnepanelen, de nokafdekking en het tropendak, wat mogelijk heeft bijgedragen aan ontbranding van materialen (zoals isolatiemateriaal en bitumendakbedekking) en (risico van) rookgasontbrandingen. In de brandveiligheidsvoorschriften wordt geen of nauwelijks rekening gehouden met secundaire effecten als ophoping van rook en vasthouden van warmte.

Duidelijkheid over de gevolgen van het brandrisico voor de regelgeving en de maatschappij

Voor verschillende aspecten blijkt de huidige regelgeving ontoereikend om snelle en onvoorspelbare branduitbreiding en rookverspreiding naar de gevel en het dak van aangrenzende woningen, en uiteindelijk naar meerdere woningen, te voorkomen en een veilige en effectieve brandbestrijding mogelijk te maken. Wanneer dit acceptabel wordt geacht, dan is publieke communicatie over dit brandrisico voor de bewoners van verduurzaamde en snel gerealiseerde woningen noodzakelijk, met het oog op rechtsgelijkheid. Wanneer het brandrisico niet acceptabel wordt geacht, is een meer fundamentele heroverweging van de doelstellingen, uitgangspunten, bijbehorende acceptatiecriteria en de daarop gebaseerde brandveiligheidsvoorschriften en bepalingmethoden nodig.

Om de brandveiligheidsrisico's voldoende te beperken, en voldoende mogelijkheden voor brandbestrijding te hebben, is een systeemgerichte aanpak vereist. Dit houdt in dat niet alleen naar afzonderlijke risico's en mogelijke oplossingen met brandpreventie- of brandbestrijdingsmaatregelen wordt gekeken, maar naar het volledige systeem van bouwvoorschriften, bouwmaterialen, bouwprocessen, en brandveiligheidsmaatregelen als één geheel. Deze benadering houdt rekening met de onderlinge afhankelijkheden en interacties tussen verschillende elementen van het systeem en gaat uit van een beoordeling op basis van beschikbare (wetenschappelijke) kennis.

(vervolg op volgende pagina)

Duidelijkheid over de gevolgen van het brandrisico voor de regelgeving en de maatschappij (vervolg)

De systeemgerichte aanpak kan leiden tot aanpassingen in de bouwregelgeving of tot gezamenlijke maatregelen van betrokken partijen in de bouwsector. Om de brandveiligheidsrisico's voldoende te beperken en voldoende mogelijkheden voor brandbestrijding te hebben, is het noodzakelijk dat de kans zo klein mogelijk is dat de brand zich uitbreidt:

- > tot meer dan één woning,
- > naar het (brandbare) dak van de brandende woning, en
- > naar de gebouwschil van andere woningen.

Er kunnen verschillende bron- en effectmaatregelen worden overwogen, zoals woningsprinklers, de toepassing van moeilijk brandbare en weinig rook producerende materialen in de gehele gebouwschil (niet alleen de buitenzijde) en compartimentering van of in de gebouwschil. De implementatie van deze oplossingen kan afzonderlijk of in combinatie plaatsvinden.

Les 3 – Uitdagingen en risico's bij bestrijding van brand in de gebouwschil

Branden in de gebouwschil van versneld gerealiseerde en verduurzaamde woningen verlopen onvoorspelbaarder en grilliger dan een typische woningbrand, waardoor de potentiële gevaren van een binneninzet groter zijn. Zo waren de exacte locaties van de (zoals gedurende de inzet bleek: meerdere) brandhaarden vanuit de posities van de brandweer niet goed vast te stellen. Om uiteenlopende redenen kon de binneninzet de verdere uitbreiding van de branden niet voorkomen, waardoor brandweereenheden zich op een bepaald moment moesten terugtrekken. De brandweer moest de woningen verlaten vanwege het risico van een (explosieve) rookgasontbranding en vanwege de snelle en onoverzichtelijke branduitbreiding over het dak, onder andere vanwege het falen van een droge blusleiding.

Zodra de dakconstructie bij de brand betrokken raakt, is de brand moeilijk te bestrijden en raken (bijna) de gehele dakconstructie, en vervolgens meerdere woningen, bij de brand betrokken. In de drie casussen bleek het lastig om de brand offensief te bestrijden (te blussen), en om (met defensieve stoplijnen) de branduitbreiding te beperken (beheersbaar te krijgen). De brandweer is geconfronteerd met een omvangrijk en complex incident, waarbij sprake is van een combinatie van taken (evacuatie, redding en blussing). Er zijn meerdere brandweereenheden ingezet, waaronder een redvoertuig voor brandbestrijding op hoogte en in één geval ook een drone-team. De brandbestrijding kostte bovendien meer tijd dan bij een typische woningbrand verwacht mag worden. Dit komt onder andere vanwege de noodzaak om de brand vanuit een hoogwerker te bestrijden terwijl er geen geschikte opstelplaats was, het disfunctioneren van de aanwezige brandweervoorzieningen (droge blusleiding en brandweerlift), en de noodzaak om de constructie van binnenuit en van buitenaf te slopen voor bluswerkzaamheden, wat moeizaam ging.

Verbeteren van de veiligheid en effectiviteit bij de bestrijding van branden in een gebouwschil

Om een veilige brandweerinzet te waarborgen, is het essentieel om signalen van een brand in de gebouwschil te herkennen, inclusief potentiële gevaren zoals rookgasontbranding. Het identificeren van een brand in de gebouwschil is echter niet altijd eenvoudig. Om een handelingsperspectief te ontwikkelen voor branden in de gebouwschil, als alternatief voor de gebruikelijke offensieve binneninzet bij woningbranden, kunnen de *Doctrine gebouwbrandbestrijding* (Brandweer Nederland, 2022) en het *Handboek gebouwbrandbestrijding* (Baaij et al., 2023) worden gebruikt. De hierin beschreven basisprincipes kunnen helpen bij het bepalen van een geschikte inzetactie volgens het kwadrantenmodel, waarbij keuzes worden gemaakt tussen offensieve en/of defensieve binnen- of buiteninzetten. Het eerste basisprincipe 'Stop en denk na' is cruciaal vanwege de onduidelijke locatie van de brand in de gebouwschil.

(vervolg op volgende pagina)

Verbeteren van de veiligheid en effectiviteit bij de bestrijding van branden in een gebouwschil (vervolg)

Om begrip te vragen van de samenleving voor de tijd die een professionele brandweer soms nodig heeft om een veilige en doeltreffende brandweerinzet mogelijk te maken, is effectieve communicatie van groot belang. Dit geldt vooral wanneer tijdens de brandweerinzet keuzes worden gemaakt die door het publiek als onlogisch geïnterpreteerd kunnen worden. Vanwege de moeilijkheden bij het lokaliseren en bereiken van brand in een gebouwschil kan een afbrandscenario worden overwogen, hoewel dit niet altijd wenselijk of noodzakelijk is bij woningbouw.

Verskillende oplossingen kunnen bijdragen aan het verbeteren van de mogelijkheid om de brandhaard te lokaliseren, zoals het gebruik van een warmtebeeldcamera, en te bereiken, zoals zorgen voor bewustwording bij gebouweigenaren en -beheerders van hun verantwoordelijkheid voor brandweervoorzieningen. Verder kunnen eisen gesteld worden aan de omgeving van gebouwen waarbij sprake is van verduurzaming en toepassing van lichtgewicht prefab-elementen, en waarbij hoogwerkers nodig zijn voor blussing en redding, zodat alle zijden van het gebouw bereikt kunnen worden. Daarnaast kan de brandweer innoveren door te onderzoeken of geschikt materieel en/of gespecialiseerde eenheden van buitenaf kunnen worden ingezet om branden in de gebouwschil te bestrijden.

Les 4 – Verdere ontwikkeling en verspreiding van kennis

Eerdere studies naar de brandveiligheid van een brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil tonen aan dat de huidige regelgeving niet voldoende is afgestemd op het voorkomen en bestrijden van branden in zo'n gebouwschil (Van Liempd et al., 2022a; Van Mierlo, 2022; DGMR, 2021; ATGB, 2020). Na de brand in de Grenfell Tower is de noodzaak van kennisontwikkeling en -verspreiding over de brandveiligheid van dergelijke constructies benadrukt (ATGB, 2020). De extra maatregelen die na deze brand in de bouwregelgeving zijn opgenomen voor (zeer) hoge gebouwen, bieden echter geen oplossing voor de complexe problematiek van branden in de gebouwschil: die kan niet 'opgelost' worden door enkel het stellen van strengere eisen aan de brandbaarheid van de buitenzijde van gebouwschil of het verhogen van een wdbbo-eis, zoals blijkt uit de drie bestudeerde casussen.

Daarnaast is een duidelijk patroon te zien in de onmogelijkheden van brandbestrijding. In alle gevallen waren er meerdere brandhaarden, waarvan de exacte locaties van buitenaf soms moeilijk zichtbaar waren, of niet meteen werden opgemerkt. De branden waren moeilijk bereikbaar vanwege de combinatie van hoogte, het van buitenaf moeten optreden, aanwezigheid van brand in de gebouwschil en het ontbreken van een geschikte opstelplaats voor een redvoertuig of hoogwerker, wat de bluswerkzaamheden bemoeilijkte. Daarnaast was er een verhoogd veiligheidsrisico voor brandweereenheden.

Verdere ontwikkeling en verspreiding van kennis

Om de brandveiligheidsrisico's van een brandbare en niet-gecompartimenteerde gebouwschil te beperken en de interactie tussen preventieve maatregelen en een effectieve brandweerinzet te verbeteren, is het cruciaal om via onderzoek nieuwe kennis te vergaren over branden in de gebouwschil. Dit omvat zowel experimenteel onderzoek naar het brandgedrag van nieuwe materialen en constructies als evaluatief onderzoek naar daadwerkelijke brandincidenten, om zo casuïstiek en statistiek op te bouwen. Deze kennis moet breed worden gedeeld met alle betrokken partijen in de bouwsector, bijvoorbeeld via praktische richtlijnen en congressen. Het is tevens noodzakelijk dat alle betrokken partijen deze kennis ook daadwerkelijk toepassen in de praktijk.

Om de veiligheid van brandweerpersoneel te waarborgen en de brandbestrijding te verbeteren, is het essentieel om via onderzoek nieuwe kennis te ontwikkelen over branden in de gebouwschil en de bestrijding daarvan. De overeenkomsten van de drie casussen bieden al een basis voor de ontwikkeling van een handelingsperspectief voor de bestrijding van branden in de gebouwschil, met name als alternatief voor een afbrandscenario.

(vervolg op volgende pagina)

Verdere ontwikkeling en verspreiding van kennis (vervolg)

Daarnaast zijn er onderwerpen die nader onderzoek vragen, zoals het herkennen van de aanwezigheid en het lokaliseren van brand in de gebouwschil, het kunnen herkennen van en reageren op signalen van onveilige omstandigheden voor een binneninzet, de mogelijke methoden voor het bereiken en bestrijden van branden in de gebouwschil (zowel offensief als defensief) en de informatievoorziening tijdens de brandweerinzet. Om deze (wetenschappelijk onderbouwde) kennis op grote schaal onder repressief brandweerpersoneel te kunnen verspreiden, is het zinvol om lesstof aan te passen en oefenscenario's te ontwikkelen.

Literatuur

ATGB (2020). [Advies naar aanleiding van het 'Grenfell Tower Inquiry Phase 1 Report'](#).

ATGB (2021). [Toegestane branduur bij 'traveling local carfire'](#).

Beckerman, C.S. (2023). [Motie van het lid Beckerman C.S. 28 325 nr. 250. Voorgesteld 6 juli 2023.](#)

Besluit Veiligheidsregio's 2010. Geraadpleegd van [https://wetten.overheid.nl/BWBR0027844/2024-01-01.](https://wetten.overheid.nl/BWBR0027844/2024-01-01)

Brandweeracademie (2014). [Kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding.](#) Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweeracademie (2020). [Basisprincipes van brandbestrijding.](#) Instituut Fysieke Veiligheid.

Brandweer Amsterdam-Amstelland. (2023a). [Brandontwikkeling wooncomplex Joan Muyskenweg. Zeer grote brand aan Joan Muyskenweg 4 op 3 juni 2023.](#)

Brandweer Amsterdam-Amstelland. (2023b). [Brandontwikkeling wooncomplex Riekerhaven. Brand aan de Voetbalstraat 87 op 13 november 2022.](#)

Brandweer Gelderland-Midden. (2023). [Brandonderzoek Van Kinsbergenstraat Arnhem.](#)

Brandweer Nederland (2020). [Handreiking risicobeheersing advies veilige PV-systemen.](#)

Brandweer Nederland (2022). [Doctrine gebouwbrandbestrijding.](#)

DGMR (2021). [Risico's van gevels met brandklasse B.](#)

Helsloot, I, Hagen, R. & Heijndijk, K. (2023a). [Brandveiligheid van NOM-woningen in Presikhaaf. Een analyse van de brand aan de Van Kinsbergenstraat in Arnhem.](#) Crisislab

Helsloot, I, Hagen, R. & Heijndijk, K. (2023b). [Een analyse van de brandveiligheidssituatie in wooncomplex Riekerhaven. De vluchtveiligheid en gebouwcontinuïteit van wooncomplex Riekerhaven en de implicaties daarvan voor andere complexen met modulaire wooneenheden van Lieven de Key.](#) Crisislab

Van Mierlo, R. (2022). [Branduitbreiding door een gevelconstructies. Voorstellen voor aanpassing van de WBDBO-eisen en -bepaling.](#) DGMR.

Instituut Fysieke Veiligheid (2014). [Brandpreventie voor repressief leidinggevend.](#)

- Instituut Fysieke Veiligheid (2017). [Basis voor brandveiligheid](#).
- IPPC (2021). *Climate Change 2021: [The Physical Science Basis](#)*.
- IPLO (2023). [Rechtens verkregen niveau in het Bbl](#).
- Ministerie van BZK (2018). [Protocol inventarisatie en onderzoek brandveiligheid gevels](#).
- Ministerie van BZK (2019). [Brandveiligheid bij verbouw en transformatie van bestaande gebouwen](#).
- Ministerie van BZK (2020). [Infoblad bestaande portiekflats](#).
- Ministerie van BZK (2022). [Borgingsprotocol brandveiligheid gevels](#).
- Ministerie van BZK (2023). [Kamerbrief over uitvoering van diverse moties en toezeggingen op het terrein van de bouwregelgeving](#).
- Ministerie van BZK (2024). [Versnellen van tijdelijke huisvesting](#).
- Van Liempd, R., Ebus, J., Reinders, J. & van der Graaf, J. (2022a). [De invloed van duurzaam, energiezuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid van gebouwen](#). Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- Kobes, M., Polman, M., Gaspar, V. & Veeneklaas, J. (2022). [Wat als er brand uitbreekt? Een onderzoek naar fatale woningbranden en reddingen door de brandweer](#). Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (2022d). [Droge blusleidingen. Afstemming eisen aansluitpunten op brandweerpraktijk ter beperking van rookverspreiding](#). Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- Reinders, J., van der Graaf, J., Duyvis, M. & Leene, M. (2023). [Duurzaam bouwen – brandveiligheid van installaties](#). Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- Baaij, S., de Witte, L., Hofman, R., Huizer, E., Molenaar, J. & Weewer, R. (2023). [Handboek gebouwbrandbestrijding](#). Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- NPLW (2023). [Tussenwoning jaren 80](#).
- Overveld, M (2003). [Bouwbesluit 2003: theorie en praktijk. Beoordelen en verder ontwikkelen van bouwvoorschriften](#). Proefschrift, TU Delft. SDU Uitgevers.
- Staatsblad 2011, 416. [Besluit van 29 augustus 2011 houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken \(Bouwbesluit 2012\)](#).
- Team brandonderzoek en Team Brandveilig Leven Oost 5 (2015). *De woningbrand in Oost 5*.

Tweede Kamer (2023a). Motie van het lid Beckerman C.S. 28 325 Nr. 2050. Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 2022–2023.

Tweede Kamer (2023b). Vergaderjaar 2023–2024. 28 325 Nr. 265 Brief van de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Rijksoverheid (2023). [Meer woningen door beter benutten van bestaande bebouwing](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024). *Energieprestatie-eisen voor bij verbouw en renovatie*. Geraadpleegd op 29 januari 2024, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-eisen-verbouw-renovatie>.

Volkshuisvesting Nederland (2023). [Versnellen tijdelijke huisvesting](#).

VROM (2007a). *Wegwijzer brandveiligheid unitbouw, versie nieuwbouw*.

VROM (2007b). [Wegwijzer brandveiligheid unitbouw, versie bestaande bouw](#).

VROM (2008). [Inspectiesignaal brandwerendheid woningscheidende constructies](#).

VROM (2010). [Handreiking Brandveiligheid van woningscheidende constructies](#).

Bijlage 1 – Tijdlijnen

In de onderstaande tabellen zijn per casus de belangrijkste gebeurtenissen en de bijbehorende tijden weergegeven.

Tabel B1.1 Casus ‘verduurzaamde woningen’

Gebeurtenissen	Tijdstip	Minuten na melding
Melding bij meldkamer brandweer	11:51	00:00
Opschaling ‘grote brand’	11:53	00:02
Brand zichtbaar in / op gevel	11:56	00:05
Uitslaande brand		<00:06
Geen personen meer in de woning		<00:06
Eerst brandweereenheid ter plaatste	11:57	00:06
Uitslaande brand, voor- en achterzijde	11:57	00:06
Eén woning in brand, gevel in brand links aangrenzende woningen	11:57	00:06
Brand op / in dak	11:58	00:07
Rookverspreiding (naar andere woningen)	12:03	00:12
Nr. 46: Lichte rook begane grond, bruingele rook zolder		onbekend
Nr. 48: Rook in toilet begane grond, lichte rook vanuit plafond op zolder		onbekend
Nr. 42: Lichte rook begane grond, rook 1ste verdieping, bruingele rook zolder en in woonkamer uit achtergevel	12:03	00:12
Opschaling GRIP 1	12:18	00:27
Opschaling ‘zeer grote brand’	12:22	00:31
Branduitbreiding (naar binnenzijde andere woningen)	<12:27	<00:36
Vlammen nabij plafond nr. 42 op 1ste verdieping	<12:27	<00:36
Opschaling GRIP 2	12:54	01:03
Brand meester	19:59	08:08
Afschaling GRIP 0	22:35	10:44

Tabel B1.2 Casus 'Opgetopt woongebouw'

Gebeurtenissen	Tijdstip	Minuten na melding
Melding brand bij meldkamer brandweer	20:01	00:00
Rookverspreiding (naar andere woningen)	20:01	00:00
Meldkamer: brand in spouw buitengevel over meerdere verdiepingen	20:05	00:04
Brand zichtbaar in / op gevel	20:07	00:06
Eerste brandweereenheid ter plaatste	20:10	00:09
Start ontruiming woonblok / gebouw	20:16	00:15
Falen droge blusleiding	20:26	00:25
Bericht 'beginnende brand 2 woningen en gang vol rook'	20:27	00:26
Opschaling 'zeer grote brand'	20:27	00:26
Vlammen zichtbaar op balkon bovenliggende woning	20:34	00:33
Opschaling GRIP 1	20:36	00:35
Start redding 1 (6de verdieping)	20:39	00:38
Brand op / in dak	20:42	00:41
Snelle branduitbreiding via dak als gevolg van wind; terugtrekken brandweer van de 8 ^e verdieping	20:42	00:42
Alternatief bluswater beschikbaar	20:46	00:45
Gehele dak in brand	20:52	00:51
Einde ontruiming verdieping 6,7,8	21:00	00:59
Melding bewoner nog aanwezig in woning op etage onder de brand	21:08	01:07
Bewoners ontruimde naastgelegen gebouw terug	21:43	01:42
Brand meester	01:53	05:52

Tabel B1.3 Casus 'Unitwoningen'

Gebeurtenissen	Tijdstip	Minuten na melding
Melding overlast bij meldkamer politie	08:21	
Ontdekking van de brand	08:28	
Melding brand bij meldkamer brandweer	08:30	00:00
Uitslaande brand	08:33	00:03
Rookverspreiding (naar andere woningen)	08:34	00:04
Rookverspreiding onder gehele tropendak	08:34	00:04
Opschaling GB	08:34	00:04
Eerste brandweereenheid ter plaatste	08:34	00:04
Brand zichtbaar in / op gevel	<08:36	00:06
Start ontruiming woonblok / gebouw	08:36	00:06
Brand op / in dak	08:36	00:06
Start offensieve buiteninzet	08:37	00:07
Rook uit buurwoning	08:37	00:07
Rookverspreiding (andere verdieping)	08:38	00:08
Brand op het bitumen dak die wordt ontdekt door naar beneden vallende gesmolten kunststofdruppels	08:45	00:15
Gehele dak in brand	08:45	00:15
Opschaling 'zeer grote brand'	08:45	00:15
Einde ontruiming woonblok / gebouw	08:58	00:28
Start redding	08:58	00:28
Dakrand / bovenkant gevel in brand	08:59	00:29
Branduitbreiding (naar andere woningen)	<09:00	<00:30
Signalen van instortingsgevaar gebouw	09:54	01:24
Dak stort in	10:36	02:06
Brand meester	12:43	04:13

Bijlage 2 - Vergelijkbare branden

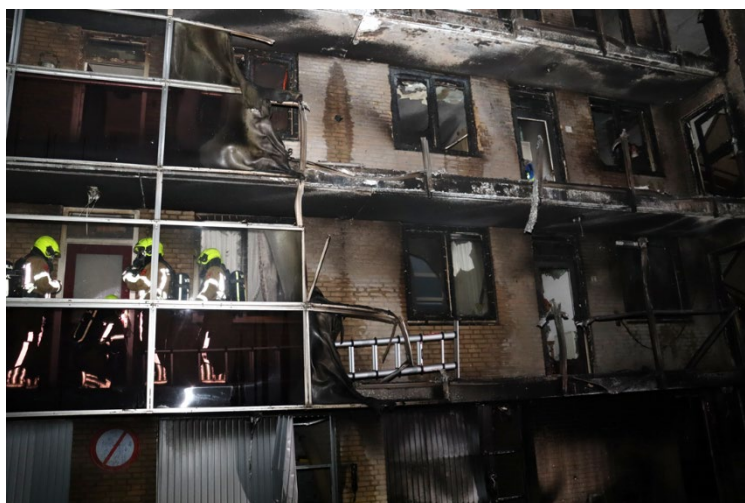
In aanvulling op de drie nader bestudeerde casussen zijn vijf soortgelijke branden aangeleverd door de brandonderzoekers, waarbij er:

1. sprake was van een woningbrand waarbij de gebouwschil betrokken raakte en
2. uiteindelijke meerdere woningen betrokken zijn geraakt bij de brand.

In deze bijlage is een korte beschrijving gegeven van de incidenten, met de oorzaak, het ontstaansgebied, het beeld bij aankomst en de brandweerinzet.

Brand Venlo

- > Datum: 11 augustus 2023
- > Adres: Veestraat, Venlo
- > Bouwjaar: 1964
- > Renovatie: n.v.t.
- > Soort woningbouw: gestapelde woningen



Figuur B2.1 Branduitbreiding naar aangrenzende woningen. Bron: TBO-VRLN

Bij aankomst van de brandweer heeft de brand zich al uitgebreid tot over alle bouwlagen. De brand is vanaf een scooter overgeslagen naar de balustrade van de galerij, die voorzien is van panelen van acrylglas (bijvoorbeeld plexiglas, dit is kunststof). Via het acrylglas breidt de brand zich zeer snel uit naar de bovengelegen drie bouwlagen. Vanwege de brandende balustrade kunnen bewoners niet vluchten uit hun woning. Op meerdere plaatsen vindt er vanaf de galerij branddoorslag plaats naar de woningen.

Aan de achterzijde van het gebouw heeft de brandweer de bewoners met een redvoertuig van het balkons gehaald.

Brand Assen

- > Datum: 2 mei 2023
- > Plaats: Dingspelstraat, Assen
- > Bouwjaar: 1964
- > Renovatie: jaar onbekend, thermische schil met EPS-isolatie tegen de gevel
- > Soort woningbouw: grondgebonden woningen



Figuur B2.2 Traject branduitbreiding via gevelconstructie. Bron: TBO-Noord Nederland

Bij de melding is er alleen brand in de schuur die aan de woning grenst; bij aankomst van de brandweer heeft de brand de nok van het dak van de woning al bereikt.

De brand breidt zich uit naar de bijkeuken. Vanuit de bijkeuken hebben uitslaande vlammen de EPS-isolatie in de gevelconstructie tot ontbranding gebracht. Via de gevel is de brand overgeslagen naar de dakconstructie. Onder de dakpannen langs heeft de brand zich via de houten constructieonderdelen naar de nok van het dak en naar de dakconstructie van de aangrenzende woning uitgebreid.

Door de inzet van de brandweer heeft de brand zich niet verder uitgebreid dan naar één aangrenzende woning.

Brand Middelburg

- > Datum: 1 januari 2022
- > Adres: Radenhove, Middelburg
- > Bouwjaar: 1968
- > Renovatie: 2018, thermische schil met EPS-isolatie op het dak
- > Soort woningbouw: grondgebonden woningen



Figuur B2.3 Restanten van gesmolten EPS op de gevels. Bron: TBO-BR Zeeland

Bij de melding zou er sprake zijn van een zolderbrand, bij aankomst van de brandweer slaan de vlammen uit het dak en breidt de brand zich snel uit naar de aangrenzende woningen. Zonnepanelen bemoeilijken het bestrijden van de brand.

De brand is vermoedelijk door vuurwerk ontstaan op het dak van een hoekwoning en heeft zich via de brandbare constructieonderdelen van het dak, hout en EPS-isolatie, uitgebreid naar het dak van de aangrenzende woning en naar de binnenzijde van beide woningen. Het nieuwe dakpakket was niet aangebracht conform de verwerkingsvoorschriften van de leverancier.

De brandwerende scheidingsconstructie tussen de woningen voldeed niet. Door de inzet van de brandweer heeft de brand zich alleen uitgebreid naar de aangrenzende woningen.

Brand Den Haag

- > Datum: 20 mei 2021
- > Adres: Wouwermanstraat, Den Haag
- > Bouwjaar: 1926
- > Renovatie: 1992, onder andere een thermische schil met EPS-isolatie op het dak en vervanging van balkons
- > Soort woningbouw: gestapelde woningen



Figuur B2.4 Achterzijde woongebouw. Bron: TBO Haaglanden

Bij aankomst van de brandweer heeft de brand zich al uitgebreid langs de achtergevel van meerdere woningen en brandt ook al het dak.

De brand is ontstaan in een uitbouw van een portiekwoning. Via onder andere de met glasvezelversterkte polyester beklede balkons en de aanwezige privacyschermen heeft er een zeer snelle branduitbreiding plaatsgevonden naar meerdere bouwlagen. De brand breidt zich na brandoverslag ook snel uit over het dak. Vanuit de gevel- en dakconstructie vindt er branduitbreiding plaats naar de aangrenzende woningen.

Door de brand worden elf woningen en een moskee volledig verwoest en nog eens negentien woningen onbewoonbaar.

Brand Vlaardingen

- > Datum: 1 januari 2019
- > Plaats: Insulindesingel, Vlaardingen
- > Bouwjaar: 1951
- > Renovatie: 2018, thermische schil met EPS-isolatie op gevel en dak
- > Soort woningbouw: gestapelde woningen



Figuur B2.5 Schil met EPS isolatie tegen gevel en op het dak voor (links) en na de brand (rechts). Bron: TBO-VRR/ZHZ

Bij de melding zou er sprake zijn van een zolderbrand, bij aankomst slaan de vlammen uit het dak en breidt de brand zich snel via de dakconstructie uit over het bouwblok heen naar de aangrenzende woningen.

De brand is vermoedelijk door vuurwerk ontstaan op het dak dat vijf portiekflats met elkaar verbindt. Via de brandbare constructieonderdelen van het dak, EPS-isolatie en hout, heeft er branduitbreiding plaatsgevonden naar het dak van meerdere portiekflats. Vanuit het dak heeft er branduitbreiding plaatsgevonden naar de EPS-isolatie die op de bestaande gevelconstructie is aangebracht. Diverse woningen zijn tijdelijk niet bewoonbaar door brand- en waterschade.

De brandwerende scheidingsconstructie tussen de woningen onderling voldeed niet. Door de inzet van de brandweer heeft de brand zich niet uitgebreid naar de onderliggende woningen. Zonnepanelen bemoeilijkten het bestrijden van de brand.

Vergelijking

In tabel B2.1 op de volgende pagina is een overzicht gegeven waarin de in totaal acht branden met elkaar zijn vergeleken. Als ze brand voldoet aan een van de kenmerken in de eerste kolom van de tabel, staat er een 'X'.

Tabel B2.1 Belangrijkste kenmerken van de branden

	Amsterdam 3 juni 2023	Amsterdam 13 nov 2022	Arnhem 18 juni 2023	Assen 2 mei 2023	Middelburg 1 jan 2022	Vlaardigen 1 jan 2019	Den Haag 20 mei 2021	Venlo 11 aug 2023
Bouwmethode	Optopping	Unitbouw met tropendak	Verduurzaming	Verduurzaming	Verduurzaming	Verduurzaming	Verduurzaming + kunststof bekleding balkons	Kunststof afdichting van galerij
Zonnepanelen	X		X	X	X	X		
Thermische schil gevel			X	X		X		
Thermische schil dak					X	X	X	
Geschakelde woningen	X	X	X	X	X	X	X	X
Gestapelde woningen	X	X				X	X	X
Brand ontstaan bij op of in gevel/- dakconstructie	X				X	X		X
Brand ontstaan in ruimte		X	X	X			X	
Brand in gevelconstructie		X	X	X		X	X	X
Brand in dakconstructie	X	X	X	X	X	X	X	
Open verbinding tussen gevel- en dakconstructie			X	X	X	X	X	
Branduitbreiding binnendoor naar aangrenzende woningen(en)	X	X	X		X		X	X
Petrochemische producten, zoals bitumen en EPS, hebben rol gespeeld bij branduitbreiding	X	X	X	X	X	X	X	