

www.brandweergm.nl

Brandonderzoek Van Kinsbergenstraat Arnhem

18 juni 2023

Versie: definitief 13 september 2023

COLOFON: Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden verricht onderzoek om te leren van incidenten. Dit levert informatie op over oorzaken van brand, brandverloop, menselijk gedrag bij brand, werking van brandpreventieve voorzieningen en het eigen operationele optreden. Dit document is daarom bedoeld als intern leerdokument en niets uit deze uitgave kan derhalve worden gebruikt om aansprakelijkheid vast te stellen of om de schuldvraag bij brand te beantwoorden of mag openbaar worden gemaakt zonder schriftelijke toestemming van VGGM. VGGM kan geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade voortvloeiend uit deze publicatie. Vragen of opmerkingen kunt u mailen naar brandonderzoek@VGGM.nl.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Inleiding	6
Duiding onderzoek	6
Doel en onderzoeksvragen	6
Onderzoeksmethode	6
Afbakening	7
Afstemming en samenwerking	7
Opbouw van het rapport	7
Beeldmateriaal	7
1. Globale beschrijving van het incident	9
1.1 De brand	10
1.2 De brandweerinzet	11
2. Gebouwenkenmerken	13
2.1 Algemene gebouwenkenmerken	13
2.2 Lay-out van de woningen	13
2.3 Brandpreventieve voorzieningen	14
2.4 Bestaande situatie voor de verbouwing	15
2.5 Situatie na de verbouwing	15
2.6 De energiemodule	19
2.7 Het ventilatiesysteem	19
3. Menskenmerken	20
3.1 De bewoners	20
3.2 Ontdekken van de brand	20
3.3 Het vluchtgedrag	20
4. Interventiekenmerken	21
4.1 112-melding bij de alarmcentrale	21
4.2 Tankautospuit 110	21
4.3 Tankautospuit 120	23
4.4 Tankautospuit 130	25
5. Brandkenmerken	27
5.1 De brand	27
5.2 Het ontstaan van de brand	27
5.3 De brandoorzaak	27
5.4 Ontstaansgebied	28
5.5 Het brandverloop	29
6. De omgevingskenmerken	41
6.1 De weersomstandigheden	41
6.2 Invloed van de omgeving op het incidentverloop	41
6.3 Ligging van het brandadres	41
6.4 Bluswatervoorziening	41

6.5	Opstelling van de brandweervoertuigen	42
6.6	Opstelling van de redvoertuigen	42
7.	Analyse brandverloop	43
7.1	Tijdstip ontstaan van de brand	43
7.2	Ontstaansgebied	44
7.3	Branduitbreiding binnen in de woning	46
7.4	Branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel	46
7.5	Branduitbreiding via de buitenzijde van de dakconstructie	49
7.6	Branduitbreiding over de nok van het dak	50
7.7	Branduitbreiding vanaf het dak naar de binnenzijde van de woning	51
7.8	Branduitbreiding via de binnenzijde van de gevelconstructie	53
7.9	Branduitbreiding vanuit de spouw naar de dakconstructie	57
7.10	Branduitbreiding vanuit de spouw van het dak naar de zolder toe	57
7.11	Branduitbreiding via de woningscheidende wandconstructie(s)	58
7.12	Rookverspreiding naar de toiletten van de aangrenzende woningen	60
7.13	Branduitbreiding via de dakconstructie	61
7.14	Rookverspreiding via het ventilatiesysteem	62
7.15	Conclusie	62
8.	Analyse op basis van de brandveiligheidsvoorschriften	64
8.1	Welke wbdbo / brandwerendheid geldt?	64
8.2	Beoordeling bestaande situatie	66
8.3	Beoordeling te verbouwen onderdelen	69
8.4	Conclusie	72
9.	Analyse omgevingsvergunning bouw	73
9.1	Beoordeling brandveiligheid omgevingsaanvraag	73
9.2	Vergelijking aanvraag met de daadwerkelijk gerealiseerde situatie	73
9.3	Vragen van de brandweer tijdens de bouw	75
9.4	Conclusie omgevingsvergunning bouw.	75
10.	Conclusie	76
	Tot slot 80	
11.	Beantwoording van de onderzoeksvragen.	81
11.1	Deelvragen	81
11.2	Hoofdvraag	83
12.	Aanbevelingen	84
	Bijlage 1 - Tijdlijn	86
	Bijlage 2 - Uitgebreide beschrijving gebouwconstructie	87
	Literatuurlijst	100

Voorwoord

Beste lezer,

Voor u ligt het rapport over het brandonderzoek dat is uitgevoerd naar aanleiding van de brand die op 18 juni 2023 heeft plaatsgevonden in een huizenblok gelegen aan de Van Kinsbergenstraat te Arnhem. Dit rapport had niet tot stand kunnen komen zonder de bijdrage van veel verschillende personen. Dank aan de bewoners van woning nr. 44 die meegewerkt hebben door de vragen van team brandonderzoek te beantwoorden. Dank ook aan persbureau Heitink/Gelrenieuws.nl, Gerard Burgers en diverse omwonenden voor het beschikbaar stellen van het door hun gemaakte beeldmateriaal. Uiteraard gaat onze dank ook uit naar het repressieve personeel van de brandweer. Dankzij hun waarnemingen en het gemaakte beeldmateriaal kon een groot deel van het brandverloop gereconstrueerd worden. Verder gaat onze dank uit naar Veerle Gaspar voor de snelle redactieslag. Tot slot dank aan Woningbouwvereniging Portaal, Dura Vermeer en Nieman Raadgevende Ingenieurs voor hun volledige medewerking aan het onderzoek, onder andere door het aanleveren van de documentatie met betrekking tot de verbouw van de woningen.

Team brandonderzoek

Brandonderzoekers: Joost Ebus, Nick Put en Jan de Werd

Arnhem, 9 september 2023

Inleiding

Op zondagochtend 18 juni 2023 komt bij de Meldkamer Oost-Nederland om 11:51:06 een 112-melding binnen over een woningbrand aan de Van Speykstraat in Arnhem. Het exacte huisnummer is niet bekend bij de melder. De melder ziet de brand vanaf zijn flat. Er komen meerdere 112-meldingen binnen; zo zouden er twee kinderen op het dak staan, iemand van twee meter hoog naar beneden zijn gesprongen en de hele woning al in brand staan. Door de centralisten wordt binnen twee minuten opgeschaald van middelbrand naar grote brand. Later blijkt het adres de Van Kinsbergenstraat 44 te zijn.

De rook verspreidt zich al snel naar de aangrenzende woningen. Als gevolg van de brand gaan vier woningen volledig verloren en van nog één woning brandt de zolder uit. Drie andere woningen lopen forse water- en/of rookschade op.

Twee bewoners in de woning waar de brand is ontstaan konden niet meer via de reguliere route vluchten. Via het dak hebben zij zichzelf in veiligheid kunnen brengen door naar het dakraam van een andere woning te klimmen.

Duiding onderzoek

Brandweer Gelderland-Midden verricht brandonderzoek om te leren van incidenten die in eigen regio hebben plaatsgevonden. Dit levert informatie op over oorzaken van brand, brandverloop, menselijk gedrag bij brand en de werking van brandpreventieve voorzieningen. De informatie wordt daarnaast ook gebruikt als input voor de evaluatie van het eigen operationele optreden.

Doel en onderzoeksvragen

Brandweer Gelderland-Midden wil weten welke lessen er getrokken kunnen worden naar aanleiding van dit incident. De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Hoe kon de woningbrand aan de Van Kinsbergenstraat 44 in Arnhem de verwoesting van vier woningen tot gevolg hebben?

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag, zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Wat was de oorzaak van de brand?
2. Welke invloed hebben de gebouwenmerken gehad op het brandverloop?
3. Welke invloed hebben de gebouw- en omgevingskenmerken gehad op de brandbestrijding?
4. Voldoen de betreffende woningen aan het Bouwbesluit 2012 met betrekking tot de brandveiligheid?

Dit rapport richt zich op de beantwoording van de genoemde onderzoeksvragen.

Onderzoeksmethode

De informatie waarop dit rapport is gebaseerd, is op verschillende manieren verzameld. Op de dag van de brand zijn tijdens het incident brandonderzoekers van het team brandonderzoek (TBO) ter plaatse gegaan om informatie te verzamelen over de brandoorzaak en het brandverloop. In de dagen na de brand is op locatie aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de brandoorzaak, plaats van ontstaan en het brandverloop. In de media en op sociale media is gezocht naar beeldmateriaal van het incident. Ook is er aangebeld bij enkele woningen nabij de brandlocatie om te vragen of de bewoners beelden hebben gemaakt van de brand.

In de dagen na de brand is er gesproken met een groot deel van de ploegen die aan het begin van de brand betrokken zijn geweest bij de bestrijding van het incident om een beeld te krijgen van de incidentbestrijding. De beschikbare documenten over de bouw van en de aanpassing aan de woningen, zoals rapportages, de

bouwvergunning en bouwtekeningen zijn bestudeerd, en het gebouw is op de relevante onderdelen getoetst aan de brandveiligheidseisen uit het Bouwbesluit 2012, niveau bestaande bouw en niveau verbouw.

Afbakening

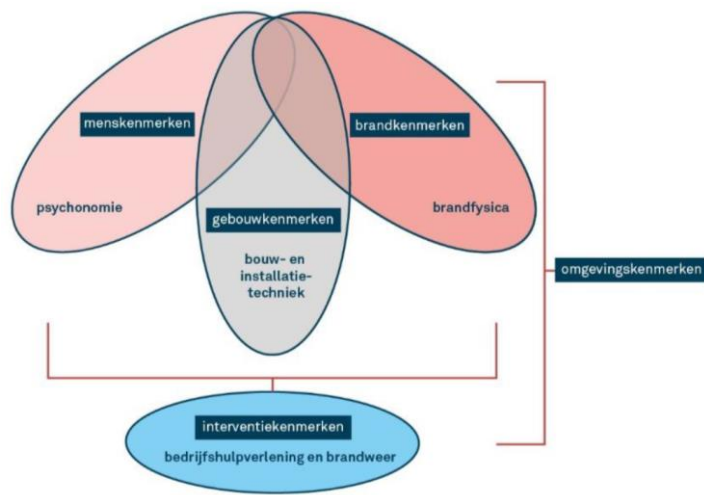
Het brandonderzoek richt zich op de beantwoording van de onderzoeksvragen. De evaluatie van het eigen operationele optreden, de inzet tactiek en inzet techniek vallen niet onder dit onderzoek. De resultaten van het onderzoek dienen als input voor de evaluatie van het incident.

Afstemming en samenwerking

Er is voor dit onderzoek samengewerkt met Portaal, Dura Vermeer en Crisislab. Deze medewerking bestond voornamelijk uit het delen van de beschikbare informatie. Het analyseren en beoordelen van de informatie en het opstellen van de rapportage zijn gedaan door de brandonderzoekers van brandweer Gelderland-Midden. Collega's uit eigen, maar ook uit andere regio's hebben de concept-rapportage gereviewd.

Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 1 wordt een globale beschrijving van het incident weergegeven. In de hoofdstukken die hierop volgen wordt het kenmerkschema gevolgd, zoals dat in 2013 is geïntroduceerd in de publicatie *Basis voor Brandveiligheid* (Hagen & Witloks, 2013).



Figuur 1 Het kenmerkschema.

Het kenmerkschema is een analyse- en beoordelingssysteem dat ervan uitgaat dat verschillende kenmerken bepalen hoe een brand zich ontwikkelt en hoe de gevolgen van het incident verklaard kunnen worden. De beoordeling richt zich daarbij op:

- gebouwenmerken: het gebouwontwerp (architectuur, bouwtechniek en brandpreventie)
- brandkenmerken: de typische (brandfysische) kenmerken van een brand
- mensenmerken: het gedrag van mensen
- interventiemerken: de (interne en externe) hulpverlening bij de brand
- omgevingsmerken: de (fysische) omgevingsfactoren.

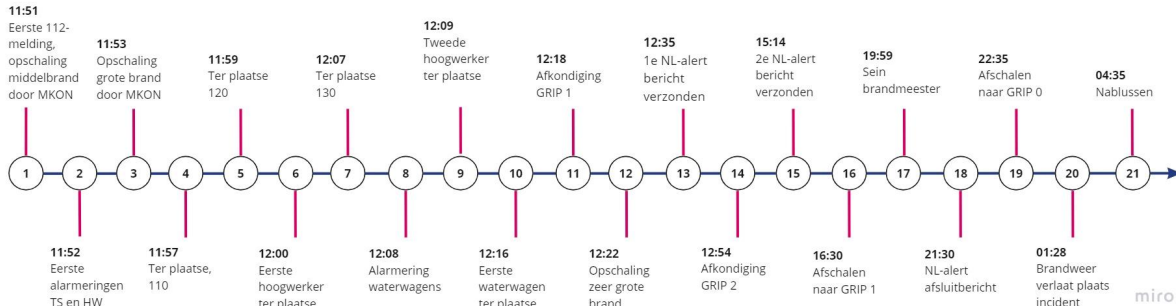
Beeldmateriaal

Er is voor deze rapportage gebruikgemaakt van beeldmateriaal afkomstig van diverse bronnen. Er is geprobeerd de exacte tijdstippen te achterhalen waarop het beeldmateriaal is gemaakt. Dit is niet in alle gevallen gelukt. Er is geconstateerd dat de tijden van de apparatuur waarmee de beelden zijn gemaakt niet allemaal gelijklopen. Voor zover dat mogelijk en te achterhalen was zijn de tijden gecorrigeerd.

Het beeldmateriaal dat in dit rapport wordt gepresenteerd, mag niet zonder voorafgaande toestemming van de maker van het betreffende beeldmateriaal worden gebruikt. Persbureau Heitink/Gelrenieuws.nl heeft specifieke toestemming verleend aan de brandweer om dit beeldmateriaal te gebruiken voor interne educatieve doeleinden en leermiddelen. Wanneer het beeldmateriaal is vastgelegd door de brandweer, is er geen bronvermelding weergegeven.

1. Globale beschrijving van het incident

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het incident. In de daarop volgende hoofdstukken wordt er gedetailleerder op ingegaan. In figuur 2 is op hoofdlijnen de tijdslijn van de brandweerinzet schematisch weergegeven. In bijlage 1 is de tijdslijn in groot formaat afgebeeld.



Figuur 2 Tijdslijn inzet brandweer

De Van Kinsbergenstraat bevindt zich in de wijk Presikhaaf van de stad Arnhem. Van een groot deel van de woningen in de straat kan de voorzijde niet met een auto worden bereikt. Zie figuur 3. De woningen zijn in 1964 gebouwd. In de periode 2016 en 2017 zijn de woningen omgebouwd tot zogenaamde nul-op-de-meterwoningen vanuit het project Stroomversnelling huur¹. Tijdens deze verbouwing zijn de woningen onder andere voorzien van een volledig nieuwe buitenschil die over de bestaande woning heen is gezet. Tegen de gevels en op het dak zijn prefab elementen geplaatst. Het dak is aan beide zijden voorzien van zonnepanelen. Aan de voorzijde is tegen de woning aan een energiemodule geplaatst. Hierin bevindt zich onder andere het ventilatiesysteem, het verwarmingssysteem, de meterkast en de omvormer van de zonnepanelen. In paragraaf 2.6 wordt nader ingegaan op de energiemodule.



Figuur 3 Van Kinsbergenstraat in de wijk Presikhaaf geel omlijnd. In rood de betreffende straat. Bron: Google.nl

¹ Vanuit het innovatie- en aanjaagprogramma Energiesprong werd in 2013 een overeenkomst gesloten tussen vier bouwers en zes corporaties: de deal stroomversnelling huur. Zie voor meer informatie over het project www.stroomversnelling.nl.

1.1 De brand

In de Van Kinsbergenstraat ontstaat er in een van de woningen op de begane grond brand in de keuken. Het moment waarop de brand is ontstaan, is onbekend. Door stroomuitval en een brandlucht in de woning merken de bewoners de brand op. Kort nadat de rook op de overloop van de 1^e verdieping ontdekt is, komt er een rookmelder in alarm. De bewoners op de 1^e verdieping kunnen zichzelf via de trap en de buitendeuren op de begane grond in veiligheid brengen; de twee personen op de zolder, een moeder en een klein kind, kunnen dat echter niet meer. Door het zolderraam klimmen zij het dak op en via de zonnepanelen klimmen zij twee woningen verderop via een zolderraam een woning binnen. Zie figuur 4.

Om 11:51 komt de eerste 112-melding vanuit een flatgebouw over de brand binnen bij de alarmcentrale van de brandweer. Op dat moment is er sprake van uitlaande brand vanuit het keukenraam en op de verdiepingen komt er rook via de openstaande ramen naar buiten. Op dat moment bevinden zich nog de twee personen op het dak die via de zonnepanelen weg van de woning vluchten.



Figuur 4 Twee bewoners brengen zichzelf via het dak in veiligheid. Bron: Omwonende

Door de uitlaande brand ter plaatse van het keukenraam komt de gevel tot ontbranding; de brand breidt zich via de gevel naar boven toe en in zijwaartse richting uit. Als het vuur het dak heeft bereikt, verplaatst de brand zich snel via de ruimte tussen de dakconstructie en de zonnepanelen naar de nokconstructie van het dak van de woning waar de brand is ontstaan, én naar die van de rechts aangrenzende woning. Vanuit daar breidt de brand zich onder de metalen afdekplaat verder uit naar de naastgelegen woningen.

Via de voorgevel breidt de brand zich in horizontale richting ook snel uit naar de voorgevel van de links naastgelegen woning. Doordat het slaapkamerraam gesloten is en voorzien is van tripleglas, slaat de brand niet naar binnen in deze woning. Zie figuur 5. Er vindt rookverspreiding plaats naar de zolders van de aangrenzende woningen.

De brand breidt zich aan de binnenzijde van de woning uit via de keukendeur naar de entreehal en vanuit daaruit via openstaande deuren en de trapopgang verder de woning in. Door het openstaan van deuren en ramen ontstaan er luchtstromingen (het schoorsteeneffect) binnen de woning, waardoor eerst de rook en daarna het vuur zich snel door de woning heen kunnen verspreiden. Via de opening van de vlizotrap bereikt de brand de zolder.



Figuur 5 Beeld van de snelle branduitbreiding naar de gevel van de aangrenzende woning. Bron: Omwonende

Via de nokconstructie die van boven naar beneden doorbrandt, breidt de brand zich uiteindelijk uit naar de binnenzijde van de twee rechts aangrenzende woningen. Ook verspreidt de brand zich naar de twee links aangrenzende woningen via de binnenzijde van de dakconstructie op de zolders. Naar links toe heeft de rook zich naar meerdere woningen toe verspreid. Door inzet van de brandweer wordt een verdere branduitbreiding naar nóg meer woningen beperkt.

1.2 De brandweerinzet

Bij aankomst van de brandweer circa 6 minuten na binnenkomst van de 112-melding is er bij één woning aan de achter- en de voorzijde en bij het dak sprake van een uitslaande brand en er zijn vlammen zichtbaar bij de nok van woning. De gevel van de links aangrenzende woning staat in brand, evenals de nok van de rechts aangrenzende woning. Er bevinden zich geen bewoners meer op het dak. De brandweer weet in eerste instantie een verdere branduitbreiding via de buitenzijde van de gevels te beperken door stralen in te zetten. Door het ventilatiesysteem in de energiemodules van enkele woningen wordt rook naar buiten geblazen.

Als de ploegen de aangrenzende woningen controleren op de aanwezigheid van personen blijken de zolders al volledig onder de rook te staan. Het is voor de brandweer te gevaarlijk om op de zolders van de beide aangrenzende woningen te blijven, onder andere vanwege de kans op een rookgasontbranding of -explosie. Er wordt besloten de brand één woning verder links en rechts van de direct aangrenzende woningen te stoppen. De brand breidt zich in de nok van de woningen in beide richtingen uit. Vanwege de metalen afdekplaat op de nok van de woningen kan de brand daar niet van buitenaf met bluswater worden bereikt.

Voor de woningen ligt geen weg waar voertuigen overheen kunnen en zich kunnen opstellen; er ligt enkel een stoep die niet breed genoeg is. Dit zorgt ervoor dat de hoogwerkers van de brandweer niet nabij het dak van de brandende woningen kunnen komen om de afdekplaten te verwijderen en verdere branduitbreiding via deze weg te beperken.

Aan de linkerzijde van de straat kan een deel van de daken wel met een hoogwerker worden bereikt. Daar wordt de nok van het dak opengemaakt door de metalen kappen te verwijderen en wordt er vanuit de hoogwerker een straal ingezet om de verdere branduitbreiding via de nokconstructie te beperken. Ook wordt aan deze zijde een deel van de zonnepanelen van het dak gehaald om het dak open te zagen en zo een stoplijn te maken om de brand te kunnen stoppen als deze zich toch verder zou gaan uitbreiden. Naar de linkerzijde toe breidt de brand zich voornamelijk via de gebouwconstructie uit naar twee aangrenzende woningen. Aan de rechterzijde van de brandwoning kan het dak niet met de hoogwerker worden bereikt. Via de nokconstructie breidt de brand zich uiteindelijk uit naar de binnenzijde van de twee aangrenzende woningen.

Doordat de woningen voorzien zijn van een extra buitenschil bij de gevels en het dak en daarnaast zeer goed geïsoleerd zijn, onder andere door het gebruik van triple-glas, is het brandverloop anders dan 'normaal'. In tegenstelling tot soortgelijke woningen uit de jaren '60 zonder extra buitenschil wordt de brand veel minder snel uitslaand. Als het daadwerkelijk op een zolder aan het branden is, duurt het lang voordat de dakconstructie bezwijkt en de vuurhaard van buitenaf via de hoogwerker of met handstralen te bereiken is. Dit komt door de dikte van de totale dakconstructie en de gebruikte bouwmaterialen. Hierdoor is de brand van buitenaf niet goed te bestrijden. Zoals vermeld, zijn de meeste branden in de aangrenzende woningen niet van binnenuit bestreden vanwege het gevaar van onder andere een rookgasexplosies.

In figuur 6 wordt een overzicht gegeven van de brandlocatie.



Figuur 6 Overzichtsfoto

2. Gebouwenmerken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de gebouwenmerken van de woningen.

2.1 Algemene gebouwenmerken

De acht woningen aan de Van Kinsbergenstraat (34 t/m 48) te Arnhem, die samen een woonblok vormen en door de brand zijn getroffen, zijn in bezit van woningcorporatie Portaal. De woningen zijn in 1964 gebouwd. In de periode 2016 en 2017 zijn ze verbouwd tot zogenaamde Nul-op-de-Meterwoningen vanuit het project Stroomversnelling Huur. Tijdens de verbouwing zijn de woningen voorzien van een volledig nieuwe buitenschil die over de bestaande woning heen is gezet. Aan de voorzijde is tegen de woning aan een energiemodule geplaatst. In paragraaf 2.6 wordt nader ingegaan op de energiemodule. De woningen zijn aan de binnenzijde verder niet verbouwd en nagenoeg gelijk aan de situatie voor de verbouwing.

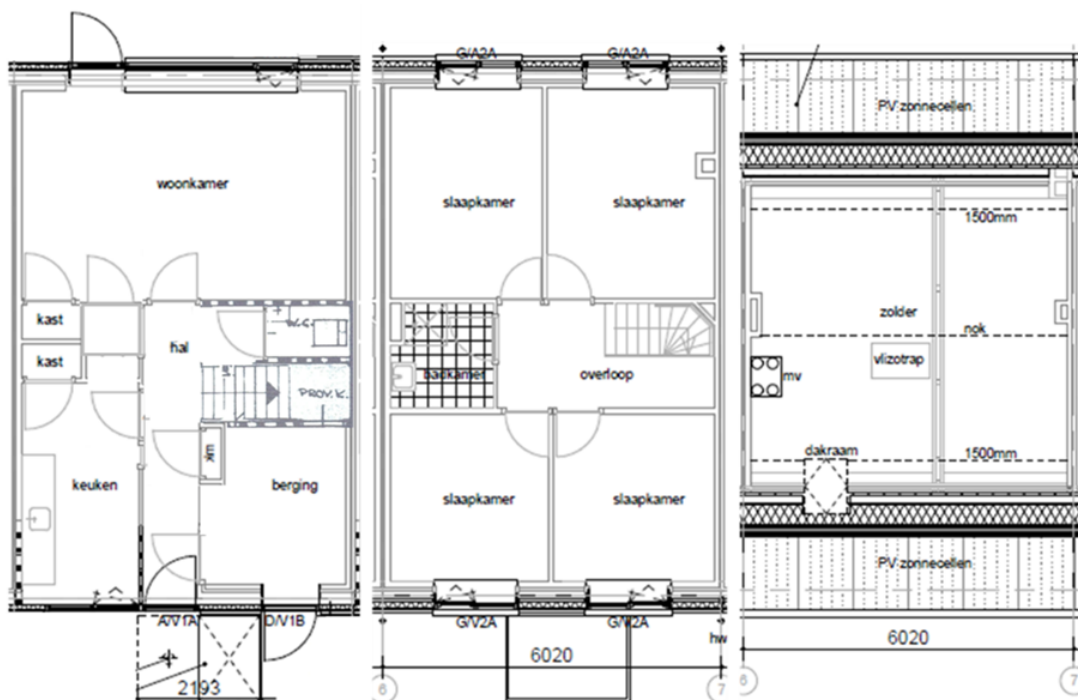


Figuur 7 Weergave van de woningen na de verbouwing. Bron: Google

De nieuwe buitenschil is opgebouwd uit geprefabriceerde gevel- en dakelementen. In de gevels zijn kunststof kozijnen geplaatst voorzien van triple glas. De isolerende buitenschil heeft een Rc-waarde van 7.0 m²K/W. Daarnaast is er vloerisolatie aangebracht. Op het dak zijn aan beide zijde zonnepanelen geplaatst. De woningen hebben een houten vloer- en dakconstructie. Zie figuur 7 voor de rij bij de brand betrokken woningen waarin de huisnummering is aangegeven. De woningen worden verder in dit rapport aangeduid op basis van het huisnummer. Aan de voorzijde, ter plaatse van de keuken, is de woning iets in omvang toegenomen. De woningen hebben een gebruiksoppervlak van circa 129 m². De brand is ontstaan in woning nr. 44.

2.2 Lay-out van de woningen

Elke woning heeft drie bouwlagen: de begane grond, eerste verdieping en zolder. Zie figuur 8 voor de indeling van de woningen. De indeling ter plaatse van de wand tussen de keuken en de woonkamer kan per woning verschillen. De zolder van de woningen is volgens de tekeningen alleen bereikbaar via een vlizotrap. Bij enkele woningen die door de brand getroffen zijn, is een vaste trap naar de zolder aanwezig geweest. In de woning waar de brand is ontstaan, was de zolder bereikbaar via de vlizotrap.



Figuur 8 Plattegrond van een woning. Bron oorspronkelijke plattegrond: Beltman Architecten

2.3 Brandpreventieve voorzieningen

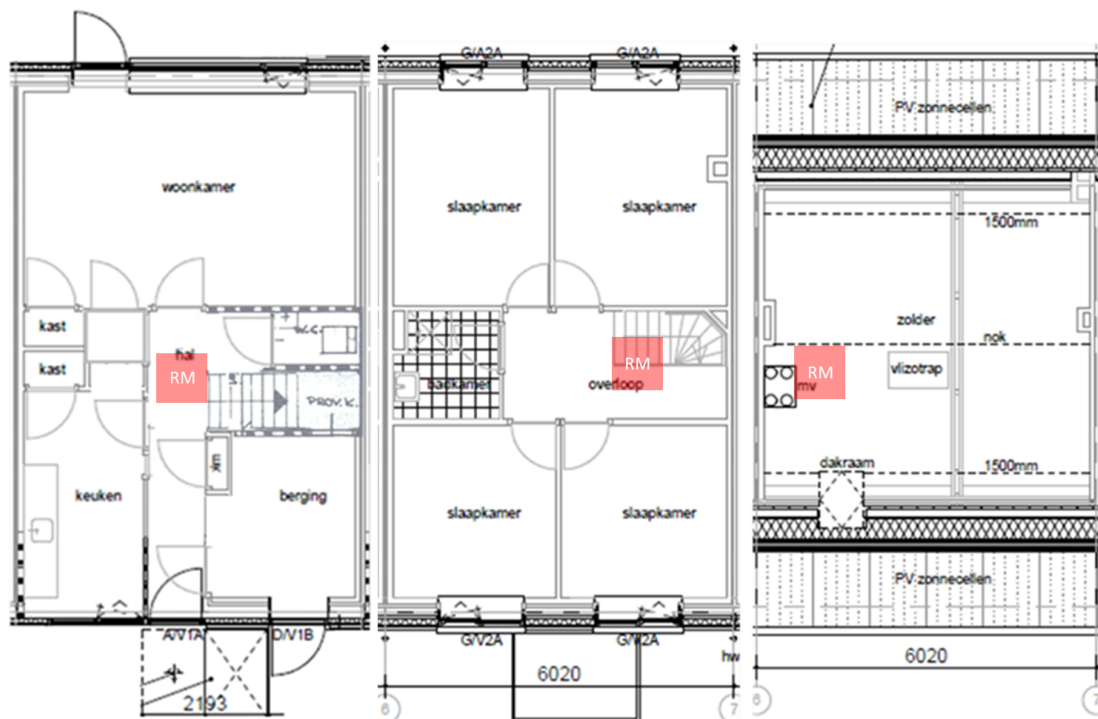
In deze paragraaf worden de brandpreventieve voorzieningen beschreven die in het woonblok en de woningen aanwezig zijn.

Brand- en subcompartmentering

Elke woning is uitgevoerd als een apart brand- en (beschermd) subbrandcompartiment. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de benodigde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (wbdbo) en wordt getoetst of de uitvoering aan de geldende wet- en regelgeving voldoet. In paragraaf 2.4 en paragraaf 2.5 wordt nader ingegaan op de uitvoering van de constructie ter plaatse van de scheidingen tussen de woningen.

Rookmelders

De woningen zijn voorzien van een rookmelder op de begane grond, de eerste verdieping en op de zolder. Het betreffen standalone rookmelders die niet onderling met elkaar in verbinding staan en voorzien zijn van een batterij die 10 jaar meegaat. In figuur 9 is de locatie van de rookmelders weergegeven zoals deze in de woningen die niet volledig door de brand zijn verwoest zijn aangetroffen.



Figuur 9 Positie van rookmelders binnen de woning. Bron: Beltman Architecten

2.4 Bestaande situatie voor de verbouwing

In deze paragraaf wordt op hoofdlijnen de woning beschreven van vóór de verbouwing. In bijlage 2 is een uitgebreide beschrijving van de gebouwconstructie te vinden.

De buitenschil

Het binnen en buitenspouwblad van de gevels bestaat uit metselwerk. De spouw is opgevuld met PS-isolatie. De kozijnen zijn van hout. Op enkele plaatsen, zoals bij de berging, is aan de buitenzijde hout aangebracht. Het dak is niet geïsoleerd en bestaat uit een houten dakbeschot met panlatten en dakpannen. Het dak rust op houten gordingen.

De woningscheidende wand

De woningscheidende wandconstructie bestaat uit twee gemetselde wanden met daartussen een open spouw. De houten balken van de verdiepingvloeren en de dakconstructie zijn opgelegd en ingemetseld in de wandconstructie. Deze wand is aan de zijde van de verblijfsruimten voorzien van stucwerk.

2.5 Situatie na de verbouwing

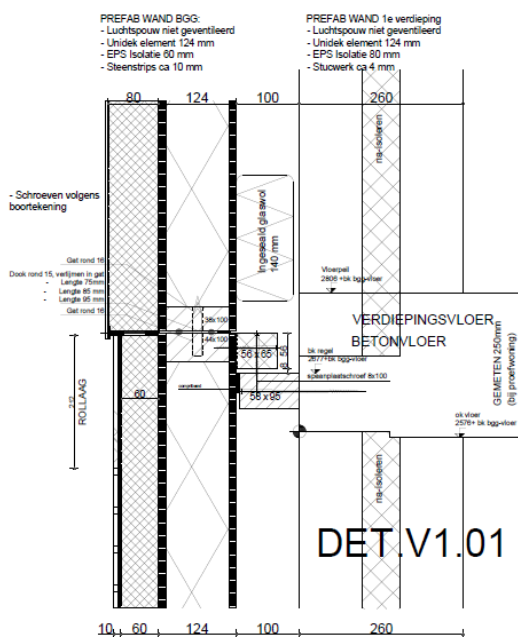
In deze paragraaf wordt op hoofdlijnen de opbouw van de woningen beschreven. Dit wordt gedaan op basis van de beschikbare documenten over de verbouwing, waaronder het uitgevoerde toezicht op de brandpreventieve voorzieningen door een voor het project ingehuurd adviesbureau en de daadwerkelijk ter plaatse aangetroffen situatie. In bijlage 2 staat een uitgebreide beschrijving van de gebouwconstructie met onder andere de opbouw van de nieuwe gevel- en dakelementen.

Uitbreiding van de woning

De oppervlakte van de keuken is groter geworden. Ter plaatse van de woningscheidende wand tussen de keuken en de berging van de aangrenzende woning is bij de zwarte witte arcering in figuur 8 een nieuwe wandconstructie gerealiseerd van hout, die aan de zijde van de berging voorzien is van brandwerende beplating.

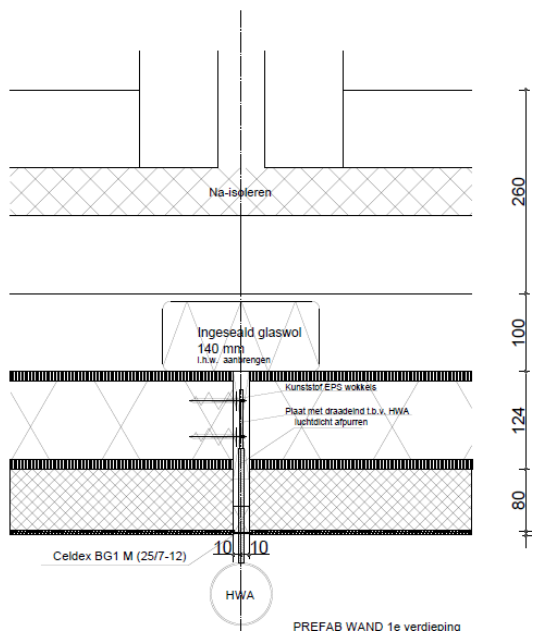
Gevelconstructie

Tegen de bestaande voor- en achtergevel aan zijn geprefabriceerde gevelelementen middels houten regels bevestigd. Er is als het ware een extra gevelconstructie (buitenmuur) tegen de bestaande gevelconstructie (buitenmuur) aangezet. De gevelconstructie wordt hierdoor ongeveer twee keer zo dik. De prefab gevelelementen zijn voornamelijk opgebouwd uit hout (met name spaanplaat) en Polystyreenisolatie (PS-isolatie). Aan de buitenzijde is de gevel afgewerkt met steenstrips of stucwerk. In figuur 10 is de detailtekening weergegeven die overeenkomt met de aangetroffen situatie ter plaatse.



Figuur 10 Doorsnede gevelconstructie bij verdiepingsvloer. Bron: Dura Vermeer 15-4-2016

Ter plaatse van de aansluiting tussen het prefab gevelelement van de begane grond en de eerste verdieping én tussen de gevelelementen van de aan elkaar grenzende woningen zit een strook ingeseald glaswol. Zie figuur 11.



Figuur 11 Locaties glaswol tussen gevelelementen. Bron: Dura Vermeer 15-4-2016

Raamconstructie

In de voor- en achtergevel zitten kunststof kozijnen. De voordeur is van hout, net als het kozijn van het dakraam. Bij alle ramen is er tripleglas toegepast. De spouw is afgetimmerd met een MDF-beplating. Rondom het kozijn is de spouw met steenwol opgevuld. Bij het keukenraam is de spouw aan de bovenzijde dichtgezet met hout. Het ventilatiekanaal loopt hier doorheen. Aan de bovenzijde van het kozijn zit in de aftimmering een ventilatierooster voor de toevoer van verse lucht. Zie figuur 12.

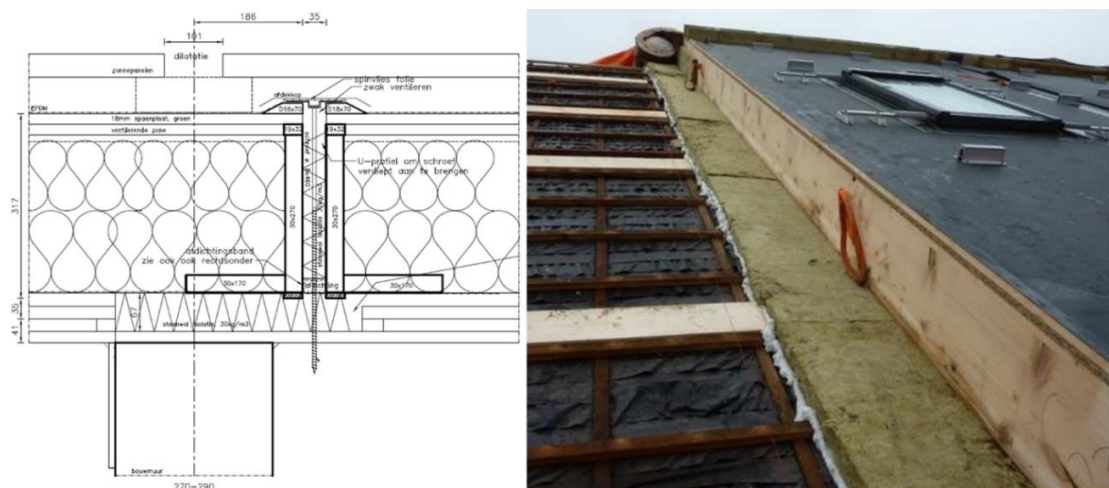


Figuur 12 Raamconstructie. Bron: Dura Vermeer 15-4-2016

Dakconstructie

De dakconstructie bestaat uit geprefabriceerde dakelementen die zijn gelegd op de bestaande dakconstructie waar het oude schoorsteenkanaal en de dakpannen eerst vanaf zijn gehaald. Elk dakvlak bestaat uit twee dakelementen. De dakelementen zijn voorzien van een EPDM dakbedekking (Ethyleen Propyleen Dieen Monomeer, een synthetische rubber). Op de gehele dakoppervlakte zijn zonnepanelen aangebracht.

In figuur 13 staan het detail van de dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende wand en een foto gemaakt van de dakconstructie tijdens de montage weergegeven. De aansluiting tussen het dakbeschot, de gordingen en de woningscheidende wandconstructie is aan één zijde van de wandconstructie dichtgezet met een plaat Promatect die op de wand is geschroefd. De naden zijn gedicht met een brandwerende kit. Zoals in figuur 13 zichtbaar is, ligt de aansluiting van twee dakelementen net naast de woningscheidende wandconstructie. Aan de voorzijde van de woning is het dak voorzien van een tuimeldakraam met tripleglas. Het dakraam heeft een ventilatierooster dat handmatig open of dicht kan worden gezet.



Figuur 13 Dakdetail Emergo 30-10-2015; brandwerende plaat bij wandconstructie is aanvullend ingetekend en foto Notitie NRI 23-11-2015

De nokconstructie

Op de prefab dakelementen is een houten constructie aangebracht. Deze is afgedekt door een afdekkap van metaal met een afwerking van plastisol (PVC) die aan de houten constructie is bevestigd. Zie figuur 14.



Figuur 14 Nokconstructie waar een deel van de afdekkappen vanaf is gehaald.

Aan de binnenzijde van de woningen is de afwerking van de dakvlakken van de zolder verschillend. Er zijn ook woningen waar door de bewoners een (slaap)kamer is gemaakt op de zolder. Het is niet van elke woning bekend hoe de afwerking was, omdat deze woningen tijdens de brand zijn gesloopt. Bij woningen nr. 38 en nr. 40 was het dakbeschot niet afgetimmerd. In figuur 15 is zichtbaar dat er een brandwerende plaat is aangebracht tegen de woningscheidende wand, afgewerkt met kit.



Figuur 15 Nok gezien vanaf de binnenzijde van de zolder van woning nr. 38

Aansluiting dak- en gevelelement

Door de uitgevoerde sloopwerkzaamheden is bij een van de woningen de aansluiting tussen de gevel en de dakconstructie zichtbaar geworden. In figuur 16 is de aangetroffen situatie weergegeven naast het detail van de aansluiting van de gevel op de dakconstructie. Met rode pijlen is het traject weergegeven waar een open verbinding is tussen de open spouw van de gevel en de open spouw tussen het oude dak en de nieuwe dakpanelen.

3. Menskenmerken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het feitelijke (vlucht)gedrag tijdens het incident vanaf het moment dat de brand in de woning is ontdekt. Dit valt onder de menskenmerken.

3.1 De bewoners

Op het moment dat de brand ontstaat, zijn er vijf personen aanwezig in de woning. Vier zelfredzame personen en één niet zelfredzame persoon: een kind van twee jaar oud. Drie personen verblijven op dat moment op de eerste verdieping en twee personen op de zolder (een zwangere vrouw en het kind van twee jaar oud). Drie van de vijf personen liggen op het moment dat de brand ontstaat te slapen.

3.2 Ontdekken van de brand

Een bewoner in en een van de slaapkamers merkt op dat de ventilator op deze kamer uitvalt en ruikt een brandlucht. Op dat moment is er nog geen rookmelder te horen. Als de slaapkamerdeur wordt geopend is op de gang zwarte rook te zien. Direct begint de bewoner te roepen naar de personen die op zolder liggen te slapen; zij loopt naar de aangrenzende slaapkamer om de persoon die daar ligt te slapen wakker te maken. Er komt een rookmelder in alarm; als de bewoner die in deze kamer ligt te slapen wakker wordt, ziet het al zwart van de rook. Als eerste zet deze bewoner het raam open van de slaapkamer (die gelegen is aan de achterzijde van de woning). De zwangere vrouw op zolder is wakker geworden door het geroep; ze haalt de plaat weg die de opening in de zoldervloer ter plaatse van de vlizotrap afdekt om te kijken wat er aan de hand is. Direct stroomt er zwarte rook de zolder op.

3.3 Het vluchtgedrag

Vanaf de eerste verdieping wordt geroepen dat de bewoners die op zolder zijn, naar beneden moeten komen. De bewoner op zolder roept terug dat dit niet meer mogelijk is en dat zij 'naar boven moeten gaan'. De opening in de zoldervloer blijft open. De bewoners op de eerste verdieping vluchten door de rook heen naar beneden. In de hal op de begane grond is geen zicht meer. De bewoner die door de woonkamer heen vlucht naar de achterdeur komt in de woonkamer een familielid tegen die net binnenkomt na het uitlaten van een hond. Samen gaan ze naar buiten. De andere bewoner gaat via de voordeur naar buiten. De voor- en achterdeur blijven openstaan.

Op de zolder klimt de vrouw samen met haar kind uit het dakraam, dat voorafgaand aan de brand al deels openstond. Via de zonnepanelen weet ze met het kind om haar nek naar het zolderraam twee woningen verderop te klimmen. Bij deze woning was al aangebeeld door de medebewoners om te vragen of het dakraam geopend kon worden om de twee binnen te laten. Via dit zolderraam weten zij inderdaad van het dak af te komen. Zie figuur 18. Door de medebewoners is vanwege deze hectische situatie geen 112-melding gedaan om het incident te melden.



Figuur 18 Foto links 11:51 personen op het dak, rechts 11:52 Bewoners vluchten over het dak via de zonnepanelen. Bron: Omwonende

4. Interventiekennmerken

In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de ploegen van de eerste drie tankautospuiten van de brandweer aan het begin van de brand hebben gedaan en wat hierbij hun waarnemingen waren onder andere met betrekking tot het brandverloop. Er wordt in dit rapport niet ingegaan op de gehanteerde inzettechniek en -tactiek, behalve als dit bij kan dragen aan de beeldvorming van het brandverloop. De ervaringen van deze ploegen helpen bij het in kaart brengen van het brandverloop en verklaren van de trajecten waarlangs dit heeft plaatsgevonden. Als eerste wordt in paragraaf 4.1 de eerste informatie van de alarmcentrale weergegeven, waarna in de paragrafen 4.2 tot en met 4.4 de bevindingen van de eerste drie blusploegen staan.



Figuur 19 Voorzijde van de betrokken woningen met daarin de huisnummers weergegeven. Bron: Google.nl

4.1 112-melding bij de alarmcentrale

Bij de brandweercentralisten van de Meldkamer Oost Nederland (MKON) komt er om 11:51:06 een 112-melding binnen vanuit een flatgebouw waar vandaan een bewoner zicht heeft op een woning die in brand staat. Volgens de melder zou de woning volledig in brand staan, zouden er twee kinderen op het dak zijn en iemand van het dak zijn gesprongen. Het exacte huisnummer weet de melder niet. De melder geeft aan dat het de Van Speykstraat in Arnhem betreft (later blijkt het de Van Kinsbergenstraat te zijn). Op basis van deze informatie wordt door de centralisten direct opgeschaald van middelbrand naar grote brand. Er worden drie tankautospuiten (TS), een officier van dienst (OvD) en een hoogwerker gealarmeerd.

4.2 Tankautospuit 110

Tijdens het aanrijden van TS 110 zijn de rookwolken van de brand al zichtbaar. De eenheid rijdt via de Van Speykstraat aan. De 110 stopt op de Doeffstraat en vanuit die locatie gaat de ploeg op verkenning richting het brandadres. Om 11:57:19 heeft het voertuig de status ter plaatse. Dit is 6 minuten en 13 seconden nadat de 112-melding bij de alarmcentrale is binnengekomen. In figuur 20 is de positie van TS 110 op een kaart aangegeven met een 1. Op de foto in figuur 20 die om 11:57 is gemaakt, is het beeld te zien dat de ploeg had bij aankomst. Tijdens de verkenning wordt geconstateerd dat er zowel aan de achterzijde als aan de voorzijde van de woning een uitlaande brand is. Er blijken geen personen meer op het dak aanwezig te zijn. Het voertuig wordt over het gras heen verplaatst naar positie 2, zodat de ploeg de brand, die aan de voorzijde van de woning het heftigste is, kan gaan bestrijden.



Figuur 20 Plattegrond met de voorlopige en definitieve opstelplaats van TS 110 met camerapositie, en foto van de situatie als TS 110 ter plaatse aankomt om 11:57. Bron: Omwonende

De volledige voorgevel van woning nr. 44 staat in brand; de brand heeft zich op dat moment al uitgebreid naar de voorgevel op de eerste verdieping van woning nr. 42. Aan de achterkant is een uitslaande brand zichtbaar. Zie figuur 21. Er wordt in eerste instantie aan de voorzijde ingezet met twee stralen lage druk. De eerste brandweerinzet is gericht op het beperken van branduitbreiding naar de aangrenzende woningen toe via de gevelconstructie. Als men het opzetstuk wil plaatsen op de ondergrondse brandkraan blijkt dit niet te kunnen, omdat er een onderdeel van de ondergrondse brandkraan niet goed zit. Er moet daarom gebruikgemaakt worden van een andere brandkraan. De tweede TS die ook snel ter plaatse is, kan water leveren aan de TS 110. Intussen hangt op de tweede bouwlaag het stucwerk los en valt van de gevel. Het is de ploeg al snel duidelijk dat er Polystyreenisolatie (piepschuim) in de gevel zit.



Figuur 21 Beeld achterzijde (links) en voorzijde (rechts) tijdens verkenning. Brandweer zichtbaar (rode pijl). Bron: Omwonende

Omdat niet duidelijk is of er nog personen in de aangrenzende woning(en) aanwezig zijn, wordt door de waterploeg onder dekking van een straal hoge druk (HD) een verkenning uitgevoerd in woning nr.46. Op de begane grond is sprake van lichte rook. Op de eerste verdieping kan de ploeg nog net iets zien. Het vlizoluik wordt onder dekking van de straal opengemaakt. De zolder staat vol met bruingele rook die er ook gelijk uit komt stromen. Er wordt rookgaskoeling gedaan. Het water komt direct weer naar beneden vallen. Een ploeglid is via de vlizotrap enkele treden naar boven gegaan om op de zolder te kijken, en voelt daar geen hitte. Er wordt door de ploeg geconcludeerd dat ze niet op deze locatie kan blijven, omdat dat te risicovol is vanwege de aanwezige rookgassen die tot

ontbranding zouden kunnen komen of een rookgasexplosie veroorzaken². Het vlizoluik wordt weer gesloten en de ploeg verlaat de woning.

De ploeg gaat door naar de hoekwoning nr. 48 om ook deze woning te verkennen. Op de begane grond wordt alleen rook waargenomen als de deur van de toiletruimte wordt geopend. Het toilet blijkt vol rook te hangen. Het valt de ploeg op dat de grond plakt tijdens het lopen. Hierdoor wordt vermoed dat er Polystyreen bij de brand betrokken is, omdat dit plakkende vloeren kan veroorzaken. Op de eerste verdieping wordt geen rook waargenomen. Op de zolder, bereikbaar via een vaste trap, is zichtbaar dat er een klein beetje rook naar binnen komt via kieren en naden langs de beplating waarmee de zolder is afgewerkt. Alle ramen en deuren van deze woning zijn opgezet om rook naar buiten te kunnen laten stromen en te voorkomen dat de woning zich volledig vult met rook. Ook is gezocht naar kruipruimtes en zijn de energiemodules voor de woningen van nr. 46 en nr. 48 opgezet, omdat zichtbaar is dat daar rook uit naar buiten komt. De ploeg geeft aan zowel in woning nr. 46 als in woning nr. 48 geen rookmelder te hebben gehoord.

4.3 Tankautospuut 120

De 120 stopt op de Doeffstraat; de definitieve opstelplaats wordt een grasveld nabij. Om 11:59:50 heeft het voertuig de status ter plaatse. Dit is 8 minuten en 54 seconden na de eerste 112-melding die bij de alarmcentrale is binnengekomen. In overleg met de 110 wordt besloten dat de ploeg van de 120 op verkenning gaat in woning nr. 42, mede omdat niet duidelijk is of er nog personen in de aangrenzende woning(en) aanwezig zijn. Eén ploeglid wordt ingezet aan de achterzijde van woning nr. 44 om van buitenaf branduitbreiding via de buitengevel naar de burens te voorkomen met behulp van een straal HD.

Woning nr. 42

Woning nr. 42 wordt circa 12:03 betreden. Zowel de voordeur als de achterdeur van de woning staan open. Er hangt lichte rook in de woonkamer. Op de eerste verdieping hangt duidelijk meer rook. De ploeg heeft in de slaapkamer aan de voorzijde waar de buitengevel in brand heeft gestaan, geen indicatoren waargenomen die erop wijzen dat het in de slaapkamer heeft gebrand. Via een vaste trap gaat de ploeg naar de zolder. Die staat vol met geelbruine rook en met spullen. Het is hierdoor lastig om er te bewegen. Er worden geen vlammen waargenomen op de zolder. De condities zijn zodanig slecht dat de ploeg besluit de zolder weer te verlaten. De ramen op de eerste verdieping worden dichtgedaan en de achterdeur gesloten om de toevoer van zuurstof naar de brand te beperken. Bij de linker kozijnstijl van de achterdeur is op dat moment een zwarte gekleurde halve cirkel zichtbaar, waar rook vanaf komt. De zwarte substantie lijkt op een vloeistof, maar dan deels gestold. Er komt in de woonkamer ook laag bij de grond geelbruine rook onder de plint door ter plaatse van de achtergevel.

Achterzijde woning nr. 44

Een ploeglid houdt aan de achterzijde van woning nr. 44 met een straal HD de brand aan de buitenzijde onder controle. Dit is rond 12:03 geweest. Het glas (triple) van de achtergevel ligt er op de begane grond al volledig uit. De brand die vanaf de positie van het ploeglid in de woonkamer zichtbaar was, wordt door het ploeglid als volgt beschreven: "Het leek alsof de inventaris van de woonkamer al volledig was uitgebrand. Met de straal HD worden de vlammen zo veel als mogelijk van de gevel af gehaald." Zie figuur 22.

² De rook bevat pyrolyseproducten (ontledingsgassen). Uit onderzoek van Veerman (2017) is gebleken dat de ontledingsgassen van PS al met een temperatuur van 22 °C explosief tot ontbranding te kunnen komen.



Figuur 22 Bestrijding van de brand met een straal HD aan de achterzijde van de woning. Bron: Omwonende

De inzet met de straal hoge druk wordt gestopt om over te kunnen gaan naar een inzet met een straal lage druk om meer water beschikbaar te hebben om de brand mee te bestrijden. Tijdens het gereedmaken van de straal lage druk vindt er een snelle branduitbreiding plaats aan de buitenzijde van de achtergevel.

Als eerste reactie wordt door de ploeg na het zien van de branduitbreiding een tweede straal HD gepakt. Zie figuur 23. De gehele ploeg van de 120 wordt ingezet aan de achterzijde van de woning. Als met lage druk de vlammen van de achtergevel zijn gehaald, ziet de ploeg dat het dak nog steeds brandt. De hoogwerker die op de eerste opstelplaats van de 120 is neergezet, wordt ingezet om met een waterkanon de brand aan de achterzijde te bestrijden. Met de hoogwerker kan niet het dak worden bereikt om de nok los te halen of een stoplijn te realiseren. De opstelplaats ligt op een te grote afstand van het blok met woningen.



Figuur 23 Opstelplaats van de 120 met de branduitbreiding aan de achterzijde van woning nr. 44. Bron: Omwonende

De ploeg ziet door een raam van een kamer op de eerste verdieping van woning nr. 42 die grenst aan woning nr. 44 vlammen nabij het plafond. De brand breidt zich naar beneden toe uit. Door op het raam te spuiten bezwijkt uiteindelijk voldoende glas om naar binnen te kunnen spuiten. Als de ploeg water naar binnen spuit, ziet zij dat er rook uit de nok van het dak wordt geperst. De ploeg schat in dat dit circa 30 minuten na haar aankomst heeft plaatsgevonden. De ploeg heeft aan de achterzijde pas vlammen gezien uit het dak van woning nr. 42 nadat het dak van nr. 44 aan de achterzijde grotendeels was bezweken.

4.4 Tankautospuiter 130

De 130 stopt op de Van Kinsbergenstraat achter de eerste hoogwerker. Om 12:05:47 heeft het voertuig de status ter plaatse. De eerste taak van de 130 is het voorzien van de hoogwerker van bluswater.

Woning nr. 42

Als de hoogwerker van water is voorzien, krijgt de ploeg de opdracht om woning nr. 42 te gaan verkennen. Om circa 12:12 wordt de woning voor de tweede keer door een ploeg betreden. De ploeg weet op dat moment niet dat deze woning al is gecontroleerd. Op de eerste verdieping ziet de ploeg dikke zwarte rook hangen die van de zolder naar beneden stroomt. Een inzet in woning nr. 42 wordt ingeschat als te risicovol vanwege de kans op rookgasontbranding of een rookgasexplosie; hierop wordt besloten om naar woning nr. 40 te gaan om daar een stoplijn te realiseren.

Woning nr. 40

In woning nr. 40 hangt witte rook op de begane grond. Op de eerste verdieping wordt het zicht door de rook al duidelijk minder. Het luik van de vlizotrap wordt onder dekking van een straal geopend. De zolder staat vol met witte rook en hierdoor is er weinig zicht op de zolder. Er wordt met de warmtebeeldcamera gekeken. Hierop is te zien dat het bij de aansluiting van het dak op de woningscheidende wand met woning nr. 42 heet is. Na een kast weggehaald te hebben wordt er een gat gemaakt in het gips waarmee het dakbeschot op de zolder is afgewerkt. Dit wordt gedaan nabij het voormalige schoorsteenkanaal op een plek waar de hotspot lijkt te zitten. Als de opening is gemaakt wordt er direct veel bruingele rook via de opening de zolder in geperst. Ingeschat wordt dat dit ongeveer 10 minuten na het ter plaatse komen heeft plaatsgevonden (circa 12:15). Door de grote hoeveelheid rook en de snelle toename van de temperatuur op de zolder wordt besloten de zolder te verlaten en een stoplijn te maken bij woning nr. 38. Het luik van de vlizotrap wordt na het verlaten van de zolder gesloten.

Woning nr. 38

Op de zolder van woning nr. 38 hangt rook en middels hydraulische ventilatie³ wordt rook door het zolderraam naar buiten verplaatst. Rond 13:00 uur wordt de hoogwerker ingezet om de nok tussen woning nr. 38 en nr. 40 open te maken. Dit zorgt voor stabielere condities op de zolder van woning nr. 38. De rook kan nu vrij uit de nok van woning nr. 40 wegstromen en komt in mindere mate de zolder van woning nr. 38 in. Zie figuur 24. Met het waterkanon van de hoogwerker wordt er onder de nog deels afgedekte nok van woning nr. 40 gespoten. Dit blijkt effect te hebben, want de brand breidt zich niet verder meer uit via de nokconstructie. Door het personeel van de hoogwerker wordt het dakraam van woning nr. 40 ingeslagen. Er is een ventilator ingezet bij de toegang van woning nr. 38 om de woning onder overdruk te zetten en hiermee de rookverspreiding naar deze woning toe te beperken. Met de hoogwerker worden tussen woning nr. 36 en nr. 38 de zonnepanelen van het dak gehaald en er wordt er met een motorkettingzaag een stoplijn in het dak gezaagd.

³ Naar buiten spuiten met een sproeistraal waardoor de rook naar buiten wordt meegezogen.



Figuur 24 Links: 14:38, Inzet in woning nr. 38. Rechts: 14:47, hydraulische ventilatie via het dakraam Bron: Heitinkmedia/Gelrenieuws.nl

Op de zolder van woning nr. 40 ontstaat een uitlaande brand via het dakraam. Met het waterkanon van de hoogwerker wordt deze brand geblust via de opening in het dakraam en vanaf de voorzijde wordt via de slaapkamerramen geblust. Zie figuur 24. Om circa 15:15 wordt woning nr. 40 met lage druk betreden om de brand van binnenuit te bestrijden.

Bij aankomst van de 130 waren de deuren van de technische ruimten voor de woningen nr. 34 tot en met nr. 40 nog gesloten.

5. Brandkenmerken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de brandkenmerken. De brandkenmerken hebben te maken met het ontstaan en het verloop van de brand en gaan over hitte, rook en rookverspreiding. De indeling (lay-out) van een gebouw en de aan- of afwezigheid van brandwerende voorzieningen (de gebouwkenmerken, besproken in hoofdstuk 2) kunnen in belangrijke mate invloed hebben op de brand- en rookontwikkeling.

5.1 De brand

In de onderstaande paragraaf wordt toegelicht waar de brand is ontstaan, wat de (mogelijke) oorzaak was en hoe het brandverloop is geweest. Het brandverloop is in kaart gebracht op basis van het beschikbare beeldmateriaal en de waarnemingen door brandweerpersoneel.

5.2 Het ontstaan van de brand

Er kan niet worden vastgesteld op welk tijdstip de brand is ontstaan in woning nr.44. Er kan daarom ook niet bepaald worden hoe lang de brand zich heeft kunnen ontwikkelen voordat om 11:51 door een omwonende 112 is gebeld. Volgens de melder zou op dat moment al de hele woning in brand staan. Op de videobeelden die gemaakt zijn rond dezelfde tijd dat de 112 melding is gedaan, is te zien dat er op dat moment alleen een uitlaande brand zichtbaar is vanuit het keukenraam op de begane grond en dat er veel rook buiten de woning is. Zie figuur 25.



Figuur 25 Eerste beelden van de brand. Bron: Omwonende

5.3 De brandoorzaak

Om de brand in de constructie van de getroffen woningen te kunnen bestrijden, zijn deze met een kraan uit elkaar getrokken. Zie figuur 26. Ondanks het verzoek van team brandonderzoek bleek het niet mogelijk de keuken van woning nr. 44, het mogelijk ontstaansgebied, te behouden. Er kon hierdoor geen technisch brandonderzoek meer worden uitgevoerd naar de exacte plaats van ontstaan en de mogelijke brandoorzaak. De bewoners hebben aangegeven dat er in de keuken niet gekookt werd op het moment dat de brand moet zijn ontstaan. In de keuken zijn diverse potentiële ontstekingsbronnen aanwezig, zoals bijvoorbeeld keukenapparatuur en de elektrische installatie. De brandoorzaak is onbekend.



Figuur 26 Sloop van woning nr. 42 t/m 48

5.4 Ontstaansgebied

Er zijn twee mogelijke ontstaansgebieden onderzocht.

Energiemodule als ontstaansgebied

In de buurt ging tijdens de brand al het gerucht rond dat de brand ontstaan zou zijn in de energiemodule aan de voorzijde van de woning. Tijdens de brandbestrijding was het noodzakelijk om de woning te slopen. Op verzoek van team brandonderzoek is de energiemodule met een grijper van een kraan van de woning afgetrokken en apart gezet om deze op een later moment te kunnen onderzoeken. Zie figuur 27. Door team brandonderzoek is samen met een expertisebureau namens een van de verzekeraars de energiemodule onderzocht. Op basis van de waarneming van de eerste politie-eenheid ter plaatse die alleen vuur uit het keukenraam heeft zien komen, de beschikbare beelden en het technisch onderzoek is vastgesteld dat de brand niet in de energiemodule is ontstaan. Zie paragraaf 7.2 voor een uitgebreidere toelichting. Vanaf bepaalde posities in de wijk kan men een vertekend beeld hebben gehad, waardoor vlammen die uit het keukenraam kwamen zijn aangezien voor vlammen die uit de energiemodule kwamen.



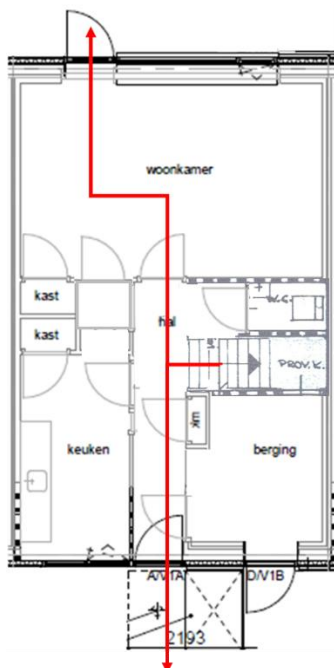
Figuur 27 Links energiemodule aan woning nr. 44 vast, rechts de veiliggestelde energiemodule

Keuken als ontstaansgebied

Zowel de informatie van de bewoners als de beschikbare beelden bevestigen de hypothese dat de brand in de keuken van woning nr. 44 is ontstaan. De keuken is daarom aangewezen als ontstaansgebied.

De bewoners hebben aangegeven dat de keukendeur gesloten was. Op hun vluchtroute naar buiten toe zijn de bewoners geconfronteerd met een entreehal op de begane grond die vol stond met zwarte rook. Hierdoor was er

in de entreehal geen zicht meer. De bewoners hebben beneden in de woning geen vuur waargenomen. In figuur 27 staan de routes aangegeven die de bewoners hebben afgelegd naar buiten toe.



Figuur 28 Schets indeling begane grond met de vluchtroutes

5.5 Het brandverloop

Het hieronder geschetste brandverloop is gebaseerd op de waarnemingen zoals die in de herinnering van de bewoners, omwonende en brandweerpersoneel zijn bijgebleven en op het beschikbare beeldmateriaal. Van de waarnemingen door personen en delen van het brandverloop die op beeld zijn vastgelegd kon niet in alle gevallen het exact tijdstip achterhaald worden. Dit komt onder andere, omdat de ingestelde tijd op de apparatuur waarmee beeldmateriaal is gemaakt (professionele camera's en mobiele telefoons) niet exact gelijk loopt.

In de tekst verderop in dit hoofdstuk wordt het tijdstip⁴ genoemd waarop voor het eerst op beeld een nieuwe waarneming wordt gedaan, bijvoorbeeld het zichtbaar worden van vlammen op een bepaalde locatie. Er dient rekening mee gehouden te worden dat de vlammen of de rook ook al eerder zichtbaar kunnen zijn geweest, maar niet op dat moment zijn vastgelegd op beeld. In figuur 29 zijn de tijden weergegeven waarop er voor het eerst vlammen en/of rook zijn waargenomen bij de verschillende woningen.

1e waarneming vlammen bij woning	34	36	38	40	42	44	46	48
Binnenzijde woning	-	-	-	14:49	12:30	11:51	13:42	16:10
Gevel woning voorzijde	-	-	-	-	11:57	11:56	-	18:08
Gevel woning achterzijde	-	-	-	-	-	12:03	-	-
Kopgevel woning	-	-	-	-	-	-	-	16:18
Dakvlak woning	-	-	-	-	11:58	11:58	13:23	-
Nok van woning	-	-	-	-	12:48	11:58	11:58	15:56
1e waarneming rook bij woning	34	36	38	40	42	44	46	48
Nok van woning	12:14	12:14	12:14	12:14	12:03	11:56	11:56	12:14
Binnenzijde woning	-	-	12:15	12:15	12:03	11:51	<12:03	<12:03

Figuur 29 Eerste waarneming rook of vuur door de ploegen of zichtbaar op beeldmateriaal

⁴ Zonder toevoeging van het woord 'uur', dus bijvoorbeeld: 11:58.

Het brandverloop in de keuken tot het moment dat de brand al uitslaand is, is niet meer met zekerheid vast te stellen. Tijdens hun vlucht uit de woning zien de bewoners alleen zwarte rook in de entree op de begane grond van woning nr. 44; zij hebben geen vlammen gezien binnen in de woning. Om 11:51 zijn er echter forse vlammen zichtbaar die al enkele meters uit het keukenraam naar buiten komen. Het is niet bekend of er op dat moment sprake is van een lokale brand nabij het raam of van volledige ontwikkelde brand in de keuken. Uit het openstaande dakraam komt donkere rook naar buiten gestroomd. Zie figuur 30. Om 11:56 staat een groot deel van de voorgevel in brand en heeft de brand zich al uitgebreid naar de nokconstructie van woning nr. 44 en nr. 46 en naar de entreehal van woning nr. 44. Aan de achterzijde van de woning komen er op dat moment grote hoeveelheden lichtgekleurde rook uit het openstaande slaapraam. Het is niet bekend of en tot hoever de brand zich op dat moment binnen in de woning al naar boven toe heeft uitgebreid. Uit het dakraam komt een lichtere kleur rook naar buiten dan enkele minuten eerder.



Figuur 30 11:56, Voor en achterzijde van de woning. Bron: Omwonende

Om 11:57 zijn op beeld de eerste vlammen zichtbaar op de voorgevel van woning nr. 42 ter hoogte van de eerste verdieping. Als om 11:58 de eerste brandweereenheid ter plaatse komt, heeft de brand zich via de voorgevel uitgebreid tot halverwege de breedte van woning nr. 42. Vlammen komen onder de zonnepanelen van woning nr. 44 uit en er zijn vlammen zichtbaar bij de nok van woning nr. 44 en nr. 46. Het is niet goed te zien of er alleen maar rook of ook vlammen uit het zolderraam komen. Aan de achterzijde is op de begane grond het triple-glas in de kozijnconstructie bezweken en is de brand over de volledige breedte van de gevelopening uitslaand geworden. Zie figuur 31.



Figuur 31 11:58, Beeld aankomst brandweer, aan de achter- en voorzijde van de woning. Bron: Omwonenden

Om 12:03 is aan de achterzijde een straal HD ingezet die verdere branduitbreiding via de buitengevel voorkomt. Er is nog vuur zichtbaar in de woonkamer. Uit het slaapkamerraam komt met enige snelheid deels doorzichtige rook naar buiten gestroomd. Bij woning nr. 42. hangt er geel gekleurde rook voor de achtergevel. De achterdeur staat open. Zie figuur 32.



Figuur 32 12:03, Inzet aan achterzijde van woning nr. 44. Bron: Omwonende

Als even voor 12:03 de inzet met de straal HD stopt, begint direct de omvang van de vlammen die naar buiten stromen groter te worden. Na 20 seconden zijn er aan de buitenzijde vlammen zichtbaar met een vlamlengten van circa 1 meter. Rond 12:05 staat nagenoeg de gehele achtergevel in brand. Zie figuur 32.



Figuur 33 Branduitbreiding aan de achterzijde van de gevel 12:03-12:05 Bron: Omwonende

Aan de voorzijde zijn op het dak van woning nr. 44 er vlammen te zien die onder de zonnepanelen uit komen. Er komt rook licht gekleurde rook onder de nok van woning nr. 42 en nr. 44 vandaan. Zie figuur 34. In woning nr. 46 is op de begane grond lichte rook te zien en staat op de verdieping zoveel rook dat er nog maar net rondgekeken kan worden. De zolder staat stijf onder de geelbruine rook. In woning nr. 48 staat de toiletruimte op de begane grond vol rook. Op de eerste verdieping is geen rook zichtbaar, maar op de zolder ziet de ploeg een klein beetje rook langs naden en kieren komen. Het exacte tijdstip waarop woning nr. 46 en nr. 48 zijn betreden is niet bekend.



Figuur 34 12:03, voorzijde Bron: Omwonende

Binnen in woning nr. 42 wordt rond 12:03 lichte rook waargenomen in de woonkamer. Op de eerste verdieping hangt meer rook, en de zolder is helemaal gevuld met geelbruine rook. Er worden geen vlammen waargenomen in de woning. Op de begane grond wordt enkele minuten later waargenomen dat er bruinige rook onder de plint uitkomt ter plaatse van de achtergevel. Om 12:10 komen er vlammen van enkele meters lang uit het dakraam van woning nr. 44. Er is rook zichtbaar bij het dakraam en ter plaatse van de nok van woning nr. 42. Zie figuur 35. Omstreeks 12:12 is er ter hoogte van de daken veel lichtgekleurde rook zichtbaar. Zie figuur 36. Rond deze tijd wordt binnen op de eerste verdieping van woning nr. 42 zwarte rook waargenomen die via het trapgat vanuit de zolder naar beneden komt.



Figuur 35 12:10, Uitslaande brand zolderraam woning nr. 44 Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl



Figuur 36 12:12, Toename rookontwikkeling zichtbaar ter plaatse van de daken. Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 12:14 komen zijn vlammen zichtbaar die onder de zonnepanelen van woning nr. 44 vandaan komen. Tot en met woning nr. 48 komt er rook onder nok vandaan. Er komt geen rook via het openstaande dakraam van woning nr. 48 naar buiten stromen. Zie figuur 37.

Rond 12:15 wordt op de zolder van woning nr. 40 met de warmtebeeldcamera waargenomen dat de aansluiting van het dak op de woningscheidende wand met woning nr. 42 heet is. Er is een hotspot nabij het voormalige schoorsteenkanaal. Als er een gat is gemaakt in de afwerking van de zolder komt er een grote hoeveelheid rook de zolder op stromen en neemt de temperatuur er snel toe.



Figuur 37 12:14, woning nr. 44 t/m 48. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 12:14 is zichtbaar dat er over de gehele lengte van de rij met woningen rook onder de nok vandaan komt.



Figuur 38 12:18, Inzet straal via dakraam. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Op de zolder van woning nr. 38 wordt lichte rook waargenomen. Het exacte tijdstip is onbekend, maar is kort nadat de zolder van woning nr. 40 is verlaten.

Om 12.34 is zichtbaar dat aan de voorzijde het dak van woning nr. 44 grotendeels is bezweken en om 12:53 is zichtbaar dat het dak ook aan de achterzijde is bezweken. Er worden aan de achterzijde van woning nr. 42 door het raam op de eerste verdieping heen vlammen waargenomen in de achterliggende ruimte. De ploeg schat in dat dit omstreeks 12:30 is geweest. Er zijn geen beelden beschikbaar waarop dit te zien is en waarmee dit tijdstip kan worden geverifieerd. De ploeg ziet op dat moment nog geen vlammen uit de nok van woning nr. 42 komen.



Figuur 39 12:34, voorzijde, 12:??, Achterzijde Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl, Omwonende

Om 13.08 wordt de nok van woning nr. 38 losgehaald.



Figuur 40 Verwijderen nok van woning nr. 38. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 13:23 zijn er aan de achterzijde geen vlammen zichtbaar bij de zolder van woning nr. 44. De plastisol coating van de metalen afdekplaten is er over de gehele lengte van de nok van woning nr. 46 afgebrand. De andere kant op is dit bij woning nr. 42 zichtbaar tot over ongeveer de halve breedte van de woning. Er zijn aan de zijde van woning nr. 44 (links in figuur 41) vlammen zichtbaar die onder de nokafwerking vandaan naar buiten stromen. Ter plaatse van de nok van woning nr. 42 is forse rookontwikkeling zichtbaar.



Figuur 41 13:23, achterzijde van de woningen. Bron: Gerard Burgers

Vanaf 13:34 zijn vlammen zichtbaar die ook langs de zijkanten van de metalen afdekplaten van de nok komen. Ook zijn er aan de voor- en achterzijde van het dak vlammen zichtbaar die uit het dakvlak onder de nok komen. Bij woning nr. 42 zijn geen vlammen te zien er plaatse van het dak. Zie figuur 42.



Figuur 42 13:42, Branduitbreiding via de nokconstructie naar woning nr. 46 Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 13:50 komt er geelbruine rook uit onder andere uit de ingeslagen ramen van woning nr. 42, rook uit het ingeslagen dakraam van woning nr. 40 en een beetje rook uit woning nr. 38.



Figuur 43 13:50, Brandbestrijding woning nr. 42, rook uit dakraam nr. 40. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl



Figuur 44 14:32, Forse rook uit woning nr. 42, rook uit ingeslagen dakraam nr. 40. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 14:38 is aan de achterzijde het dak van woning nr. 42 bezweken en zijn er vlammen zichtbaar. Kort daarna (14:40) komen er vlammen uit het dakraam aan de voorkant. Er komt op dat moment minder rook uit het zolderraam van woning nr. 40. Er zijn vlammen zichtbaar in de nok van woning nr. 46 ter hoogte van de scheiding met woning nr. 48 waar rook uit de nok stroomt. Er komt geen rook uit de (deels) openstaande dakramen van woning nr. 46 en nr. 48. De nokconstructie van het dak van woning nr. 46 is deels volledig doorgebrand. Door deze gaten in het dak komt nauwelijks rook naar buiten en zijn geen vlammen zichtbaar. Zie figuur 45 en 47.



Figuur 45 14:40, Uitslaande brand uit zolder woning nr. 42. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 14:49 komen er rookgassen en vlammen uit het dakraam van woning nr. 40. Als er een straal op ingezet wordt, komt er meer rook uit de ingegooide ramen op de eerste verdieping van deze woning.



Figuur 46 14:49, Vlammen uit zolderraam nr. 40 en effect inzet brandweer. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 15:56 komen er vlammen naar buiten via een gat dat in de nokconstructie van het dak van woning nr. 48 is gebrand. Uit het door de brandweer opengedraaide dakraam stroomt op dat moment nauwelijks rook naar buiten. Om 16:09 is het triple glas van het dakraam bezweken en wordt er veel donkere rook door het dakraam naar buiten geperst. Kort daarna komt de rook tot ontbranding. Zie figuur 47 en 48.



Figuur 47 15:56, Uitslaande brand uit dak woning nr. 48. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl



Figuur 48 16:09-10, brandontwikkeling woning 48. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl



Figuur 49 16:16, Voorzijde woning nr. 42 en nr. 44

Om 16:14 zijn er vlammen zichtbaar op de kopgevel van woning nr.48 bij de nok van het dak. Er stroomt rook uit de gebouwconstructie ter plaatse van de dakgoot. Zie figuur 50. Op 16:18 is zichtbaar dat de brand zich in de kopgevel naar beneden toe uitbreidt, waarbij de stuc laag omklapt.



Figuur 50 16:18, Brandontwikkeling woning nr. 48. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 16:32 komen er minder vlammen uit het dak van woning nr. 48 en brandt het op de eerste verdieping van de woning. Zie figuur 51.



Figuur 51 Overzichtsfoto

Om 17:32 is het dak van woning nr. 48 bezweken en zijn er vlammen zichtbaar ter plaatse van de plafonds van de kamers op de eerste verdieping.



Figuur 52 17:32, vlammen zichtbaar op de 1e verdieping van woning nr. 48. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Om 19:00 zijn er vlammen zichtbaar uit de nok van het dak van woning nr. 46.



Figuur 53 19:00 Vlammen uit de nok van woning nr. 46.

Om 19:29 slaan er vlammen uit het dakraam van woning nr. 46. Om 19: 34 zijn er ook vlammen zichtbaar op de eerste verdieping. Zie figuur 54.



Figuur 54 Branduitbreiding in woning nr. 46

Om 19:57 zijn er geen vlammen meer zichtbaar bij woning nr. 48. Zie figuur 55. De woningen nr. 42 tot en met nr. 48 worden gesloopt om de brand die onder andere op onbereikbare plaatsen in de gebouwconstructie zit te bestrijden.



Figuur 55 19:57, Woning nr. 48 volledig uitgebrand. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

6. De omgevingskenmerken

In dit hoofdstuk wordt de invloed van de omgeving op de brandveiligheid beschreven, ook wel omgevingskenmerken genoemd. De ligging van het gebouw wordt in samenhang met de brandveiligheid in de woningen beschouwd.

6.1 De weersomstandigheden

In het incidentrapport staan de volgende meteogegevens: meetstation Arnhem: zwaar bewolkt, wind Z (176gr) 3-5 m/s (2 bft), neerslag: 0 mm, temp: 26,1°C, luchtvochtigheid 31 % De wind heeft met name invloed gehad op de richting waarin er branduitbreiding over de dakconstructie heeft plaatsgevonden.

6.2 Invloed van de omgeving op het incidentverloop

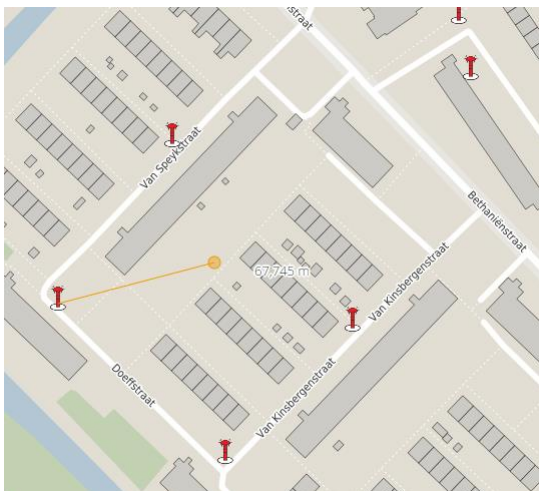
De omgeving heeft met name invloed gehad op de beeldvorming, het opstellen van de hoogwerkers en de bereikbaarheid van de daken van de getroffen woningen.

6.3 Ligging van het brandadres

De woning ligt in de wijk Presikhaaf. De afstand tot een brandweerkazerne is gering, waardoor de wettelijk voorgeschreven normtijden zijn behaald. De rij van acht woningen die door de brand zijn getroffen, grenzen aan een autovrij gedeelte van de Van Kinsbergenstraat. De woning waarin de brand is ontstaan, ligt naast het midden van de rij woningen. De lengte van de rij woningen heeft de beeldvorming bemoeilijkt, omdat er om de rij heen gelopen moest worden. Normaal gesproken kan van een niet bij het incident betrokken woning gebruikgemaakt worden om naar de achterzijde van een rij huizen te lopen, maar dit was vanwege de rookverspreiding niet zonder ademlucht mogelijk.

6.4 Bluswatervoorziening

De wijk is voorzien van een primaire bluswatervoorziening in de vorm van ondergrondse brandkranen aangesloten op een leiding van 63 mm met een opbrengst van circa 27 m³/h. De brandkraan die het dichtst bij de opstelplaats van de eerste tankautospuiter ligt, bleek niet bruikbaar te zijn, omdat de straatpot – een onderdeel van de ondergrondse brandkraan – zo zat dat het opzetstuk niet op de brandkraan kon worden geplaatst. Zie figuur 56 voor de positie van deze brandkranen in de wijk. Hierdoor moest er afgelegd worden naar een brandkraan verderop in de wijk. In de wijk is een secundaire bluswatervoorziening aanwezig waar middels een groot watertransport gebruik van gemaakt is.



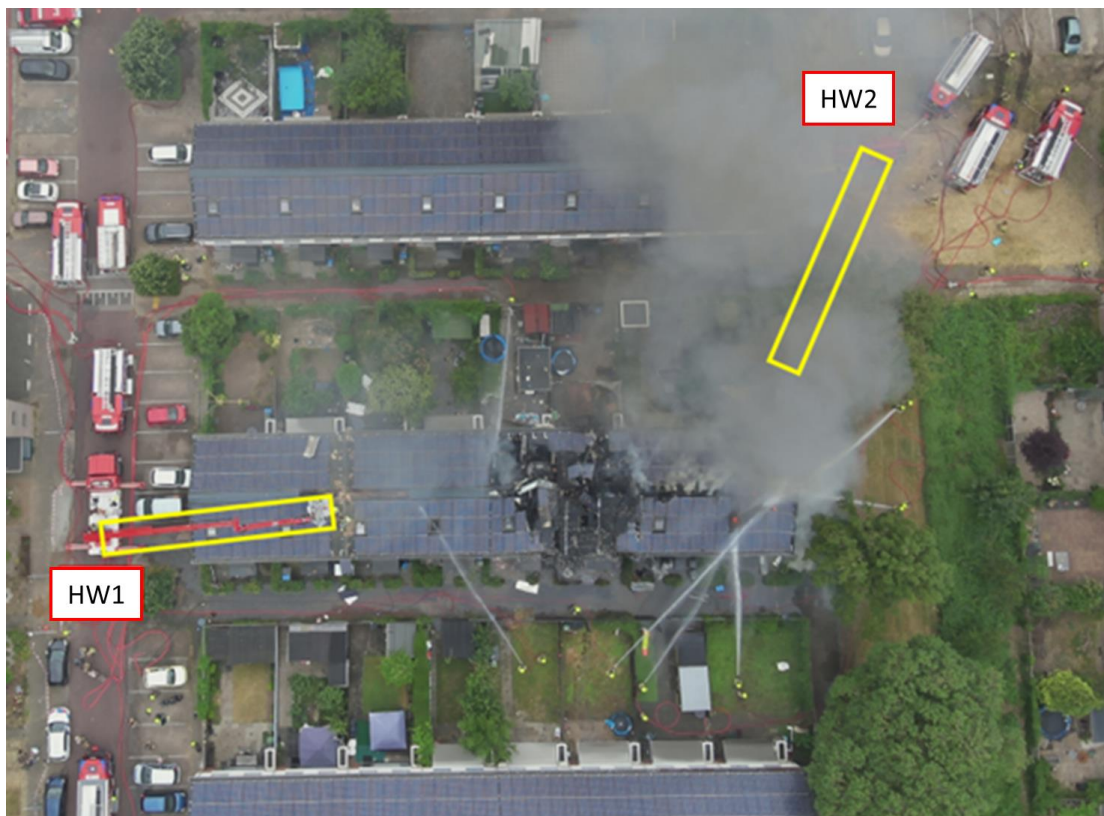
Figuur 56 Positie brandkranen in de wijk met afstand tot opstelplaats van de 110

6.5 Opstelling van de brandweervoertuigen

Er kon geen TS worden opgesteld vlak voor de brandwoning, omdat daarvoor alleen een stoep is. Het eerste voertuig is daarom opgesteld op een grasveld nabij de straat op circa 30 meter van de woning. Dit was mogelijk, omdat het al enige tijd droog was en de bodem voldoende hard om er overheen te kunnen rijden en op te stellen.

6.6 Opstelling van de redvoertuigen

Er is geen opstelplaats waar vandaan een redvoertuig het dak van woning nr. 44 of de aangrenzende woningen kon bereiken. Vanuit een ander deel van de Van Kinsbergenstraat kon een hoogwerker net het dak van woning nr. 38 bereiken om daar werkzaamheden te verrichten. Deze opstelplaats bevindt zich hemelsbreed ruim 30 meter van woning nr. 44. De tweede hoogwerker is opgesteld op een grasveld aan de andere zijde van de straat op een afstand van ruim 40 meter hemelsbreed van woning nr. 44. Vanuit deze positie kon het dak niet worden bereikt om er werkzaamheden op te verrichten. Het redvoertuig had na afloop problemen om weg te komen over het grasveld. In figuur 57 is de definitieve opstelplaats van de hoogwerkers en de beperkte inzetdiepte weergegeven.



Figuur 57 Bereikbaarheid met hoogwerkers

7. Analyse brandverloop

Om de hoofdvraag en de deelvragen te kunnen beantwoorden, wordt in dit hoofdstuk het brandverloop uit hoofdstuk 5 geanalyseerd. In paragraaf 7.1 en 7.2 wordt nader ingegaan op het ontstaan van de brand. In de daarop volgende paragrafen worden de trajecten besproken waarlangs het vuur en de rook zich hebben kunnen uitbreiden van de woning waarin de brand is ontstaan naar de aangrenzende woningen toe. Elke paragraaf wordt afgesloten met een conclusie. Tot slot staan in paragraaf 7.15 enkele algemene conclusies.

7.1 Tijdstip ontstaan van de brand

Er kan niet worden vastgesteld op welk tijdstip de brand is ontstaan. Om 11:51 was er al sprake van een uitlaande brand; pas kort hiervoor hadden de bewoners pas de brand ontdekt. Op de eerste beelden die beschikbaar zijn van de brand is te zien dat de vlammen al enkele meters naar buiten komen. Het is niet bekend of er op dat moment sprake is van een lokale brand nabij het raam of van een volledige ontwikkelde brand in de keuken. Het toevoerpunt van het ventilatiesysteem zit bij het keukenraam. Dit kan ook van invloed zijn geweest.

Invloed brandstof op brandontwikkeling

In de keuken is veel brandstof beschikbaar: het keukenblok en de keukenkastjes van spaanplaat, de geperste houten wand- en plafondafwerking die in alle woningen is aangebracht, en in de inventaris zoals keukenapparatuur. Onder tegen het keukenraam stond volgens de bewoners een vriezer en achter in de keuken een koelkast. Deze apparaten zijn voorzien van isolatie om de temperatuur laag te kunnen houden; de isolatie is vaak van polyurethaan, dat een zeer brandbaar materiaal is. Dit materiaal kan zorgen voor een zeer snelle brandontwikkeling waardoor binnen enkele minuten sprake kan zijn van een volledig ontwikkelde brand⁵. De koelkast en vriezer zijn daarnaast ook voorzien van een koelmiddel dat in de meeste gevallen zeer brandbaar is. Als het koelmiddel vrijkomt en ontbrandt, ontstaat er een brandende gaswolk. Zowel het koelmiddel als de brandbare isolatie kunnen bij een brand in een keuken zorgen voor een zeer snelle branduitbreiding, waardoor de keuken binnen enkele minuten volledig in brand staat. Doordat het vanwege de sloop van het gebouw niet meer mogelijk was om brandonderzoek uit te voeren, is het onbekend waar in de keuken de brand is ontstaan en welke brandmaterialen er in het begin bij betrokken waren.

Snelheid van ontdekken door buurtbewoners

De snelheid waarmee de rook die door het ventilatiesysteem naar buiten werd geblazen en via het deels openstaande keukenraam naar buiten stroomde, werd ontdekt door buurtbewoners, was van diverse factoren afhankelijk. Ten eerste de zichtbaarheid van de rook (de hoeveelheid en de kleur) die uit de woning naar buiten stroomde; deze was onder andere afhankelijk van de snelheid van branduitbreiding en de bij de brand betrokken materialen. Ten tweede de ligging van de woning in een autovrije straat: voor de woning ligt een stoep waar de tuinen van de tegenovergelegen straat op aansluiten. Dit betekent dat de rook moest worden opgemerkt door mensen die in de omgeving van de woning op straat liepen, in een tuin zaten of vanuit een huis naar buiten keken. En nadat de buurtbewoners de rook hadden waargenomen, moesten zij die ook nog interpreteren als rook afkomstig van een brand en de moeite nemen worden om de hulpdiensten te bellen.

Ontdekken van de brand door de bewoners

Ondanks de aanwezigheid van rookmelders is de brand pas ontdekt op een moment dat het voor de bewoners al niet meer mogelijk was om veilig – dat wil zeggen: zonder in aanraking te hoeven komen met de rook en met voldoende zicht – naar buiten te kunnen vluchten. Op de begane grond is er onder aan de trap geen zicht meer

⁵ Een voorbeeld van een snelle brandontwikkeling is te zien in een video van London Fire Brigade. Opgemerkt moet worden dat bij de video het apparaat niet met de rug tegen de muur aan staat, wat voor een nog snellere branduitbreiding zorgt. [Plastic backed fridge fire - YouTube](#)

door de zwarte rook. Hieronder wordt beschreven wat de oorzaak kan zijn van het feit dat de brand zo laat ontdekt werd en de bewoners niet meer veilig de woning hebben kunnen verlaten.

De deur van de keuken was volgens de bewoners gesloten. Dit voorkwam dat er rook vanuit de keuken vrij naar de aangrenzende hal kon stromen en van daaruit, via de open trap, naar boven toe. Door de naden tussen de deur en het kozijn of langs de onderzijde van de deur zou er wel rookverspreiding hebben kunnen plaatsvinden (zie figuur 61. De positie van de rookmelder op de begane grond, nabij de woonkamerdeur, de hoeveelheid en temperatuur rook die langs de deur komt en de luchtstroming binnen de woning kunnen er samen voor hebben gezorgd dat de rook niet direct bij de rookmelder op de begane grond terecht is gekomen. Dit zou een verklaring zijn voor het scenario dat zich in de woning heeft voorgedaan en in hoofdstuk 3 is beschreven.

De bewoners geven aan dat er op het moment dat zij de brand ontdekken donkere rook via het trapgat naar de eerste verdieping stroomt en dat er dan pas een rookmelder afgaat. Als zij naar beneden vluchten, is in de entree op de begane grond geen zicht meer. Tussen de onderzijde van de keukendeur en de vloer heeft een opening gezeten voor het ventilatiesysteem. Zie paragraaf 2.7. Op het moment dat er door de brand meer rook wordt geproduceerd dan kan worden afgevoerd via het keukenraam en het ventilatierooster, ontstaat er uiteindelijk een overdruk waardoor de rook zich via alle naden en kieren naar buiten perst. Om 11:51 is er donkergekleurde rook zichtbaar die uit het zolderraam stroomt; om 11:52 is lichtgekleurde rook te zien. Zie figuur 58. Het verschil in kleur komt vermoedelijk doordat er aan het begin van de brand rookverspreiding heeft plaatsgevonden door overdruk in de keuken langs de onderzijde van de deur. Vervolgens is de keukendeur op een later moment doorgebrand. De lichtgekleurde rook uit het zolderraam bestond waarschijnlijk uit pyrolysegassen van de spaanplaat en PS-isolatie die zich naar de zolder verspreidden.



Figuur 58 Verschil in kleur van de rook uit het zolderraam

Als de brand al snel door de keukendeur heen was gebrand, zou er een open verbinding naar de entreehal zijn ontstaan. Op deze locatie zouden dan vlammen vanuit de keuken de gang op zijn gekomen en naar alle waarschijnlijkheid in enige vorm door de vluchtende bewoners zijn ontdekt. Op basis van deze analyse lijkt het niet waarschijnlijk dat de keukendeur al is doorgebrand op het moment dat de bewoners erlangs vluchten

Conclusie

De brand is ontdekt als gevolg van stroomuitval en het waarnemen van een brandlucht. Het exacte tijdstip waarop de brand is ontstaan kan niet worden vastgesteld.

7.2 Ontstaansgebied

Zoals omschreven in paragraaf 5.4 wordt op basis van de informatie afkomstig van de bewoners en de beelden die beschikbaar zijn van het begin van de brand, de keuken van woning nr. 44 beschouwd als het ontstaansgebied. In de buurt ging tijdens het incident al het gerucht rond dat de brand ontstaan zou zijn in de energiemodule aan de voorzijde van de woning. Op basis van de onderstaande analyse is vastgesteld dat deze hypothese onjuist is.

Energiemodule als ruimte van ontstaan

Door team brandonderzoek is samen met een expertisebureau namens een van de verzekeraars de energiemodule onderzocht. Op basis van dit onderzoek is vastgesteld dat de brand niet in de energiemodule is ontstaan.



Figuur 59 Links: energiemodule aan woning nr. 44 vast, rechts: de veiliggestelde energiemodule

In de energiemodule zit het aan- en afvoerpunt van lucht waarmee de woning mechanisch wordt geventileerd. In figuur 60 is de positie van deze punten in de energiemodule weergegeven. Zoals in figuur 61 is weergegeven, zit het afzuigpunt nabij het plafond van de keuken. Lucht en rook zijn naar dit punt toegezogen en onder bij de energiemodule naar buiten geblazen. Vermoedelijk hebben personen rook gezien die uit de energiemodule kwam zoals in figuur 60 zichtbaar is. De rook bleef nabij de grond hangen, omdat er onvoldoende energie (temperatuur) over was om op te kunnen stijgen. Na uitval van de stroom binnen de woning kan er ook rook door drukverschillen via de ventilatiekanalen naar buiten zijn gestroomd. Tot slot hebben meerdere personen aangegeven dat er alleen vlammen zichtbaar waren uit het keukenraam en er geen vlammen uit de energiemodule naar buiten kwamen. Op basis van het technisch onderzoek en de bovenstaande analyse is de energiemodule uitgesloten als ontstaansgebied.



Figuur 60 Beeld uitslaande brand om 11:51 met rook uit energiemodule en foto van energiemodule met in- en uitstroomopening van het ventilatiesysteem. Bron: Omwonende



Figuur 61 Locaties uitstroomopeningen ten opzichte van elkaar

Conclusie

Op basis van de beschikbare informatie wordt geconcludeerd dat de brand ontstaan is in de keuken.

7.3 Branduitbreiding binnen in de woning

Al eerder is beschreven hoe de rook in de entreehal terecht kan zijn gekomen. Als de keukendeur begint door te branden, kan het vuur zich ook uitbreiden naar de andere ruimten binnen de woning. Om 11:56 is dan ook zichtbaar dat er branduitbreiding heeft plaatsgevonden naar de entree van de woning. Er zijn op dat moment van buiten af nog geen vlammen zichtbaar op de eerste verdieping en de zolder. Op de begane grond staan de voor- en de achterdeur open, op de eerste verdieping staat aan de achterzijde een raam open, de vlizotrap staat open en het zolderraam staat open. Dit heeft ervoor gezorgd dat er voldoende zuurstof beschikbaar is geweest voor de brand om zich binnen de woning te kunnen ontwikkelen.

Om 11:58 staat de gehele woonkamer in brand en is al het tripleglas in de achtergevel al bezweken. Door de openstaande ramen en deuren is er van beneden tot het openstaande zolderraam op diverse plaatsen een open verbinding met de buitenlucht. Hierdoor ontstaan er diverse stromingstrajecten, waarlangs zich in eerste instantie de rook en daarna het vuur binnen de woning kunnen verspreiden. Om 12:10 slaan de vlammen meters ver uit het zolderraam. De inzet van de brandweer heeft uiteraard ook invloed gehad op de brand binnen in de woning.

Conclusie

- Langs de keukendeur, onder andere als gevolg van het doorbranden, heeft er branduitbreiding plaats kunnen vinden naar de entree van de woning.
- De openstaande deuren en ramen hebben bijgedragen aan de snelheid waarmee de brand zich heeft kunnen ontwikkelen en verspreiden binnen de woning.

7.4 Branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel

Uit het beschikbare beeldmateriaal van de branduitbreiding op de voor- en de achtergevel blijkt dat het toegepaste gevelsysteem heeft bijgedragen aan de snelheid van de branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel. In eerste instantie gaat het hierbij om de branduitbreiding vanuit het keukenraam via de gevel naar boven toe, maar kort daarna ook om de branduitbreiding in zijwaartse richting naar de naastgelegen woning.

Doordat het keukenraam in kiepstand staat, wordt de brand uitslaand. De vlammen komen tegen de rollaag van steenstrips aan en tegen het stucwerk van het gevelement van de eerste verdieping. Door het hoge brandvermogen waar de PS-isolatie aan wordt blootgesteld, begint het PS te pyrolyseren en te branden. De brand breidt zich in de gevel uit via de PS-isolatie die blijft doorbranden. Als gevolg hiervan krult de afwerklaag (stucplaag) als het ware naar buiten toe weg. Als de PS-isolatie is weggebrand, begint ook de spaanplaat te branden.

Branduitbreiding aan de voorzijde van de woning

Op de beelden in figuur 62 is zichtbaar dat de brand zich in ongeveer 5 minuten via de gevel heeft uitgebreid naar de gevelconstructie rondom het eerste raam op de eerste verdieping van woning 42. Er vindt geen branddoorslag naar de binnenzijde van woning nr. 42 plaats, omdat het te openen deel van het kunststof raamkozijn gesloten is en er triple glas in zit. Branddoorslag naar binnen toe via de buitenzijde van de gevel is voorkomen door de inzet van de brandweer.

In figuur 62 is zichtbaar dat de buitenste laag, het stucwerk, loskomt als de PS-isolatie wegbrandt en omkruilt. Dit zorgt ervoor dat de PS-isolatie bloot komt te liggen en nog meer kan gaan bijdragen aan de brand. De branduitbreiding op de plaats van de steenstrips staat niet op beeld.



Figuur 62 Brandontwikkeling via de buitengevel naar woning nr. 42. Bron: Omwonende

Branduitbreiding aan de achterzijde van de woning

Als de eerste brandweereenheid ter plaatse komt, is er aan de achterzijde van de woning alleen op de begane grond sprake van een uitslaande brand. Zie figuur 63. De uitslaande vlammen zijn aan de achterzijde minder groot dan ze aan de voorzijde van de woning waren. In tegenstelling tot de voorzijde, raakt de buitengevel achter minder snel bij de brand betrokken. Met de straal HD die wordt ingezet wordt in eerste instantie verdere branduitbreiding via de gevel voorkomen.



Figuur 63 Links: 11:58, achtergevel Rechts 12:??, inzet straal HD door het ploeglid 120. Bron: Omwonende

Als de inzet met de straal HD aan de achterzijde wordt gestopt, ontwikkelt de brand zich weer tot een uitslaande brand. In figuur 64 is deze branduitbreiding via de achtergevel zichtbaar. Binnen 1 à 2 minuten staat een groot gedeelte van de achtergevel in brand. De kleur van de rook wordt zwart en de rook neemt in hoeveelheid toe. De vlammen lijken onder het stucwerk uit te komen. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door pyrolysegassen die aan de onderzijde uit de gevelconstructie komen. Ook is zichtbaar dat er brandende deeltjes uit de gevelconstructie naar beneden vallen. De buitenste laag van het stucwerk klappt om als de PS-isolatie erachter is weggebrand. De

uitslaande brand die heeft plaatsgevonden vóór de inzet van de brandweer heeft het PS achter het stukwerk al enige tijd blootgesteld aan hitte.



Figuur 64 Branduitbreiding over de achtergevel. Bron: Omwonende



Figuur 65 Eén raam bij woning nr. 42 staat deels open. In het geel de woningscheiding. Bron: Omwonende

Conclusie

- Doordat het keukenraam dat op kiepstand staat nagenoeg de enige uitstroomopening voor de rookgassen is en het triple glas niet snel is bezweken, wordt alle energie door een relatief kleine opening naar buiten geperst. Dit zorgt voor uitstaande vlammen met meterslange vlamlengte die deels tegen de gevelconstructie boven het raam aan komen.
- De brandbare constructieonderdelen aan de buitenzijde van de gevelconstructie hebben kort na het uitslaand worden van de brand al bijgedragen aan het brandverloop.
- De brandbare constructieonderdelen aan de buitenzijde van de gevelconstructie hebben gezorgd voor de zeer snelle branduitbreiding in zowel horizontale als verticale richting over de buitenzijde van de gevelconstructie.
- De aanwezigheid van triple glas in de kozijnen, het dicht zijn van een raam op de eerste verdieping van woning nr. 42 en inzet van de brandweer hebben voorkomen dat er kort na het uitslaand worden van de brand brandoverslag heeft plaatsgevonden naar een ruimte in woning nr. 42. Bij dit incident was het raam gesloten; als dit niet het geval was geweest, had er al binnen enkele minuten branddoorslag en -overslag kunnen hebben plaatsvinden naar de aangrenzende woning nr. 42.

7.5 Branduitbreiding via de buitenzijde van de dakconstructie

De brand heeft zich via de voorgevel uitgebreid naar het dak. Als de vlammen de dakgoot bereiken, krullen ze eromheen. Door vlamcontact komt de EPDM-dakbedekking tot ontbranding. De vlammen komen ook onder de zonnepanelen terecht. Door de positie van de zonnepanelen ten opzichte van het dak, op circa 60 mm afstand, ontstaat er een zogenaamd schoorsteeneffect. De vlammen worden door de panelen afgebogen. De energie van de brand kan niet vrij wegstromen door de aanwezigheid van de zonnepanelen. Ook de spaanplaat onder de EPDM-dakbedekking raakt bij de brand betrokken. De energiestroom die tussen het dak en de zonnepanelen door naar de nok toeloopt, versnelt de opwarming van het dakvlak en daardoor de branduitbreiding over het dak heen. Als de vlammen aan de bovenzijde onder de zonnepanelen uitkomen, slaan ze onder en tegen de metalen afdekking van de nok. Hierdoor begint de houten constructie in de nok van woning nr. 44 en nr. 46 te branden. Vijf minuten na de eerste 112-melding heeft het vuur, mede door de wind van 3-5 meter per seconde de nok van woning nr. 44 en nr. 46 al bereikt. Zie figuur 66.



Figuur 66 11:56, Branduitbreiding naar de nok van woning nr. 46. Woning nr. 44 is met rood aangegeven. Bron: Omwonende



Figuur 67 Route van vlammen onder zonnepanelen naar nok van het dak

Door de aanwezigheid van zonnepanelen op het dak kan de brand van de dakconstructie onder de zonnepanelen niet of nauwelijks worden bestreden.



Figuur 68 12:10-12:12, Linker- en rechterzijde voorkant dak woning nr. 44. Vlammen komen onder zonnepanelen vandaan. Bron: Heitink/Gelrenieuws.nl

Horizontale branduitbreiding over het dakvlak

Uit de beelden blijkt dat de brand zich, behalve aan het begin, niet substantieel in zijwaartse richting (horizontaal) heeft uitgebreid onder de zonnepanelen langs. Ter plaatse van de aansluiting tussen twee dakelementen zit een metalen afdekkap die de branduitbreiding in horizontale richting lijkt te vertragen. Zie figuur 69. Op deze locatie zijn het EPDM en de spaanplaat van het dakvlak onderbroken. De ruimte tussen de dakpanelen is grotendeels opgevuld met steenwol. Zie bijlage 2 voor het detail. Het vuur onder de zonnepanelen is van buitenaf niet goed bereikbaar, en daardoor nauwelijks te bestrijden.



Figuur 69 12:12, Bepaalde branduitbreiding onder de zonnepanelen langs in zijwaartse richting. Bron: Heitinkmedia

Conclusie

- De brandbare EPDM dakbedekking en de brandbare spaanplaat hieronder hebben er mede voor gezorgd dat het vuur zich via de buitenzijde van het dak naar boven toe heeft kunnen uitbreiden.
- De brand heeft zich sneller naar de nok van woningen kunnen verspreiden door de aanwezigheid van het aaneengesloten vlak met zonnepanelen. Daarbij heeft de windrichting ervoor gezorgd dat de vlammen richting woning nr. 46 zijn gegaan.

7.6 Branduitbreiding over de nok van het dak

Als de vlammen onder de metalen afdekking van de nok terechtkomen, begint de brand zich in de lengterichting van de nok uit te breiden. Zie bijlage 2 voor de beschrijving van de nokconstructie. Door de metalen afdekking kunnen de energie van de brand en de rook niet vrij wegstromen en worden in zijwaartse richting 'geperst'. Om 12:16 is rook zichtbaar over de gehele lengte van de nok van de rij met woningen. Via de open ruimte aan de onderzijde van de metalen afdekking kan zuurstof naar de brand toe stromen. Ter plaatse van de woningscheidende wandconstructie zit in de nok van het dak geen onderbreking die de brand tegen kan houden. Om 13:51 staat vrijwel de gehele nok van woning nr. 46 in brand, en om 14:40 ook die van nr. 48. De brand in de nok kan niet met

bluswater worden bereikt door de metalen afdekkap. Bij woning nr. 38 worden deze platen verwijderd en kan bluswater de houten constructie van de nok bereiken en verdere branduitbreiding via dit traject beperken. Zie figuur 70 en 71.



Figuur 70 Branduitbreiding via de nokconstructie naar woning nr. 46 (links) en woning nr. 42 (rechts). Bron: Heitinkmedia/Gelrenieuws.nl



Figuur 71 Branduitbreiding over de nok van woning nr. 46 naar nr. 48

Conclusie

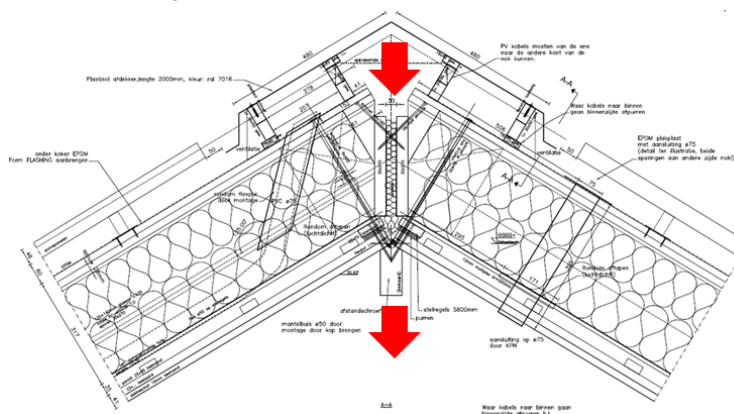
- Via de open ruimten onder de metalen afdekkap en de houten constructie in de nok van het dak heeft de brand zich uitgebreid. De metalen afdekkap die de nokconstructie afsluit, heeft ervoor gezorgd dat de rook en de energie van de brand niet vrij kunnen wegstromen maar zich in zijwaartse richting zijn gaan verplaatsen met branduitbreiding tot gevolg.
- Via de houten nokconstructie kan de brand zich onder de metalen afdekplaat uitbreiden naar de aangrenzende woningen. Pas als de metalen afdekplaat los komt te zitten en er afvalt, omdat het hout rondom de verbindingsmiddelen is weggebrand, of als er afdekplaten door de brandweer zijn verwijderd, kan het vuur op die locaties worden bestreden.
- De wind heeft eraan bijgedragen dat er aan het begin van de brand branduitbreiding heeft plaatsgevonden naar de nok van woning nr. 46 en naar die van nr. 42.
- Doordat de brandweer een inzet heeft kunnen uitvoeren ter plaatse van de nok van woning nr. 38 is daar verdere branduitbreiding voorkomen.

7.7 Branduitbreiding vanaf het dak naar de binnenzijde van de woning

Via de nokconstructie

De brand heeft zich buiten het bereik van de brandweer langs het hout van de nokconstructie en de houten dakelementen naar de binnenzijde van de zolder kunnen uitbreiden. In figuur 72 is dit traject weergegeven. Ook de

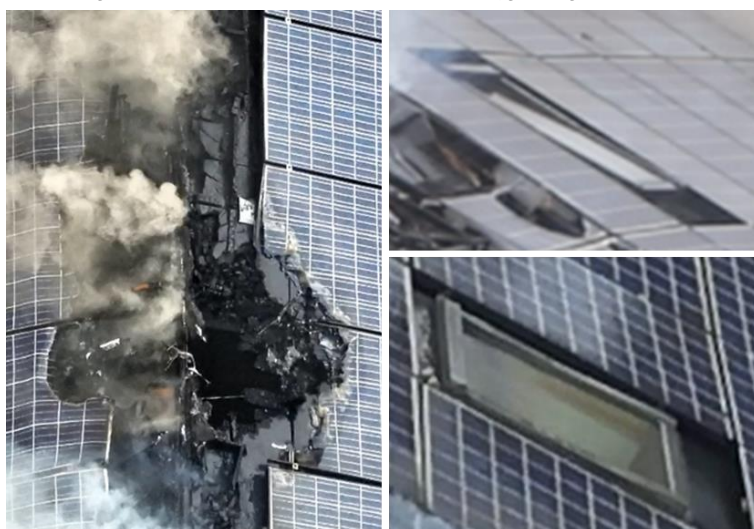
spouw tussen de spaanplaat van de dakelementen en de isolatie van glaswol kan zuurstof hebben aangevoerd. In bijlage 2 is beschreven dat er openingen zichtbaar zijn in het dakbeschot, ook ter plaatse van de nok. Via deze openingen kan vanuit de zolder zuurstof stromen naar de locaties waar het in de nok brandt. Dit kan de branduitbreiding naar beneden toe naar de zolder toe hebben versneld.



Figuur 72 Traject van branduitbreiding vanuit de nokconstructie naar de zolder

In het dak van woning nr. 46 brandt de dakconstructie volledig door en er ontstaat een gat in het dak. De zolder brandt op dat moment nog niet. In figuur 73 is te zien dat het dakraam een klein stukje openstaat en dat de aftimmering bij het dakraam niet of nauwelijks is aangetast door de brand. Ook is er geen rook zichtbaar bij het dakraam. De brand heeft zich dan nog niet over de gehele zolder uitgebreid. Er zijn op dat moment geen uitslaande vlammen te zien zoals dit wel bij woning nr. 44 het geval is als de zolder volledig in brand staat. De inzet van de brandweer of het ontbreken van voldoende brandstof op de zolder hebben er mogelijk voor gezorgd dat de brand zich op dat moment nog niet op de zolder van woning nr. 46 verder ontwikkelt. Als de zolder van woning nr. 48 enige tijd volledig in brand staat, breidt de brand zich ook weer uit naar de binnenzijde van de zolder van woning nr.46. Als dit heeft plaatsgevonden, is er wel sprake van een uitslaande brand via deze openingen.

Via de open verbinding die ontstaat als er een gat in de dakconstructie is gebrand, kan de rook op de zolder van woning nr. 46 naar buiten wegstromen. Dit is vermoedelijk de reden waarom er aan de binnenzijde en buitenzijde bij het dakraam (zie figuur 73) geen rook zichtbaar is op het moment dat de beelden zijn gemaakt. De opgezette en opengemaakte deuren en ramen kunnen bijgedragen hebben aan het stromingstraject.



Figuur 73 Gat in dakconstructie woning nr. 46 en stand van het dakraam van deze woning

Via doorvoeringen in de dakconstructie

In de dakconstructie zitten zoals in paragraaf 2.5 is beschreven twee doorvoeringen. Een pvc-buis onder een zonnepaneel en een kunststofbuis ten behoeve van de PV-installatie (zonnepanelen) in de nokconstructie. Er kan niet worden vastgesteld of deze doorvoeringen een rol hebben gespeeld bij de branduitbreiding naar de zolder(s). Het gat dat in het dak is gebrand zit niet op een locatie waar een van de doorvoeringen zit.

Conclusie

- Via de houten constructie in de nok van de woningen heeft de brand zich, buiten het bereik van de brandweer, langzaam naar de binnenzijde van de woningen kunnen verplaatsen.

7.8 Branduitbreiding via de binnenzijde van de gevelconstructie

In paragraaf 2.5 en bijlage 2 is de opbouw van de gevelconstructie beschreven. Vanuit de keuken is er ter plaatse van het ventilatiekanaal voor het raamkozijn een open verbinding naar de open spouw die zit tussen de oude gevel en de nieuw aangebrachte constructie. Rookverspreiding loopt in de meeste gevallen voor op de verspreiding van het vuur als gevolg van overdruk die ontstaat door de brand of luchtstromingen binnen het gebouw en binnen de gebouwconstructie. Via deze spouw, onder andere langs de spaanplaat kan het vuur zich ook in de spouw hebben uitgebreid. Door de brand op de gevel kan echter niet worden vastgesteld of branduitbreiding inderdaad via deze route heeft plaatsgevonden. Als eerste wordt het traject beschreven waarlangs de branduitbreiding richting de spouw kan hebben plaatsgevonden.

De aansluiting van de kozijnen op de spouw

In alle verblijfsruimten op de begane grond en de eerste verdieping zit aan de bovenzijde van de aftimmering bij het raamkozijn een ventilatierooster. Zie figuur 74 voor het rooster in de keuken van een woning die niet door de brand verloren is gegaan. Achter dit rooster zit het ventilatiekanaal dat dient voor de luchttoevoer. De brand is hoogstwaarschijnlijk vanuit de keuken langs het ventilatierooster de spouw ingegaan. De spouw is bij het raamkozijn afgetimmerd met MDF-beplating. Als deze beplating ter plaatse van het ventilatiekanaal wegbrandt, wordt de opening groter.



Figuur 74 Ventilatierooster in omtimmering van het raamkozijn

Rondom het raamkozijn is de spouw tussen de oude gevelconstructie en de nieuw geplaatste gevelconstructie dichtgezet met stroken steenwol. Het doel hiervan was om branduitbreiding vanuit de woning naar de open spouw te voorkomen, en andersom.



Figuur 75 Spouw die is dichtgezet met steenwol ter plaatse van een raam op de eerste verdieping

Op diverse plaatsen zit er ruimte tussen de steenwol en de constructieonderdelen waar dit tussen is geklemd. Dit zijn locaties waar in eerste instantie rook-, maar later ook branduitbreiding, heeft kunnen plaatsvinden naar de spouw.

In woning nr. 40 is de constructie ter plaatse van de keuken opengemaakt. Er is geen steenwolisolatie aanwezig aan de bovenzijde van het kozijn. De spouw wordt daar grotendeels afgesloten door de houten balken waarmee de oude en nieuwe gevel aan elkaar bevestigd zijn. Deze sluiten de spouw grotendeels af. Ter plaatse van de doorvoer van het ventilatiekanaal is er echter een open verbinding aanwezig. Zie figuur 77.



Figuur 76 Spouw aan de bovenzijde van het kozijn van de keuken



Figuur 77 Open ruimte langs ventilatiekanaal

Onderbreking van de spouw

Bovenop het hout is een strook met ingesealde glaswol aangebracht. Ook daar gaat het ventilatiekanaal doorheen. Door de overdruk die is ontstaan als gevolg van de brand en/of door de luchtstromingen die er zijn in de wandconstructie is de spouw zich gaan vullen met rook. Via de open verbinding zoals hiervoor beschreven heeft de rook zich zowel naar boven toe naar binnen als in zijwaartse richting naar de aangrenzende woningen verspreid. Ter plaatse van de woningscheidende wand is de spouw ook gevuld met ingesealde glaswol.

Er zijn diverse openingen gevonden tussen de kussens met ingesealde glaswol die in de spouw zitten. In figuur 78 is roetaanslag zichtbaar ter plaatse van de openingen tussen de elementen van ingesealde glaswol. Dit kan erop wijzen dat er langs deze openingen rook is gestroomd.



Figuur 78 Twee foto's van ingesealde glaswol verticaal in de spouw, rechts roetaanslag die duidt op openingen tussen de glaswol

Indicatoren rookverspreiding via de spouw

Op de videobeelden die gemaakt zijn vanaf de achterzijde van de woning is zichtbaar dat er op de begane grond rook hangt bij de achtergevel van woning nr. 42. Zie figuur 79. De blusploeg heeft omstreeks 12:03 aan de binnenzijde van deze woning waargenomen dat er aan de onderzijde van raamkozijn ter plaatse van de aftimmering gelige rook de woning inkwam. Mogelijk is de rook die buiten te zien is het gevolg van het openen van de voordeur door de brandweer. Bij zowel woning nr. 42 als woning nr. 46 is zowel op de begane grond, de eerste verdieping als op de zolder enige vorm van rook waargenomen.



Figuur 79 Kort na 12:03: rook aan de achterzijde van woning 42. Bron: Omwonende

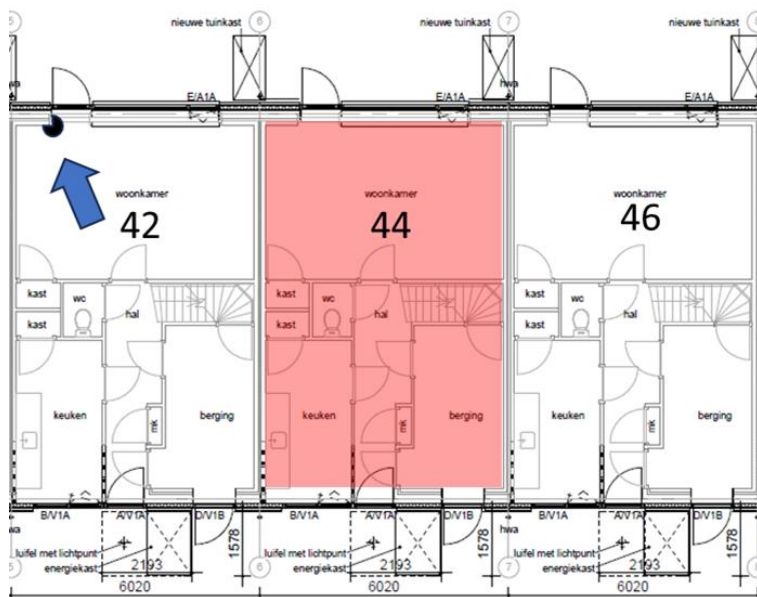
Op diverse locaties zijn er in de woningen die niet door de brand zijn verwoest indicatoren aangetroffen die erop wijzen dat rook zich via de spouwconstructie heeft verplaatst, zoals in figuur 80 te zien is. Op welk moment van de brand dit heeft plaatsgevonden is niet bekend.



Figuur 80 Links rookverspreiding langs de aftimmering bij het kozijn en rechts langs de opening bij het ventilatiekanaal

Indicatoren branduitbreiding via de spouw

De blusploeg die kort na het ter plaatse komen in woning nr.42 is geweest, heeft waargenomen dat op de vloerbedekking, nabij de achterdeur ter plaatse van de spouw van de achtergevel aan de zijde van woning nr. 40, een kleine halve cirkel zichtbaar was die gestold leek te zijn, zwart gekleurd was en rookte. In figuur 81 is de locatie daarvan weergegeven. Er zijn bij woning nr. 42 en nr. 46 tijdens de momenten dat er ploegen binnen zijn geweest geen vlammen waargenomen bij de aansluiting tussen het kozijn en de spouwconstructie. Woning nr. 42 is volledig gesloopt, waardoor het niet meer mogelijk is de oorzaak van de zwarte halve cirkel te onderzoeken. Een mogelijke verklaring is dat er gesmolten PS-isolatie langs de bovenzijde van het raamkozijn naar beneden is gelopen. Gesmolten PS-isolatie is zwart van kleur, stolt als het afkoelt en kan uitdampen.



Figuur 81 Locatie van zwarte cirkel in woning nr. 42

Conclusie

- Via de constructie bij het keukenraam ter plaatse van het ventilatierooster heeft er vrijwel direct branduitbreiding naar de spouw kunnen plaatsvinden.
- Met zekerheid is vastgesteld dat er al zeer snel sprake is geweest van rookverspreiding via de gevelconstructie naar de aangrenzende woningen.

7.9 Branduitbreiding vanuit de spouw naar de dakconstructie

De spouw van de gevel staat in open verbinding met de spouw tussen het oude en het nieuwe dak, onder andere via de openingen voor het ventilatiekanaal en de kunststof rode buis voor de bekabeling van de zonnepanelen. Zie figuur 82. Hierlangs kan branduitbreiding plaatsvinden. Mogelijk zijn er nog meer trajecten waar branduitbreiding kan plaatsvinden, zoals bij de aansluiting tussen twee gevelelementen en de dakconstructie.



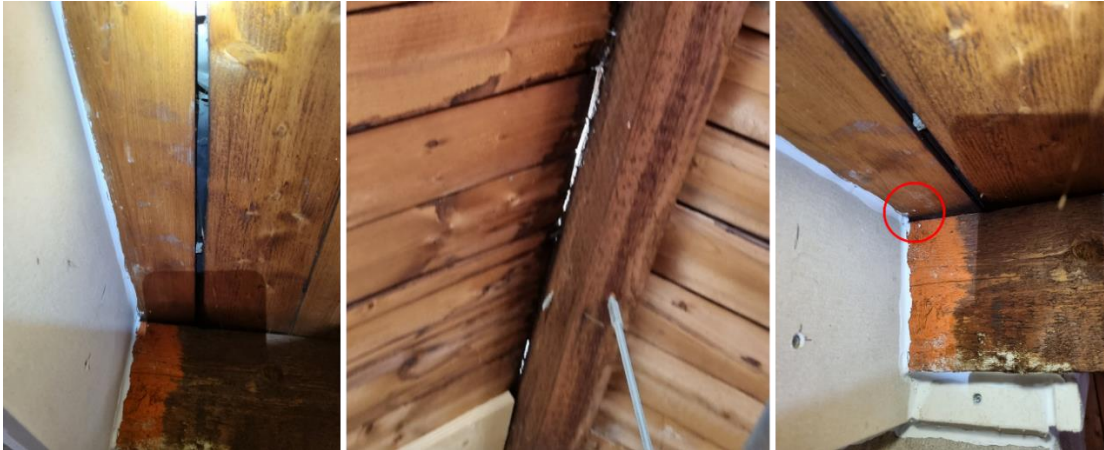
Figuur 82 Verbinding tussen de spouw van de gevel en de spouw van het dak

Conclusie

- Er kan niet worden vastgesteld of er ook daadwerkelijk branduitbreiding via dit traject heeft plaatsgevonden, maar vanwege de geconstateerde open verbindingen zou dit wel mogelijk zijn. Zeer waarschijnlijk is dat er rookverspreiding via dit traject heeft plaatsgevonden.

7.10 Branduitbreiding vanuit de spouw van het dak naar de zolder toe

Op diverse plaatsen zijn er openingen geconstateerd in het houten dakbeschot. Langs dit traject kan rook zich vanuit de spouw, tussen de oude dakconstructie en de nieuwe dakelementen, naar de zolder toe verspreiden. Zie figuur 83. Bij enkele woningen was volgens de ploegen de zolder ter plaatse van het dak afgewerkt met gips. Dit kan de rookverspreiding naar de zolder hebben beperkt, zoals ook blijkt uit de ervaring van de ploeg. Deze heeft waargenomen dat er rook kwam langs de naden van de gipsplaten. Als de ploeg een gat in het gips maakt, komt er direct geelbruine rook uit de opening persen, terwijl tot op dat moment alleen nog maar rook met een lichte kleur (nagenoeg wit) op de zolder aanwezig was. De rook kan via enkele hiervoor beschreven trajecten zijn verspreid naar de spouw tussen de oude en de nieuwe dakconstructie.



Figuur 83 Open verbindingen naar de zolder toe

Conclusie

- Er heeft rookverspreiding plaatsgevonden vanuit de dakconstructie naar de binnenzijde van de zolder.

7.11 Branduitbreiding via de woningscheidende wandconstructie(s)

In deze paragraaf worden de mogelijke branduitbreidingstrajecten beschreven via de woningscheidende wandconstructie ter plaatse van de verblijfsruimten op de begane grond en eerste verdieping, van de vloerconstructie en van de dakconstructie.

Als de woningen nr. 42 en 46 voor de eerste keer door de brandweer worden betreden, wordt er op dat moment geen vuur waargenomen in deze woningen. Er heeft vanuit andere woningen al wel rookverspreiding plaatsgevonden naar deze woningen toe.

Wandconstructie ter plaatse van de verblijfsruimten op de begane grond en de eerste verdieping

Er zijn geen indicatoren die erop wijzen dat er branduitbreiding heeft plaatsgevonden via de woningscheidende wandconstructie ter plaatse van de verblijfsruimten op de begane grond en de eerste verdieping.

Wandconstructie ter plaatse van de vloeren van de eerste verdieping

Ter plaatse van de ingemetselde vloerbalken is er aan beide zijde van de woningscheidende wandconstructie een open verbinding aanwezig naar de spouw van de constructie. Er zijn in woning nr. 40 geen indicatoren waargenomen die erop wijzen dat er via dit traject branduitbreiding heeft plaatsgevonden vanuit woning nr. 42, en of dit gebeurd is, kan vanwege de sloopwerkzaamheden ook niet meer worden vastgesteld.

Wandconstructie ter plaatse van de zolder

Ter plaatse van de zolder zitten er op enkele locaties openingen in de woningscheidende wand vanwege het ontbreken van stootvoegen in metselwerk. Er zijn in woning nr. 40 geen indicatoren waargenomen die erop wijzen dat er via dit traject branduitbreiding heeft plaatsgevonden vanuit woning nr. 42, en of dit gebeurd is, kan vanwege de sloopwerkzaamheden ook niet meer worden vastgesteld.

Ter plaatse van het schoorsteenkanaal zit tussen de woningen een scheidingsconstructie die niet de benodigde wdbdo heeft, zoals beschreven is bijlage 2. Er zit op een deel van het traject waar de brand zich kan uitbreiden geen wandconstructie van metselwerk tussen beide woningen. Op andere punten zit enkelsteens metselwerk in plaats van dubbelsteens met een luchtsouw zoals bij de rest van de wandconstructie. De uitvoering van de woningscheidende wandconstructie is op deze locatie anders dan elders. Zie figuur 84.



- A Metselwerk woning 1
- B Metselwerk woning 2
- C Plaat multiplex
- D Houten spoor van de prefab dakconstructie
- E Steenwol (niet gelijmd o.i.d.)
- F Houten gording
- G Houten dakbeschot
- H Promatect plaat geschroefd.

Figuur 84 Scheidingsconstructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal bij woning nr. 38

Als de woningen nr. 42 en 46 worden betreden, wordt er op dat moment daar geen vuur waargenomen. Er hangt wel al dichte geelbruine rook op de zolder. Als korte tijd later woning nr. 42 door een andere eenheid nogmaals wordt doorzocht, is er op dat moment sprake van dikke zwarte rook op de eerste verdieping die van de zolder lijkt te komen. Deze rook kan erop wijzen dat er al brand is op deze zolder, maar de rook kan ook van de zolder van woning nr. 44 afkomstig zijn. Als de ploeg rond 12:15 in woning nr. 40 de dakconstructie nabij het schoorsteenkanaal een hotspot waarneemt, wordt om branduitbreiding te voorkomen een deel van de dakconstructie opengeboren. Na het maken van een gat in een gipsplaat stroomt er echter veel rook met kracht de zolder op. De rook zorgt voor een snelle temperatuurstijging op de zolder, maar komt gelukkig niet tot ontbranding. De ploeg heeft hierdoor het gevoel dat er door het maken van het gat een open verbinding is ontstaan naar woning nr. 42.

Door TS 120 is aan de achterzijde van woning nr. 44 als eerste vlammen waargenomen ter plaatse van het plafond van de kamer van woning nr. 42 die grenst aan het schoorsteenkanaal. De ploeg schat in dat dit rond 12:30 is geweest, maar dit kan niet met zekerheid worden vastgesteld. Om 14:40 zijn er vlammen zichtbaar die uit het ingeslagen dakraam van woning nr. 40 komen. De waarnemingen door de ploegen en het beschikbare beeldmateriaal bevestigen dat er hoogstwaarschijnlijk branduitbreiding via dit traject heeft plaatsgevonden.

Bij woning nr. 38 en 40 is een klein deel van dakbeschot aan de zijde van woning nr. 40 niet verbrand. Zie figuur 85. Dat is een indicatie dat lucht met een zodanige snelheid de woning in is gezogen dat vlamuitbreiding op deze locatie niet mogelijk is geweest. Het hout rondom is wel door het vuur aangetast en deels verkoold. Dit wijst erop dat er een open verbinding is geweest ter plaatse van het schoorsteenkanaal aan de andere zijde van de wand. Als er een overdruk is ontstaan door de brand op de zolder kan via dit traject de stroming in de andere richting hebben plaatsgevonden, met branduitbreiding tot gevolg. Dit kan ook verklaren waarom er door een blusploeg zwarte rook is waargenomen in woning nr. 42 en dat bij het openen van de dakconstructie van woning nr. 40 er

direct veel rook de zolder op stroomt. Zie figuur 85 voor een voorbeeld van de wandconstructie aan de zijde van de woningscheidende wand waar het schoorsteenkanaal niet zit. In bijlage 2 is beschreven dat de uitvoering van de constructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal per woning kan verschillen. Zoals in paragraaf 2.5 is beschreven, is er een opening aanwezig aan de bovenzijde van de gordingen van de dakconstructie. Hierdoor is er een open verbinding naar de spouw tussen de beide woningen. Rook kan zich via dit traject hebben verplaatst.



Figuur 85 Locatie van aanvoer lucht en de lokale beperkte aantasting

Bij woning nr. 40 is de rest van het houten dakbeschot zodanig aangetast dat niet meer kan worden vastgesteld of de brand zich via de aansluiting tussen de woningscheidende wand en de dakconstructie heeft uitgebreid. Dit zou kunnen hebben plaatsgevonden aan de bovenzijde van de houten gordingen van de dakconstructie. Er zijn geen indicatoren waargenomen die erop wijzen dat de brand zich via geconstateerde openingen in de wandconstructie ter plaatse van de stootvoegen of de ingemetselde balken ter plaatse van de vloerconstructies heeft uitgebreid naar de aangrenzende woningen.



Figuur 86 Woningcheidende wand van woning nr. 40 naar woning nr. 42

Conclusie

- Er is een traject vastgesteld ter plaatse van het voormalige schoorsteenkanaal waarlangs hete rookgassen de woning in konden stromen.
- Op basis van de analyse van het brandverloop en de bevindingen van de blusploegen is vastgesteld dat rookverspreiding via dit traject heeft plaatsgevonden. Het is zeer aannemelijk dat ook het vuur zich via dit traject heeft verplaatst naar de woningen nr. 42 en nr. 40.
- Er kan niet worden vastgesteld binnen welke tijd na het ontstaan van de brand dit is gebeurd.

7.12 Rookverspreiding naar de toiletten van de aangrenzende woningen

Blusploegleden hebben aan het begin van de brand geconstateerd dat de toiletruimte van woning nr. 48 op de begane grond al vol met rook stond, zonder dat er noemenswaardige rook is geconstateerd in de rest van de woning inclusief de zolder. Tijdens het brandonderzoek is vastgesteld dat de toiletruimte van nr. 40 volledig beroet was.

Boven het verlaagde plafond in de toiletruimte blijkt een oud kanaal te zitten dat uitkomt in het oude schoorsteenkanaal. Zie bijlage 2. Ter plaatse van het schoorsteenkanaal zit geen dakbeschot. De schacht komt uit in de open ruimte boven het oude schoorsteenkanaal. Dit schoorsteenkanaal staat niet alleen in verbinding met de spouw van het dak, maar ook met de binnenzijde van de zolders links en rechts van het schoorsteenkanaal zoals in de voorgaande paragraaf is beschreven. Rook heeft zich vanuit de oude schacht via de naden en kieren en de opening voor de lamp in het verlaagde plafond naar de toiletruimte kunnen verplaatsen. Zie figuur 87. Het vermoeden is dat de afwerking aan de binnenzijde van de zolder van woning nr. 48 zodanig goed het oude dak heeft afgesloten heeft, dat er nauwelijks rook langs de dakconstructie de zolder in is gestroomd. Op de toilet zit een afzuigpunt van de ventilatie. De rook uit de toilet is hierdoor direct naar buiten afgevoerd. Dit is vermoedelijk de rook die de ploegen uit de energiemodule voor de woning hebben zien komen. Bij de woningen met een vaste trap is er op de zolder een extra afzuigpunt in het ventilatiesysteem aangebracht. Ook via dit punt kan rook zijn afgezogen. Dit kan ervoor gezorgd hebben dat er geen of minder rook was op de zolder van woning nr. 48 op het moment dat daar een blusploeg was.



Figuur 87 Traject rookverspreiding naar toiletruimte

Conclusie

De constructie zoals beschreven in paragraaf 7.11 heeft ervoor gezorgd dat al zeer snel rookverspreiding heeft kunnen plaatsvinden naar de toiletruimten van de woningen.

7.13 Branduitbreiding via de dakconstructie

Op figuur 13 van het detail van de dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende wandconstructie is aangegeven dat er tussen de dakelementen en de woningscheidende wand alleen maar steenwol zit. In afwijking van het detail is het dakbeschot ter plaatse van de woningscheidende wand verwijderd. Er is geconstateerd dat bij de constructie ter plaatse van woning nr. 42 een balk, die aanwezig is ter ondersteuning van het nieuwe dak, toch over de scheiding heen loopt. Langs de zijkanen van deze balk is een open verbinding aanwezig. Hierlangs kan de rook en uiteindelijk ook het vuur zich verspreid hebben. In figuur 88 is de balk rood omcirkeld.



Figuur 88 Balk loopt door over de woningscheidende wand heen

Conclusie

- Er kan niet worden vastgesteld of er ook daadwerkelijk branduitbreiding via de dakconstructie heeft plaatsgevonden. Vanwege de geconstateerde open verbindingen zou dit wel heel goed mogelijk zijn.

7.14 Rookverspreiding via het ventilatiesysteem

Het aanzuigpunt van het ventilatiesysteem voor verse lucht zit in de energiemodule op circa 2 meter hoogte. Als er rook langs dit punt stroomt, kan die de woning in gezogen worden. Er kan niet worden vastgesteld of er ook daadwerkelijk rookverspreiding via dit traject heeft plaatsgevonden.

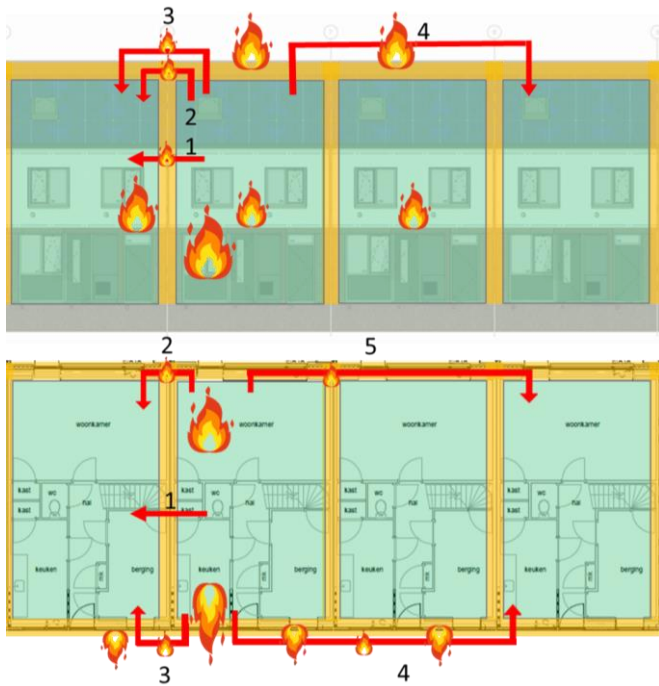
Conclusie

- Naar verwachting heeft rookverspreiding via dit traject geen noemenswaardige bijdrage geleverd aan het incident.

7.15 Conclusie

De brand heeft zich vanuit de keuken zeer snel via de binnen- en de buitenzijde van woning nr. 44 naar de gebouwconstructies van deze woning en de aangrenzende woningen verspreid. De gevel- en dakconstructie (inclusief de zonnepanelen) die is gevormd door het aanbrengen van nieuwe gevel- en dakelementen en voor een groot deel bestaat uit brandbare materialen, heeft ervoor gezorgd dat de brand zich snel heeft kunnen uitbreiden naar de aangrenzende woningen. Via de constructieonderdelen heeft er een snelle en grote hoeveelheid rookverspreiding naar de aangrenzende woningen plaatsgevonden. Er zijn meerdere trajecten geïdentificeerd waarlangs de brand- en/of rookverspreiding kan hebben plaatsgevonden.

In figuur 89 zijn de mogelijke trajecten van branduitbreiding weergegeven. Er is vastgesteld dat er branduitbreiding naar de binnenzijde van een andere woning (brandcompartiment) heeft plaatsgevonden via traject 2, 3 en 4 ter plaatse van de dakconstructie.



Figuur 89 Mogelijke trajecten van branduitbreiding

In figuur 90 zijn de mogelijke trajecten van rookverspreiding weergegeven. Er is vastgesteld dat er rookverspreiding heeft plaatsgevonden naar de binnenzijde van een andere woning via traject 1 en 2. Mogelijk heeft er ook rookverspreiding plaatsgevonden langs traject 3 en 4 via het mechanische ventilatiesysteem.

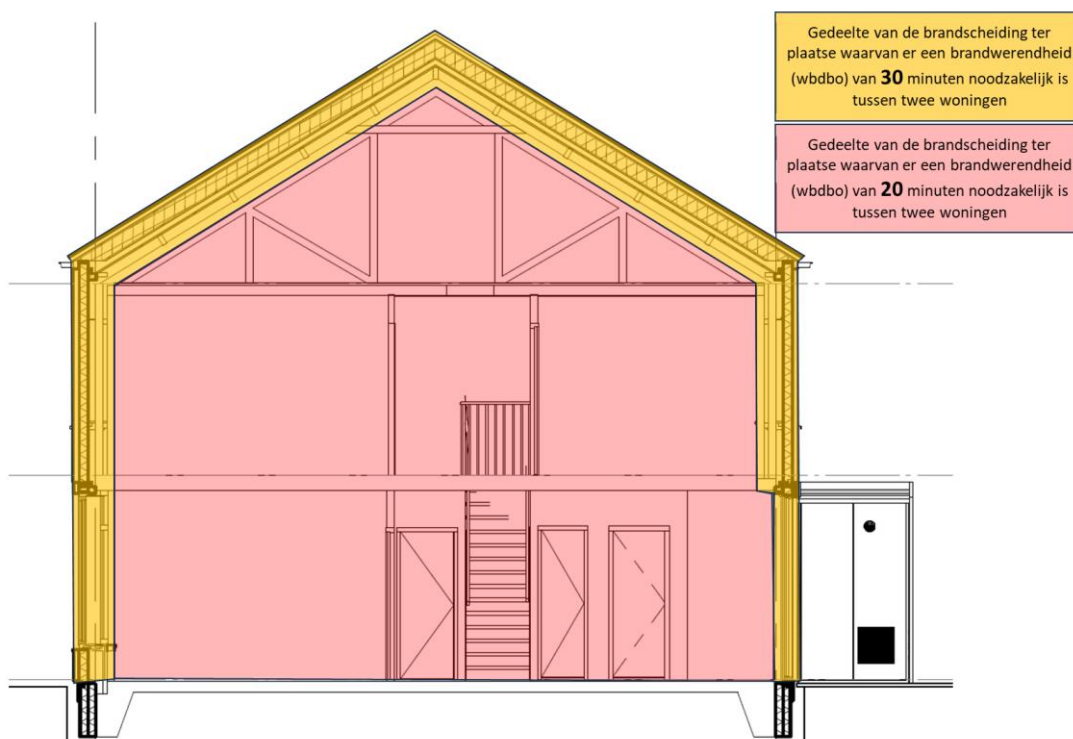


Figuur 90 Mogelijke trajecten van rookverspreiding

8. Analyse op basis van de brandveiligheidsvoorschriften

In dit hoofdstuk wordt het resultaat weergegeven van de toetsing van de woningen aan de brandveiligheidsvoorschriften uit het Bouwbesluit 2012. Alleen de voorschriften die een relatie hebben met het incident zijn beoordeeld. Het betreft de voorschriften over brand- en subbrandcompartimentering, de toegepaste materialen aan de buitenzijde van de woning, de vluchtroutes en de rookmelders.

In de omgevingsvergunning bouw staat geen informatie over de brandpreventieve voorzieningen van de woningen. Op basis van het 'Plan van aanpak terugloopactie brandveiligheid' van Dura Vermeer met daarin de rapporten van Nieman Raadgevende Ingenieurs (NRI) en de aantreffen brandpreventieve voorzieningen bij de woningen zoals beschreven in hoofdstuk 2, kan het volgende geconcludeerd worden: in de voorbereiding (onder andere in de werkdetails) en tijdens de uitvoering van de verbouwing is het uitgangspunt gehanteerd dat die gedeelten van de brandcompartimentering die gedeeltelijk vernieuwd, veranderd en/of vergroot worden, zodanig uitgevoerd moeten zijn dat met de aangepaste onderdelen tussen twee woningen een wdbdo van tenminste 30 minuten wordt gerealiseerd. Voor onderdelen van de brandwerende scheidingsconstructie die niet worden gewijzigd geldt een brandwerendheid van 20 minuten⁶ overeenkomstig NEN 6068. In figuur 91 is een doorsnede van een woning weergegeven waarin met kleur is aangegeven voor welk gedeelte van de woningscheidende wand (de scheiding tussen twee brandcompartimenten) welke eis geldt voor de brandwerendheid (wdbdo).



Figuur 91 Doorsnede met in kleur de wdbdo-eis die voor het gedeelte van de scheidingsconstructie geldt

8.1 Welke wdbdo / brandwerendheid geldt?

De woningen dienen volgens artikel 1b van de Woningwet ten minste te voldoen aan het niveau 'bestaande bouw' van het Bouwbesluit 2012. Volgens artikel 2.90, eerste lid, van het Bouwbesluit 2012 geldt er tussen twee brandcompartimenten van bestaande woningen een wdbdo van tenminste 20 minuten. De wdbdo is de weerstand

⁶ Volgens artikel 4 van de Woningwet gelden de verbouwvoorschriften van het Bouwbesluit 2012 uitsluitend voor de gewijzigde onderdelen. Voor niet-gewijzigde onderdelen geldt het niveau bestaande bouw: 20 minuten.

tegen branddoorslag en brandoverslag tussen ruimten in de verschillende brandcompartimenten (woningen). Dit betekent dat de scheidingsconstructies (waaronder aansluitdetails tussen de woningen) tenminste 20 minuten brandwerend moeten zijn, bepaald overeenkomstig NEN 6068).

Bij verbouw van een bouwwerk zijn de nieuwbouwartikelen van toepassing, waarbij volgens artikel 2.85 van het Bouwbesluit 2012 in plaats van het in die artikelen aangegeven niveau van eisen mag worden uitgegaan van het rechtens verkregen niveau en een wdbdo van tenminste 30 minuten.

Het van toepassing zijnde rechtens verkregen niveau is voor de woningen aan de Van Kinsbergenstraat zonder aanvullend juridisch vervolgonderzoek niet met zekerheid vast te stellen:

- 1) Op de tekeningen van de bouwaanvraag zijn geen brandveiligheidsvoorzieningen aangegeven zoals brandcompartimentering of brandwerendheden.
- 2) Volgens de gemeentelijke bouwverordening van de gemeente Arnhem die in 1962 van kracht was, diende de scheidingsconstructie tussen twee woningen tenminste 60 minuten brandwerend te zijn.
- 3) De 'wdbdo' als bedoeld in het Bouwbesluit 2012 is iets anders dan 'brandwerendheid' als bedoeld in de destijds van toepassing zijnde gemeentelijke bouwverordening(en). Als met de kennis van nu naar oude brandscheidingen wordt gekeken, moet vaak worden geconcludeerd dat er niet wordt voldaan aan een wdbdo-eis van 20 minuten.
- 4) In de loop der tijd mag de brandwerendheid van een scheidingsconstructie afnemen door autonoom kwaliteitsverlies (kwaliteitsvermindering door reguliere veroudering en slijtage) tot een waarde van niet minder dan 20 minuten.
- 5) Vanwege aanwezige openingen in aansluitdetails van de scheidingsconstructies tussen de woningen is de brandwerendheid van de scheidingsconstructies en daarmee de wdbdo tussen de woningen < 20 minuten en voldoet daarmee niet aan het niveau bestaande bouw.

Bovendien is de verbouweis in artikel 2.85 van het Bouwbesluit 2012 voor meerderlei uitleg vatbaar (beoordeling op compartimentsniveau en/of niveau van scheidingsconstructie in combinatie met de betekenis van artikel 4 van de Woningwet dat de verbouwvoorschriften alleen gelden voor de te verbouwen of veranderen onderdelen van het bouwwerk).

Op basis van het bovenstaande is het volgens ons reëel om te veronderstellen dat:

- brandwerende scheidingsconstructies waaraan veranderingen worden aangebracht (aansluitdetails ter plaatse van de woningscheidende constructie) ten minste met een wdbdo van 30 minuten moeten worden uitgevoerd (het gehanteerde rechtens verkregen niveau, met een ondergrens van 30 minuten).
- brandwerende scheidingsconstructies die niet worden veranderd ten minste 20 minuten brandwerend moeten zijn (ondergrens: niveau bestaande bouw van het Bouwbesluit 2012).

Vanwege de hierboven genoemde argumenten 3, 4 en 5 is het naar onze mening vooralsnog niet aannemelijk dat het rechtens verkregen niveau hoger zou moeten zijn dan 30 minuten.

Volgens artikel 4 van de woningwet gelden verbouwartikelen alleen voor die gedeeltes van de woningen die daadwerkelijk gedeeltelijk worden vernieuwd, veranderd of vergroot. Dit betreft de energiemodule aan de voorzijde van de woning, de uitbreiding van de woning ter plaatse van de keuken, de aanpassingen aan de gevel- en dakconstructie, het aanpaste gedeelte van het schoorsteenkanaal en de aansluitingen van de woningscheidende wandconstructie op de dakconstructie. In paragraaf 8.3 'Beoordeling te verbouwen onderdelen' is dat verder beschreven.

8.2 Beoordeling bestaande situatie

In deze paragraaf wordt beschreven aan welke brandveiligheidsvoorschriften ongewijzigde bestaande constructieonderdelen moeten voldoen. Dit betreft het (tweedimensionaal aangegeven) gedeelte van de scheidingsconstructie dat in figuur 91 in rood is weergegeven.

Brandcompartimentering

Volgens artikel 2.88 lid 1 moet een besloten ruimte (alle ruimten in de woning) in een brandcompartiment liggen. Op basis van artikel 2.89 lid 1 en lid 3 mag het brandcompartiment niet groter zijn dan 2000 m² en mag zich niet uitstrekken over meer dan één perceel. Volgens dit artikel moet elke woning een apart brandcompartiment zijn. In artikel 2.90 lid 1 staat dat de wdbdo van een brandcompartiment naar een ander brandcompartiment tenminste 20 minuten is, bepaald overeenkomst NEN 6068. Dit houdt in dat de scheidingsconstructie tussen de woningen ervoor moet zorgen dat de brand zich niet binnen 20 minuten kan verplaatsen van een ruimte in de woning waar het brandt naar een ruimte in een van de aangrenzende woningen.

Beoordeling

Zoals in paragraaf 2.5 is beschreven, is geconstateerd dat er openingen aanwezig zijn in de bestaande scheidingsconstructie tussen de woningen ter plaatse van de stootvoegen in het metselwerk en ter plaatse van de oplegging van de vloerbalken en de dakgordingen in de woningscheidende wanden. De verwachting is dat hierdoor niet voldaan wordt aan de minimale eis van 20 minuten wdbdo tussen de woningen. Om vast te kunnen stellen of dit daadwerkelijk het geval is, zou de scheidingsconstructie conform NEN 6069 die aangestuurd wordt door NEN 6068 getest moeten worden in een oven. Dit is niet mogelijk. Op grond van een theoretische beoordeling (en expert judgement van de onderzoekers) op basis van de beoordelingscriteria uit NEN 6069 achten de onderzoekers het echter aannemelijk dat de huidige scheidingsconstructie minder dan 20 minuten brandwerend is en dat tussen de woningen geen wdbdo van 20 minuten wordt gerealiseerd vanwege de aanwezige openingen in de scheidingsconstructie.

(Beschermd) subbrandcompartiment

Op basis van artikel 2.98 lid 1 moet een brandcompartiment ingedeeld zijn in een of meer subbrandcompartimenten. Op basis van lid 4 moet een verblijfsruimte liggen in een beschermd subbrandcompartiment. De omvang van het (beschermd) subbrandcompartiment is gelijk aan de omvang van het brandcompartiment. Hierdoor is geen aanvullende subbrandcompartimentering verplicht. Op basis van artikel 2.99 lid 1 mag de omvang van het beschermd subbrandcompartiment niet groter zijn dan 1000 m². Artikel 2.100 is niet van toepassing omdat het brandcompartiment (de woning) niet is ingedeeld in meer dan één (beschermd)subbrandcompartiment.

Beoordeling

Er wordt voldaan. Er geldt geen eis voor de weerstand tegen rookdoorgang tussen de woningen.

Alleen op basis van het feit dat er veel rook is aangetroffen in de aangrenzende woningen kan niet geconcludeerd worden dat de aanwezige scheidingsconstructie tussen de woningen niet voldoet. Opgemerkt wordt dat er wel een relatie bestaat tussen het E criterium van de wdbbo-eis en de rookwerendheid van de scheidingsconstructie. In NEN 6075 staat dat de rookwerendheid bepaald wordt op basis van het criterium E 'vlamdichtheid betrokken op de afdichting'. Er wordt aan dit criterium voldaan zolang er aan de niet verhitte zijde bij een test conform NEN 6069:

- geen vlammen zichtbaar zijn gedurende > 10 seconden;
- geen gaten of kieren aanwezig zijn waar een openingskaliber (een cilinder) met een doorsnede van 6 mm over een lengte van 150 mm in kan, of waar een openingskaliber met een doorsnede van 25 mm in kan;
- geen ontsteking of gloeien van een wattenkussen door hete gassen plaatsvindt

(Tromp & van Mierlo, 2013).

Ook al wordt er voldaan aan het E criterium dan nog kan er niet uitgesloten worden dat er rookverspreiding plaats vindt. De enige eis die voor de rook geldt die langs de brandscheiding komt, is dat deze rook niet zo heet mag zijn dat hierdoor een wattenkussen tot ontbranding kan worden gebracht.

Ter informatie: in de praktijk zal door het drukverschil tussen de woning waar de brand is en de aangrenzende woningen via de aanwezige openingen de rook gaan stromen van de zijde met de hoge druk naar de zijde met de lage druk. De drukverschillen over scheidingen heen kunnen groot zijn. (Tromp & van Mierlo, 2013).

De bij deze brand betrokken woningen aan de Van Kinsbergenstraat zijn zoveel mogelijk luchtdicht gebouwd. De verwachting is dat dit gezorgd heeft voor nog grotere drukverschillen dan bij niet luchtdicht gebouwde woningen. De scheidingsconstructie tussen de woningen onderling is minder luchtdicht dan de buitenschil. Dit kan hebben geleid tot meer rookverspreiding door eventueel aanwezige openingen heen.

Vluchtroutes

Op basis van 2.112 lid 1 moet op elk punt van een voor personen bestemd gedeelte van een vloer een vluchtroute beginnen die leidt naar het aansluitende terrein en vandaar naar de openbare weg.

Beoordeling

Een verblijfsgebied is het gedeelte van de woningen dat geschikt is voor personen om er te verblijven. In de aanvraag omgevingsvergunning voor het renovatieproject was de zolder niet als verblijfsgebied weergegeven, maar stond alleen een gebruiksoppervlakte van de ruimte aangegeven. De zolder kon alleen betreden worden via een vlizotrap, voldeed daarmee niet aan de eisen voor een verblijfsgebied en was derhalve niet bedoeld en geschikt om een verblijfsruimte van te maken. De zolder van woning nr.44 was echter wél in gebruik als verblijfsruimte, namelijk als slaapkamer. Uit de documenten in het plan van aanpak van de terugloopactie (04-04-2017 versie 2) van Dura Vermeer blijkt dat bij meerdere woningen van het project geconstateerd is dat de zolder door de bewoners in gebruik was genomen als verblijfsruimte. Het gebruik van de woningen kwam daarom niet overal overeen met de vergunde situatie.

Zolder als verblijfsruimte

Hieronder wordt beschreven welke brandveiligheidseisen er van toepassing zijn van het Bouwbesluit 2012 niveau bestaande bouw als de zolder als een verblijfsruimte in gebruik is. Voor een verblijfsruimte gelden overigens ook eisen voor een minimale oppervlakte, vrije hoogte, ventilatie en daglichttoetreding, maar die zijn hier niet beoordeeld. Op basis van Bouwbesluit artikel 2.112 lid 4 mag de loopafstand tussen een punt in een gebruiksgebied en een uitgang van het subbrandcompartiment waarin dat gebruiksgebied ligt (de voordeur van de woning), niet groter zijn dan 45 meter. Hier wordt aan voldaan. Op basis van Bouwbesluit artikel 2.31 moet een hoogteverschil van meer dan 0,22 meter tussen vloeren waarover een vluchtroute voert, of tussen een van die vloeren en het aansluitende terrein, worden overbrugd door een vaste trap of hellingbaan. De aanwezige vlizotrap voldoet niet aan de eisen die in Bouwbesluit artikel 2.38 worden gesteld aan een trap in bestaande bouw.

Vanwege het recht op vrije indeelbaarheid is het gaan gebruiken van de zolder als verblijfsruimte mogelijk en vergunningsvrij. Het is toegestaan onder voorwaarde dat het gebruik van de zolder als verblijfsgebied voldoet aan de gestelde eisen in het Bouwbesluit 2012. Zoals is beschreven, wordt hier niet aan voldaan.

Rookmelders

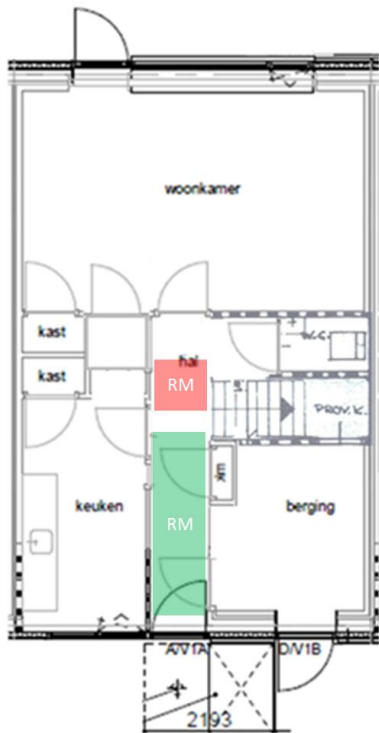
Op basis van artikel 6.21 lid 6 moet iedere bouwlaag waar een verblijfsruimte is tussen de uitgang van de verblijfsruimte en de uitgang van de woonfunctie een rookmelder hebben die voldoet aan EN 14604. Deze eis is van toepassing geworden op 1 juli 2022.

Beoordeling

De bewoner heeft aangegeven dat er rookmelders aanwezig waren in de entreehal op de begane grond, op de overloop van de eerste verdieping en op de zolder. Het is niet bekend welke rookmelder(s) daadwerkelijk in alarm zijn gekomen. Het is alleen bekend dat de bewoners een rookmelder in alarm hebben horen komen. Doordat de woning door de brand volledig verloren is gegaan, kon niet worden nagegaan of alle rookmelders daadwerkelijk aanwezig waren. De rookmelder op de zolder was op basis van de omgevingsaanvraag niet noodzakelijk, omdat de zolder niet aangewezen was als verblijfsgebied. Als de zolder wel een verblijfsruimte was, was een rookmelder wel noodzakelijk geweest (maar zoals eerder gesteld: de zolder voldeed niet aan de eisen gesteld aan een verblijfsruimte en mocht dus als zodanig ook niet worden gebruikt). In de woningen die door team brandonderzoek zijn bezocht, is een rookmelder aangetroffen op de zolder. Op de rookmelders staat dat deze voor juni 2026 vervangen moeten worden. De rookmelders zijn niet onderling gekoppeld, in tegenstelling tot wat bij het niveau nieuwbouw wel verplicht is.

Positie van de rookmelders

In artikel 6.21 lid 6 staat dat er op elke bouwlaag met een verblijfsruimte een rookmelder moet zijn geplaatst tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woning. Op de begane grond wordt niet aan deze eis voldaan. De rookmelder is geplaatst tegen het plafond van de hal tussen de keukendeur en de woonkamerdeur. De rookmelder had geplaatst moeten zijn tussen de uitgang van de keuken (een verblijfsruimte) en de voordeur van de woning. In figuur 92 is in rood aangegeven waar de rookmelder is aangebracht in de woning en in groen het gebied waar deze eigenlijk geplaatst had moeten worden. Naar verwachting heeft dit geen invloed gehad op het scenario dat zich binnen de woning heeft afgespeeld. Zelfs als de rookmelder recht tegenover de keukendeur zou zijn geplaatst, zou er geen garantie zijn dat deze veel eerder door de rook zou worden geactiveerd. De rook kan immers ook langs de rookmelder stromen. De rookmelder had binnen het hele groene gebied mogen worden geplaatst.



Figuur 92 Correcte (groen) en niet correcte (rood) locatie van de rookmelders

Door het ontbreken van een vaste trap naar zolder en een bordes voor de trap kon de rookmelder op zolder niet geplaatst worden op de wettelijke voorgeschreven locatie als de zolder beschouwd wordt als verblijfsgebied.

Door de positie van de rookmelder in de entreehal en het ontbreken van een vaste trap bij de zolders die in gebruik zijn als verblijfsruimte wordt niet voldaan aan artikel 6.21 lid 6.

8.3 Beoordeling te verbouwen onderdelen

Brandklasse van het buitenoppervlak

Volgens artikel 2.73 van het Bouwbesluit 2012 geldt voor de brandklasse van de gevel het rechtens verkregen niveau. Volgens artikel 2.68 lid 1 moet de buitengevel een volgens NEN-EN 13501-1 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting hebben die voldoet aan brandklasse D. Aangezien de oorspronkelijke gevel van steen is (onbrandbaar), geldt in dit geval de 'bovengrens van het rechtens verkregen niveau', namelijk brandklasse D volgens artikel 2.68 lid 1. Er worden geen eisen gesteld aan de rookontwikkeling, omdat de rookproductie aan de buitenzijde van een gebouw in de regel geen rol speelt bij het veilig kunnen vluchten. De kozijnen en deuren mogen op basis van artikel 2.68 lid 6 aan brandklasse D voldoen. Het dak mag op basis van artikel 2.71 lid 1 niet brandgevaarlijk zijn als bedoeld in NEN 6063.

Beoordeling

Voordat de nieuwe gevel werd aangebracht, was een groot deel van de gevel van baksteen en voldeed daarmee aan brandklasse 1, huidige brandklasse A. Dit zou niet verlaagd mogen worden, tenzij daarmee voldaan wordt aan het niveau nieuwbouw uit het Bouwbesluit 2012. Door het toepassen van brandklasse B voldoet de buitenzijde van de gevel aan het niveau nieuwbouw.

Tussen de woningen onderling geldt een wdbbo-eis. Er wordt verwezen naar NEN 6068 voor de bepaling hiervan. Bij de bepalingsmethode in deze norm is het uitgangspunt dat de gevel niet in belangrijke mate mag bijdragen aan de brandvoortplanting. Hier wordt aan voldaan als de gevel aan de buitenzijde ten minste voldoet aan brandklasse B. In de projectinformatie van Sto Isoned bv (projectnummer 10329914 d.d. 15-07-2014) staat dat het toegepaste

StoTherm Classissysteem dat aan de buitenzijde van de gevel zit, voldoet aan Brandklasse B s2 d0 (EN 13501-1). Het is niet duidelijk of de gevel nu aan brandklasse D of B moet voldoen. Als er een gevelconstructie was toegepast die voldeed aan brandklasse D, dan zou die tijdens de brand vermoedelijk bijgedragen hebben aan een snellere branduitbreiding over de gevel.



Figuur 92b Profiel van metaal bij overgang steenstrips naar stucwerk

Ter plaatse van de overgang van het gevelelement van de begane grond naar het gevelelement van de eerste verdieping zit een metalen strip die direct tegen de PS-isolatie aan zit. Zie figuur 93b. Op basis van artikel 2.70 lid 1 valt dit binnen de toegestane 5 % van de totale oppervlakte waarop de eis van de brandklasse niet van toepassing is. Het metaal kan ervoor zorgen dat de energie van de brand sneller het PS bereikt dan bijvoorbeeld een stuclaag van 4 mm. De metalen strip heeft echter geen bepalende rol gespeeld bij de branduitbreiding via de gevelconstructie. Tijdens het incident is de gevel aan meer energie blootgesteld dan de hoeveelheid energie waarmee de brandklasse van de gevelconstructie is bepaald. De gevelconstructie zelf heeft ondanks het nagenoeg volledig voldoen aan de gestelde eis een grote bijdrage geleverd aan de branduitbreiding, zowel in horizontale als verticale richting. De uitvoering van een gevel waarvoor een brandklasse geldt, voldoet in de praktijk bijna nooit volledig aan de uitvoering van de constructie zoals deze getest is om de brandklasse te bepalen.

In het Bouwbesluit 2012 wordt ervan uitgegaan dat een branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel niet plaatsvindt zoals dit wél heeft plaatsgevonden tijdens het incident als er aan brandklasse B (NEN 6068) of brandklasse D voldaan wordt. Uit deze casus blijkt dat de energie waarmee de buitenzijde van de gevel wordt belast vele malen groter is dan de energie waarmee de brandklasse van de gevelconstructie wordt beoordeeld. De testmethode komt niet overeen met de praktijk. De casus laat zien dat de toegepaste gevelconstructie met brandklasse B in de praktijk toch een ongewenste bijdrage levert aan de branduitbreiding via de buitenzijde van de gevelconstructie. Er is bewust gekozen voor de term ‘branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel’, omdat het PS achter de gevel tot ontbranding is gekomen door de energie die van buitenaf op de gevel terecht is gekomen. Dit is een ander traject dan een branddoorslagtraject vanuit de keuken via de binnenzijde van de gevelconstructie.

Het oude dak was voorzien van dakpannen en daarmee niet brandbaar. Het nieuwe dak is aan de buitenzijde voorzien van een EPDM-afwerking. Het type EPDM dat is toegepast, Firestone RubberGard EPDM LSFR, is volgens het beschikbare productcertificaat niet brandgevaarlijk, zoals bedoeld in de NEN 6063 en voldoet daarmee aan de gestelde eis.

Brandcompartimentering

Zoals aangegeven in paragraaf 8.1 zal de nieuw aangebrachte gevel- en dakconstructie ter plaatse van de scheidingsconstructie tussen de woningen een wdbdo van ten minste 30 minuten moeten hebben. De ongewijzigde delen moeten minimaal voldoen aan 20 minuten wdbdo.

Beoordeling

Op basis van het brandverloop kan niet worden vastgesteld of er aan de benodigde wdbdo-eis van 30 minuten wordt voldaan. De thermische belasting is bij een echte brand anders dan bij de test waarmee de weerstand tegen

branddoorslag en brandoverslag van een scheidingsconstructie kan worden bepaald. De beoordeling of er aan de wbdbo-eis wordt voldaan, kan alleen op basis van een theoretische beoordeling in combinatie met waarnemingen door het brandweerpersoneel en het beeldmateriaal. Op basis van deze beoordeling is de verwachting dat de nieuwe scheidingsconstructie mogelijk op enkele locaties niet voldoet aan de minimale eis van 30 minuten wbdbo. Dit ter plaatse van:

- de scheidingsconstructies ter plaatse van het voormalige schoorsteenkanaal
- de wand- en dakconstructie ter plaatse van de bovenzijde van de gordingen in de dakconstructie
- de gevelconstructie tussen de raamkozijnen van de aan elkaar grenzende woningen. Bij kozijnen is er een open verbinding naar de spouw aanwezig en ter plaatse van de elementen van ingesealde glaswol in de spouw bij de woningscheidende wandconstructie. Deze openingen zijn waarschijnlijk groot genoeg om er doorheen te gaan met de openingskalibers waarmee getest wordt op het criterium E. Daarnaast kan als de temperatuur in de spouw oploopt tot 600-800 °C de glaswol gaan smelten en kunnen de openingen in omvang toenemen. Geadviseerd wordt om aanvullend onderzoek te laten uitvoeren om vast te kunnen stellen of met dit traject een wbdbo van 30 minuten wordt gerealiseerd.

Als bijlage 2 staat een uitgebreide beschrijving van deze constructieonderdelen.

(Beschermd)Subbrandcompartiment

In artikel 2.95 *verbouw* staat dat de artikelen 2.92 tot en met 2.93 van toepassing zijn, waarbij in plaats van het in die artikelen aangegeven niveau van eisen moet worden uitgegaan van een het rechtens verkregen niveau.

Artikel 2.94 is niet van toepassing omdat het brandcompartiment (de woning) niet is ingedeeld in meer dan één (beschermd)subbrandcompartiment.

Beoordeling

Er wordt voldaan. Net zoals beschreven is in paragraaf 8.2 geldt nu ook dat er geen eis wordt gesteld aan de weerstand tegen rookdoorgang.

Per 1 juli 2021 zijn de voorschriften van artikel 2.94 gewijzigd. Er zijn vanaf dat moment aanvullende eisen gesteld aan de mate van daadwerkelijke rookwerendheid van brand- en subbrandcompartimenten voor nieuw te bouwen woningen. Deze eisen waren nog niet van toepassing toen de omgevingsvergunning is ingediend en zijn voor de woningen daarom ook niet van toepassing op de verbouwde gebouwonderdelen.

Vluchtroutes

In artikel 2.109 *verbouw* staat dat op het gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk de artikelen 2.102 tot en met 2.108 van overeenkomstige toepassing zijn, waarbij in plaats van het in die artikelen aangegeven niveau van eisen wordt uitgegaan van het rechtens verkregen niveau.

Beoordeling

De kleine uitbreiding van de vloeroppervlakte ter plaatse van de keuken voldoet aan deze eisen. De zolder is door de huurder van de woning verbouwd tot een verblijfsruimte. De vluchtroute van de zolder met de vlioztrap voldoet niet zoals al eerder is beschreven bij de vluchtroute niveau bestaande bouw.

8.4 Conclusie

De uitgevoerde verbouwing aan de woningen voldoet op een aantal onderdelen niet aan de van toepassing zijnde eisen uit het Bouwbesluit 2012.

- De scheidingsconstructies tussen de woningen, die elk een separaat brandcompartiment zijn, voldoen op enkele locaties zeer waarschijnlijk niet aan de wbdbo-eis van 20 of 30 minuten die voor het betreffende gedeelte van de constructie geldt. Er geldt geen eis voor de weerstand tegen rookdoorgang tussen de woningen.

Er is geen bepalingsmethode voor de weerstand tegen branddoorslag op het traject door de gevel- en/of dakconstructie. Op basis van het daadwerkelijk plaatsgevonden brandverloop kan niet worden vastgesteld of er aan de benodigde wbdbo-eis wordt voldaan. Op basis van een theoretische beoordeling, met onder andere de waarnemingen door het brandweerpersoneel, het beeldmateriaal, het technische brandonderzoek op locatie en de beoordelingscriteria uit NEN 6069 is de verwachting dat de nieuwe gevel- en dakconstructie die is gevormd op de volgende locaties niet voldoet aan geldende eisen:

- De scheidingsconstructies ter plaatse van het voormalige schoorsteenkanaal. Wbdbo-eis 30 minuten.
- Ter plaatse van de open verbindingen in de gevelconstructie tussen de raamkozijnen van de aan elkaar grenzende woningen. Wbdbo-eis 30 minuten.
- De ongewijzigde woningscheidende wand ter plaatse van de open stootvoegen en ter plaatse van de openingen bij de oplegging van de houten vloer- en dakbalken in de woningscheidende wand. Wbdbo-eis 20 minuten.
- Bij de woningen waarvan de zolder, die alleen via een vlizotrap te bereiken is, wordt gebruikt als verblijfsruimte wordt niet aan het Bouwbesluit 2012 voldaan met betrekking tot de vluchtroute.
- Ondanks het feit dat dit niet van invloed is geweest op het incident, wordt hier voor de volledigheid nog eens vermeld dat de rookmelder op de begane grond niet conform de voorschriften op de juiste positie is aangebracht.

9. Analyse omgevingsvergunning bouw

Op 23 april 2015 is er een aanvraag voor een omgevingsvergunning ingediend met aanvraagnummer 1584543 voor de renovatie van 95 eengezinswoningen in het kader van het project "Stroomversnelling". Bij de beschrijving van de bouwwerkzaamheden is op het aanvraagformulier aangegeven dat het bouwwerk gedeeltelijk wordt vervangen. Bij de toelichting is aangegeven: kozijnen vervangen, kleine uitbreiding begane grond en gevel- en dakisolatie. De aanvrager bepaalt zelf waar deze een vergunning voor nodig acht. Er is geen aanvraag gedaan voor het gedeeltelijk vernieuwen, veranderen en vergroten van het brandcompartiment en dus de scheidingsconstructies waarmee de tussen de woningen benodigde wdbbo wordt verkregen.

Op 22 juni 2015 is door de Omgevingsdienst Regio Arnhem, namens burgemeester en wethouders van Arnhem, de omgevingsvergunning (kenmerk 150410465) voor het renoveren van de woningen verleend. Op 2 oktober 2015 (kenmerk 19521718) is door Omgevingsdienst Regio Arnhem aan Portaal Arnhem bevestigd dat enkele nader ingediende documenten, waaronder de wijziging van detail V06, akkoord zijn bevonden.

9.1 Beoordeling brandveiligheid omgevingsaanvraag

De beoordeling van de aanvraag van de omgevingsvergunning is uitgevoerd door de Omgevingsdienst Regio Arnhem (ODRA). Aanvragen voor een omgevingsvergunning bouw voor grondgebonden woningen werden in die tijd niet standaard ter advies aangeboden bij de brandweer. De aanvragen werden besproken bij het wekelijkse bouwplanoverleg tussen ODRA en de brandweer. Tijdens dat overleg werd bepaald welke aanvragen ter advies aan de brandweer aangeboden konden worden. Daar werd ook bepaald welke nieuwbouwplannen voor grondgebonden woningen voor advies over de bereikbaarheid voor de hulpdiensten en bluswatervoorzieningen aangeboden konden worden aan de brandweer. In de overzichtslijst van de aanvragen voor een omgevingsvergunning over de periode 9 april 2015 t/m 29 april 2015 met kenmerk OVZX001 d.d. 29 april 2015 staat de aanvraag *het renoveren van 95 woningen en uitbreiden op de begane grond*. De aanvraag is op het overzicht niet gemarkeerd als een aanvraag die bij de brandweer aangeboden zou worden. Er kan niet meer achterhaald worden of de aanvraag inhoudelijk tijdens het overleg is besproken.

In de bijlagen die horen bij de aanvraag voor een omgevingsvergunning voor de renovatie van de woningen staat geen informatie opgenomen over de brandveiligheid. Op de tekeningen is geen brandcompartimentering aangegeven en er zijn geen details toegevoegd van de nieuwe schil ter plaatse van de woningscheidende constructies. Bij de aanvraag ontbreekt informatie over de brandklasse van de toegepaste materialen. Het is niet bekend of de aanvrager een vergunning niet noodzakelijk heeft geacht of niet op de hoogte was van het feit dat er voor de werkzaamheden met betrekking tot de brandcompartimentering een vergunning noodzakelijk was.

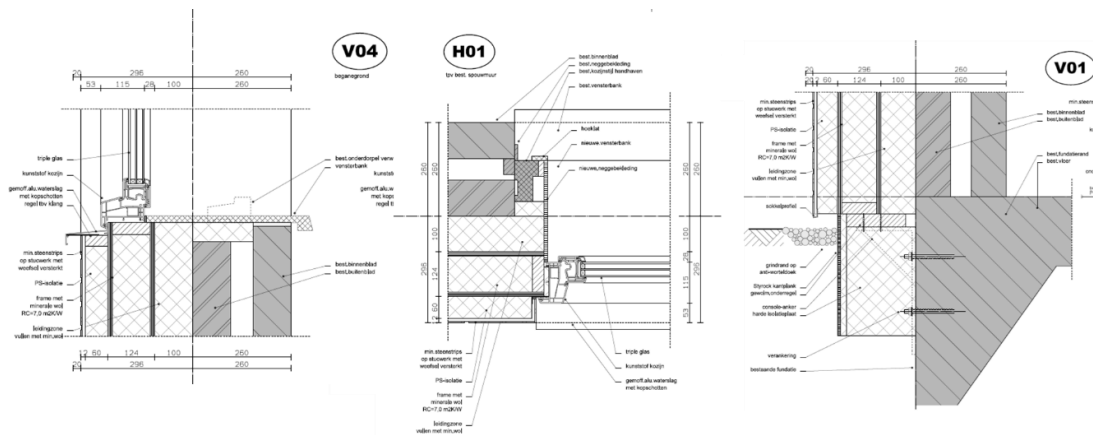
In de bijlage Procedure, overwegingen, voorschriften en aandachtspunten van de verleende omgevingsvergunning staat geschreven dat uit de aanvraag is gebleken dat het aannemelijk is dat het project voldoet aan het Bouwbesluit 2012.

9.2 Vergelijking aanvraag met de daadwerkelijk gerealiseerde situatie

De tekeningen die ingediend zijn, komen niet geheel overeen met de daadwerkelijk gerealiseerde situatie.

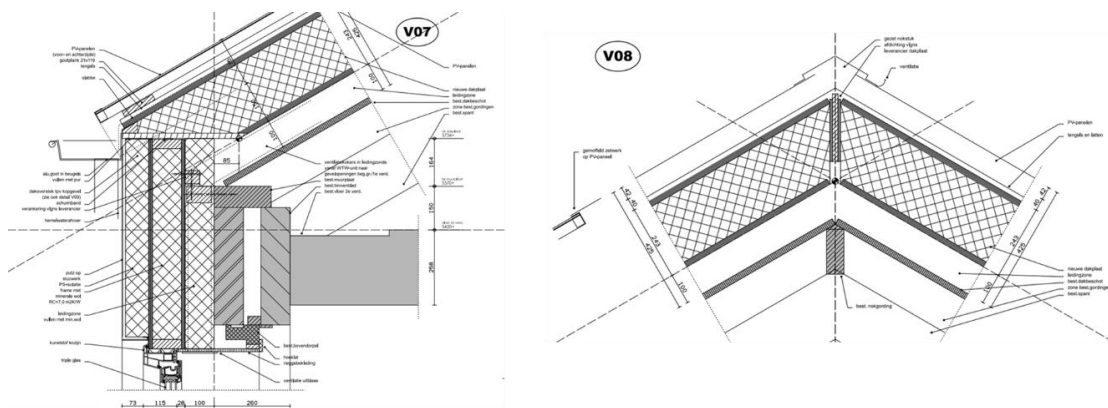
- Op de tekeningen waarop de plattegronden van de woningen staan weergegeven (TA202 & TA212 Beltman Architecten, 23-04-2015), staat een mechanisch ventilatiesysteem ingetekend op de zolder. Dit systeem bevindt zich in de gerealiseerde situatie in energiemodule die tegen de voorgevel is geplaatst.
- Op de details uit het detailboekje d.d. 23-04-2015 kenmerk 84300 van Beltman Architecten, is aangegeven dat de spouw die ontstaat tussen de nieuwe gevel en de bestaande gevel en gebruikt wordt als leidingzone, opgevuld is met minerale wol. Daarbij staat de tekst 'leidingzone vullen met min.wol'. Zie figuur 93. Er zit bij de details alleen maar PS-isolatie aan de buitenzijde van de gevel. Het frame daarachter

is opgebouwd uit een plaatmateriaal met daartussen een minerale wol. In de praktijk is daar ook PS-isolatie toegepast. De ruimte tussen de nieuwe schil en de bestaande schil is bij de details volledig opgevuld met minerale wol. De soort minerale wol wordt niet vermeld.



Figuur 93 Geveldetails van de aanvraag omgevingsvergunning. Bron: Detailboekje 15-4-2015 Bultman Architecten

- De details van dakconstructie en de aansluiting van het dak op de gevel uit de omgevingsvergunning komen niet overeen met de daadwerkelijke gerealiseerde situatie. Zie figuur 94. In het detailboekje staan geen details van de uitvoering van de nieuwe gevel en dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende wanden.



Figuur 94 Details van de dakconstructie uit de aanvraag omgevingsvergunning. Bron: Detailboekje 15-4-2015 Bultman Architecten

9.3 Vragen van de brandweer tijdens de bouw

Op 1 februari 2016 is tijdens een brandonderzoek bij een woning in de Van Speykstraat bij toeval door leden van team brandonderzoek die destijds ook werkten bij de afdeling risicobeheersing geconstateerd dat er woningen werden verbouwd. Het betrof een brandonderzoek in een woning die geen onderdeel uitmaakte van het project. Door de afdeling risicobeheersing is daarop op 15 februari 2016 een e-mail gestuurd naar Portaal met de vraag op welke wijze de 'warme jas' wordt gerealiseerd bij de 96 eengezinswoningen. Dit omdat er bij een brand in soortgelijke woningen met een gerenoveerde dakconstructie sprake is geweest van een snelle branduitbreiding via die dakconstructie.

Door Dura Vermeer is namens Portaal het dak-detail van de dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende bouwmuur toegezonden, evenals een rapportage van NRI over de naadafdichting van de woningscheidende bouwmuur. In de mailwisseling die volgde, is er gevraagd naar de soort isolatie die in het dak wordt toegepast, de aanwezige dakdoorvoeren en de afstand tussen het EPDM en de zonnepanelen. Er blijkt glaswol te worden toegepast in de dakconstructie; de doorvoeren zitten in het dak verwerkt middels een hittebestendige pvc-buis die wordt ingepakt waardoor er geen vlamuitbreiding mogelijk is naar de isolatie en de afstand tussen het dak en de zonnepanelen is groter dan de leverancier voorschrijft. Het KOMO-certificaat van het dak wordt toegezonden. NRI was op dat moment al betrokken bij de beoordeling van de details van de constructie ter plaatse van de brandscheidingen en het toezicht op de bouw.

Op 29 februari 2016 wordt door de brandweer een email gestuurd naar Dura Vermeer en Portaal waarin er bedankt wordt voor de toegezonden informatie en wordt aangegeven dat er 'duidelijk aan alles is gedacht'. De brandweer kan gevraagd en ongevraagd advies geven aan ODRA, maar er vindt in dit geval geen afstemming plaats met de Omgevingsdienst, omdat de details die zijn toegezonden voldoen. Bij de brandweer is niet bekend dat de toegezonden details anders zijn dan de details van de verleende omgevingsvergunning.

9.4 Conclusie omgevingsvergunning bouw.

- De plattegrond- en detailtekeningen die bij de verleende omgevingsvergunning horen, komen niet overeen met de daadwerkelijke situatie. Uit de analyse in hoofdstuk 8 is naar voren gekomen dat er rookverspreiding via de open spouw van de gevelconstructie heeft plaatsgevonden. Bij de details van de omgevingsvergunning is deze spouw opgevuld met minerale wol. Dit zou de rookverspreiding door de gevelconstructie hebben beperkt. Ook tussen de spaanplaat panelen zou volgens de aanvraag minerale wol toegepast worden. In werkelijkheid is er PS-isolatie gebruikt. Dit materiaal heeft een bijdrage geleverd aan het brandverloop en vermoedelijk een grote rol bij de rookproductie, waar een minerale wol dit niet zou hebben gehad en gedaan.
- Door het vergroten van de keuken vindt er een aanpassing plaats aan de brandcompartimentering. Dit had onderdeel uit moeten maken van de aanvraag. Het is niet duidelijk of het dikker worden van de gevel- en dakconstructie door het aanbrengen van de nieuwe gevel- en dakelementen, beschouwd moet worden als een aanpassing aan het brandcompartiment, omdat de omvang van het brandcompartiment en het oppervlakte binnen het brandcompartiment niet toenemen. Het is niet bekend of de aanvrager Portaal een vergunning niet noodzakelijk heeft geacht of niet op de hoogte was van het feit dat er voor dit deel van de werkzaamheden ook een vergunning noodzakelijk was.
- Op basis van de beschikbare informatie in de aanvraag had geconcludeerd kunnen worden dat er wijzigingen zouden gaan plaatsvinden bij de brandcompartimentering. De aanvraag had op basis hiervan onvolledig verklaard kunnen worden en er had een verzoek om aanvullende stukken aan de aanvrager gedaan kunnen worden.

10. Conclusie

In dit hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek weergegeven.

Mens-, gebouw- en brandkenmerken

- Ondanks de aanwezigheid van rookmelders op de vluchtroute, waarvan er een of meer in alarm zijn gekomen, konden de bewoners, zich nog maar net op tijd in veiligheid brengen. Een deel van de bewoners kon via de trap en de toegangen tot de woning vluchten, maar moesten hiervoor wel een deel zonder zicht door de rook heen lopen. Twee bewoners moesten via het zolderraam het dak op vluchten; mede door het ontbreken van een vaste trap naar de zolder konden zij niet meer via de normale route de woning verlaten.

Interventie- en gebouwkenmerken

- De brandweer werd bij aankomst geconfronteerd met een volledig ontwikkelde woningbrand in meerdere ruimten van de brandwoning en een gevel- en dakbrand bij zowel de brandwoning als bij de aangrenzende woningen. Door de extra schil die als het ware over de bestaande woningen heen was geplaatst en de daarvoor gebruikte materialen, kon de brand zich niet alleen buiten het bereik van de brandweer verspreiden, maar was ook minder goed te bestrijden. Door de snelle en grote hoeveelheid rookverspreiding naar de zolders van de aangrenzende woningen is er in deze woningen een onveilige situatie ontstaan vanwege de kans op een (explosieve) rookontbranding. Daarom heeft de brandweer bepaald dat veilig repressief optreden in deze woningen niet meer mogelijk was.

Gebouw- en brandkenmerken

- Door de brandbare onderdelen van de gevelconstructie (met name de PS-isolatie) heeft de brand in de woning zich snel kunnen ontwikkelen tot een woning in brand. Aan de buitenzijde van de woning heeft de brand zich via de buitengevel in horizontale en verticale richting verspreid, waarbij de brandbare PS-isolatie een bepalende rol heeft gespeeld. Binnen 6 minuten na de melding heeft de brand zich aan de voorzijde van de woning in horizontale richting uitgebreid tot de gevel van de aangrenzende woning.
- De brandbare bouwmaterialen die aan de buitenzijde onder het stucwerk van de nieuw aangebrachte gevelelementen zijn toegepast, met name de PS-isolatie en spaanplaat, hebben een grote bijdrage geleverd aan de rookontwikkeling.
- Via de brandbare dakconstructie van EPDM en spaanplaat in combinatie met de zonnepanelen heeft het vuur zich binnen circa 7 minuten na de melding naar de nokconstructie van het dak van twee woningen kunnen verspreiden.
- De metalen afdekplaat die de brede houten nokconstructie afdekte, sloot aan de onderzijde niet aan op het dak. Hierdoor kon het vuur zich vanaf het dak naar het hout van de nokconstructie verplaatsen.
- Door de toepassing van triple glas en het feit dat het raam in de voorgevel gesloten was, heeft er geen branddoorslag van buiten naar binnen plaatsgevonden bij woning nr. 42. Als het raam wel open had gestaan, was dit zeer waarschijnlijk wel gebeurd.
- Door de aanwezigheid van het triple glas is de brand minder snel uitslaand geworden dan wanneer de ramen glas met minder lagen hadden gehad.
- Doordat de houten nokconstructie over de gehele lengte van het woningblok aaneengesloten doorloopt, onder de afdekplaat een open ruimte aanwezig is en de metalen afdekplaat die over de nok heen is aangebracht voorkwam dat de energie van de brand weg kon stromen, heeft de brand zich relatief makkelijk over de nok kunnen verspreiden.
- De geperste houten wand- en plafondafwerking in de keuken heeft bij de brandontwikkeling in de keuken een rol gespeeld.

- Door het plaatsen van de nieuwe gevel- en dakelementen over de bestaande woning heen zijn er holle ruimten ontstaan. Ter plaatse van de woningscheidende constructies waren op diverse plekken (kleine) open verbindingen aanwezig waarlangs in eerste instantie de rook en later het vuur zich naar de aangrenzende woningen heeft kunnen verplaatsen. Geadviseerd wordt om aanvullend onderzoek te laten uitvoeren om vast te kunnen stellen of met dit traject een wbdbo van 30 minuten is gerealiseerd.
- De geconstateerde tekortkomingen in de brandwerende scheidingsconstructies waarmee de benodigde wbdbo 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.
- Er zijn meerdere trajecten geïdentificeerd waar langs de brand- en/of rookverspreiding kan hebben plaatsgevonden. Er zijn twee trajecten waarvan het vrijwel zeker is dat daarlangs branduitbreiding heeft plaatsgevonden: via de nokconstructie en ter plaatse van wand- en dakconstructie bij het voormalige schoorsteenkanaal. Omdat een groot deel van de getroffen woningen volledig is gesloopt, kan niet worden uitgesloten dat er ook branduitbreiding via andere trajecten heeft plaatsgevonden. Voordat er sprake was van branddoorslag, heeft er via het beschreven traject rookverspreiding plaatsgevonden.
- In de energiemodule die aan de voorzijde tegen de woning is geplaatst zit op ongeveer 2 meter hoogte de opening waardoor de verse lucht voor de woning wordt aangezogen. Als rook langs deze opening stroomt, wordt die de woning ingezogen. Of dit tijdens dit incident ook daadwerkelijk heeft plaatsgevonden is niet bekend. In vergelijking met een ventilatiesysteem waarbij lucht van buitenaf via een ventilatierooster de ruimte in stroomt, zal het aanzuigen van rook bij de energie-unit direct voor rookverspreiding naar alle verblijfsruimten zorgen. Er is geen voorziening in de unit aanwezig die detecteert wanneer er rook aangezogen wordt.

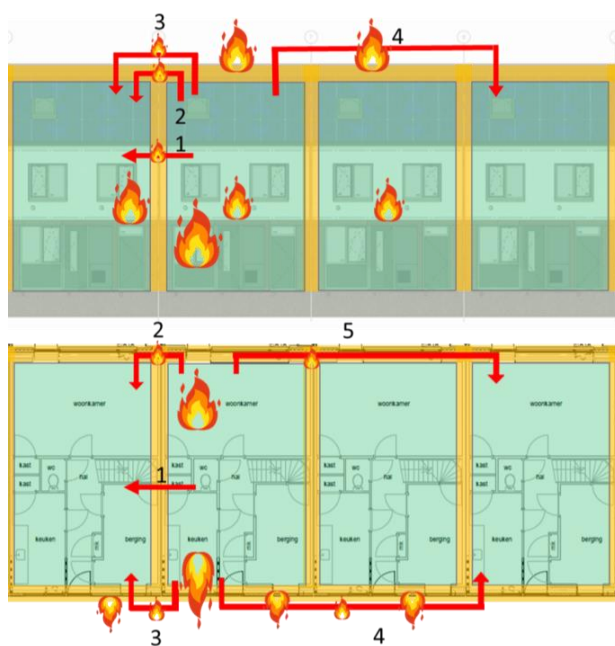
Gebouw-, omgeving- en interventiekenmerken

- De snelle rookverspreiding via de gevel-, wand- en dakconstructie heeft op de zolders van de aan woning nr. 44 grenzende woningen gezorgd dat er zodanig slechte condities aanwezig waren dat veilig repressief optreden volgens de beoordeling van de brandweer niet mogelijk was. De bouwregelgeving die van toepassing was op verbouw van woningen en de bestaande bouw houdt nauwelijks rekening met rookverspreiding bij brand. De rookwerendheid wordt bepaald op basis van het criterium vlamdichtheid met betrekking tot afdichting. Relatief koude rook mag zich direct verspreiden naar de aangrenzende brandcompartimenten.
- Een combinatie van luchtdicht bouwen, de dikte van de gevel- en de dakconstructie, het triple glas in de kozijnen, de toegepaste isolatiewaarde en de toegepaste bouwmaterialen heeft ervoor gezorgd dat er sprake was van zeer veel rookontwikkeling (onder andere doordat de brand in enkele woningen een tekort had aan zuurstof en zich niet verder kon ontwikkelen). Er was sprake van een ventilatie gecontroleerde brand met veel rookontwikkeling.
- Door de extra gevel- en dakelementen die op de woning zijn geplaatst, kon de brand zich binnen in de gebouwconstructie verspreiden. De dikte van de constructie en de mate waarin de woning geïsoleerd was, maakten het moeilijk om van buitenaf met een warmtebeeldcamera waar te nemen tot waar er branduitbreiding had plaatsgevonden.
- De brand heeft plaatsgevonden in een huizenblok dat gesitueerd is aan een gedeelte van de straat dat niet met redvoertuigen bereikt kan worden. Dit heeft ertoe geleid dat het maar aan één zijde van het huizenblok mogelijk was om enkele woningen van de brand verwijderd de nok open te breken om verdere branduitbreiding zoveel mogelijk te voorkomen en om de zonnepanelen te kunnen verwijderen en daarna preventief een stoplijn in het dak te kunnen zetten.

- De brand onder de metalen afdekplaat op het dak kon niet vanaf de straat worden bestreden. Dit was alleen mogelijk op de locaties waar met de hoogwerker het dak kon worden bereikt.
- De brandbare materialen waaruit de nieuwe gevelelementen zijn opgebouwd (spaanplaat en PS-isolatie) hebben bijgedragen aan de enorme rookontwikkeling die heeft plaatsgevonden. Dit vergroot de kans op het ontstaan van een rookgasexplosie (die ook daadwerkelijk heeft plaatsgevonden) wat een groot risico vormt voor de brandweer.
- De toegepaste gevel- en dakconstructie heeft het mogelijk gemaakt dat de brand zich snel naar de aangrenzende woningen heeft verplaatst en bovendien niet goed bereikbaar was voor de brandweer.
- De constructie met nieuwe dakelementen blijkt er in de praktijk voor te zorgen dat het dak minder snel of niet bezwijkt, wat bij soortgelijke woningen zonder nieuwe dakelementen wel het geval zou zijn. Als een dakconstructie deels is bezweken, kan een brand beter van buitenaf worden bestreden.
- Het triple glas in de kozijnen heeft ervoor gezorgd dat het langer duurde voordat de brand via een raamopening uitslaand kon worden. Door het triple glas was het voor de brandweer ook moeilijker om vanaf een veilige plek het glas in te gooien.
- Door de zonnepanelen op het dak was het niet goed mogelijk om het brandende dak met water te bereiken
- De toegepaste bouwmaterialen en de detaillering van de gevel- en dakconstructie zijn van grote invloed geweest op de brandontwikkeling en het brandverloop.

Bouwregelgeving

- Aan de branduitbreidingstrajecten via de gevel- en dakconstructie worden in de huidige bouwregelgeving geen eisen gesteld, zolang de brand binnen de tijdsduur van de geldende wdbbo-eis vanuit een ruimte in het brandcompartiment niet via branddoorslag of brandoverslag terecht komt in een ruimte van een ander brandcompartiment. Op basis van de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit 2012 is het wel toegestaan dat een uitslaande brand zich vanuit een ruimte in de woning via de gevel- en dakconstructie uitbreidt tot het gehele huizenblok, zolang de brand maar niet in een van de ruimtes van een van de andere woningen in dat huizenblok terecht komt. In de onderstaande figuur zijn deze branduitbreidingstrajecten weergegeven in een vooraanzicht en de horizontale doornede van enkele woningen. Zoals zichtbaar is, kan branddoorslag ook plaatsvinden naar een woning die niet direct grenst aan de woning waarin de brand is ontstaan. Door de nieuwe schil die over een bestaand woningblok heen is gezet, is een situatie ontstaan die hier extra gevoelig voor is.



Figuur 95 Mogelijke trajecten van branduitbreiding

- De brandveiligheidsvoorschriften uit het Bouwbesluit 2012 die van toepassing waren op het moment dat de nieuwe buitenschil is gebouwd, stellen alleen indirecte voorschriften voor het beperken van rookverspreiding, namelijk via de het criterium E Vlamdichtheid. Er gelden geen eisen die de verspreiding van koude rook beperken of voorkomen tussen verschillende (sub)brandcompartimenten. Door het luchtdicht bouwen zijn er minder uitstroopeningen waarlangs overdruk veroorzaakt door een brand naar buiten kan. Dit kan de mate waarin er rookverspreiding plaatsvindt naar de andere woningen vergroten, omdat de woningen onderling niet luchtdicht zijn. In de onderstaande figuur zijn deze rookverspreidingstrajecten weergegeven in een vooraanzicht en de horizontale doornede van enkele woningen.



Figuur 96 Mogelijke trajecten van rookverspreiding

- Er gelden geen eisen voor zonnepanelen op daken die voorkomen dat de brand zich via of onder de panelen langs over meerdere woningen kan verspreiden. Zonnepanelen zijn nog niet opgenomen in de bepalingsmethode van de wbdbo (NEN 6068).
- Om te voorkomen dat brand zich snel over een geveloppervlak kan verspreiden, geeft het Bouwbesluit eisen voor de brandklasse van de gevel (brandklasse B als randvoorwaarde bij een brandoverslagtraject tussen twee compartimenten (NEN 6068) of brandklasse D). Uit deze casus blijkt dat de energie waarmee de buitenzijde van de gevel wordt belast vele malen groter is als de energie waarmee de brandklasse van de gevelconstructie wordt beoordeeld. De testmethode uit NEN 6068 komt niet overeen met de praktijk. De casus laat zien dat de toegepaste gevelconstructie met brandklasse B in de praktijk toch een ongewenste bijdrage levert aan de branduitbreiding via de buitenzijde van de gevelconstructie. Er is bewust gekozen voor de term branduitbreiding via de buitenzijde van de gevel, omdat het PS achter de gevel tot ontbranding is gekomen door de energie die van buitenaf op de gevel terecht is gekomen. Dit is een ander traject dan een branddoorslagtraject vanuit de keukens via de binnenzijde van de gevelconstructie.
- In de nieuwe gevel- en dakconstructie zijn veel brandbare materialen toegepast, waaronder spaanplaat en PS-isolatie. Als de PS-isolatie en de spaanplaat voldoende worden opgewarmd, zullen ze gaan vergassen (pyrolyseren). Uit onderzoek van Veerman (2017) blijkt dat PS al boven de 124 °C begint te versmelten. Boven de 380 °C neemt de zichtbare hoeveelheid rook (pyrolyseproduct) toe; de ontledingssgassen bleken al met een temperatuur van 22 °C explosief tot ontbranding te kunnen komen. Door grote hoeveelheden PS-isolatie en spaanplaat in de gebouwconstructie neemt de kans toe dat een rookgasexplosie ontstaat. Doordat het Bouwbesluit geen eisen stelt aan de branduitbreiding via de gevel-

en dakconstructie (mits aan de wdbbo tussen de woningen wordt voldaan), neemt door het toepassen van bepaalde brandbare materialen in deze constructies de mate van rookontwikkeling toe. Als deze rook in de woning of de constructie van de woning terechtkomt, ontstaat hierdoor een extra groot risico voor de brandweer als er in de woning opgetreden moet worden.

- Uitgangspunt van de bouwregelgeving is dat ramen en deuren in een gevel bij brand gesloten zijn. In de praktijk kunnen ramen van woningen echter openstaan. Als het raam bij de brand wel open had gestaan, dan had de brand naar binnen kunnen slaan. Door het open raam zou de wdbbo in dat geval tenietgedaan zijn.
- De huidige brandveiligheidsvoorschriften zijn naar mening van de schrijvers van dit rapport onvoldoende duidelijk wat betreft de wdbbo-eisen ter plaatse van de nieuw aangebrachte schil over het gebouw heen. De onderzoekers hebben in dit rapport uitgelegd dat naar hun oordeel het bestaande deel van de wandconstructie tussen de woningen een wdbbo moet hebben van ten minste 20 minuten en het gedeelte dat vergroot of verbouwd wordt een wdbbo van ten minste 30 minuten.

Omgevingsvergunning

- In de details die bij de aanvraag om omgevingsvergunning zijn ingediend, is de ruimte tussen de oude gevel en de nieuwe gevelelementen volledig opgevuld met minerale wol. In de praktijk blijkt de spouw niet volledig opgevuld. De spouw is ook niet alleen bij de transportzone van de leidingen opgevuld zoals tekstueel is aangegeven bij de details van de aanvraag. Er is alleen minerale wol aangebracht ter plaatse van de gevelelementen van de begane grond en de eerste verdieping en ter plaatse van de woningscheidende wandconstructie. Het gevelelement is tussen de spaanplaten opgevuld met PS-isolatie in plaats van minerale wol zoals in de details van de aanvraag staat. Tijdens de bouw is er veel aandacht besteed aan het voorkomen van branduitbreiding, waaronder rookverspreiding via de spouw. Er is specifiek aandacht geweest voor het uitzakken van de ingesealde glaswolelementen en de steenwol die is toegepast ter plaatse van de kozijnen om branduitbreiding te voorkomen. Tijdens de brand heeft de rook zich toch via openingen in de spouwconstructie verplaatst naar de aangrenzende woningen. Dit zou bij een volledig met minerale wol opgevulde spouw niet of nauwelijks zijn gebeurd. Door het toepassen van PS-isolatie in het gevelelement is er bovendien meer brandstof beschikbaar geweest in de gevelconstructie. Daarbij pyrolyseert PS-isolatie al bij een relatief lage temperatuur en zorgt voor meer rookproductie dan minerale wol.
- De nokconstructie is anders uitgevoerd dan op de detaillering is aangegeven die hoort bij de bouwaanvraag. Bij de toegepaste nokconstructie heeft de brand meer ruimte en brandstof om zich te ontwikkelen en te verspreiden.

Tot slot

Er is een nieuwe schil over een reeds bestaande woning heen gezet. In vergelijking met nieuwbouw brengt dit tijdens de bouw meer moeilijkheden met zich mee als het gaat om het dichtmaken van een constructie. Tijdens het bouwproject is door het projectteam een adviesbureau ingezet om de detaillering ter plaatse van de brandscheidingen te beoordelen en om uitgebreid toezicht te houden tijdens de bouw. Na realisatie van de verbouwing is er nogmaals een inspectie uitgevoerd en zijn de geconstateerde tekortkomingen verholpen. Het is een verbouwproject geweest waarin veel aandacht is geweest voor de detaillering en aan het houden van toezicht op de daadwerkelijke uitvoering van de brandscheidingen. De schrijvers van dit rapport zijn positief verrast door het aantal inspecties dat in de praktijk blijkt te zijn uitgevoerd en de nauwkeurige registratie van de geconstateerde tekortkomingen met bijhorend advies en de registratie van de aanpassingen die op basis daarvan zijn uitgevoerd. Dit incident heeft inzichtelijk gemaakt dat het realiseren van brandscheidingen bij bestaande woningen waar een schil over bestaande woningen wordt aangebracht een uitdaging is en aandacht voor de detaillering cruciaal is als men brand- en zeker ook rookverspreiding wil voorkomen.

11. Beantwoording van de onderzoeksvragen.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de deelvragen en de hoofdvraag.

11.1 Deelvragen

1. Wat is de oorzaak van de brand?

Op basis van het brandonderzoek is de keuken van woning nr. 44 aangewezen als ruimte van ontstaan. De oorzaak van de brand kon niet meer worden vastgesteld.

2. Welke invloed hebben de gebouwkenmerken gehad op het brandverloop?

Er zijn drie factoren geïdentificeerd die een bepalende rol hebben gespeeld bij het brandverloop:

De nieuwe gevel- en dakconstructie die is ontstaan door het aanbrengen van de prefab gevel- en dakelementen.

- Er zijn in de gevel- en dakconstructie holle ruimten waarlangs de brand zich binnen de constructie heeft kunnen verspreiden.
- Er zijn op diverse plaatsen in de gevel- en dakconstructies van de aan elkaar grenzende woningen open verbindingen aanwezig waarlangs het vuur en/of de rook zich hebben kunnen verspreiden naar een aangrenzende woning.

De toegepaste brandbare bouwmaterialen

- Door het toepassen van brandbare constructieonderdelen zijn er meer mogelijke trajecten geweest waarlangs de brand zich door de gebouwconstructie heen heeft kunnen verspreiden.
- De PS-isolatie in de gevelconstructie heeft een grote bijdrage gehad aan de snelle branduitbreiding over de gevel.
- De spaanplaat en PS-isolatie produceren veel rook als deze bij een brand betrokken raken.

De aanwezigheid van zonnepanelen op de daken van de woningen.

- Door de aanwezigheid van de zonnepanelen op het dak heeft de brand zich via de brandbare dakbedekking extra snel uitgebreid over de buitenzijde van de dakconstructie.

3. Welke invloed hebben de gebouw- en omgevingskenmerken gehad op de brandbestrijding?

Er zijn vier factoren geïdentificeerd die een bepalende rol hebben gespeeld bij de brandbestrijding:

De gevel- en dakconstructie

- De gevel- en dakconstructie (inclusief de zonnepanelen) heeft eraan bijgedragen dat de brand van buitenaf moeilijk bereikbaar en te bestrijden was.
- Door de snelle brandontwikkeling over de gevel en dakconstructie werd de brandweer naast een aan de voor- en achterzijde uitslaande brand bij woning nr. 44 ook geconfronteerd met een brand op en in de gevels en/of het dak van woning nr. 42, 44 en 46.
- De grote rookproductie en de ongewenste snelle en grote hoeveelheid rookverspreiding naar de aangrenzende woningen hebben gezorgd voor een voor de brandweer onveilige situatie op de zolders van de aangrenzende woningen. Dit vanwege de kans op een (explosieve)rookontbranding. De brandweer heeft daarom bepaald dat veilig repressief optreden in deze woningen niet meer mogelijk was. Hierdoor kon geen stoplijn in deze woningen gecreëerd worden, voor zover dat met de aanwezige gevel- en dakconstructie überhaupt mogelijk zou zijn geweest.

De uitvoering van de brandscheidingen tussen de woningen

Op enkele punten voldoet de scheidingsconstructie tussen de woningen, die elk een brandcompartiment zijn, niet aan de benodigde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag.

De aanwezigheid van zonnepanelen op de daken van de woningen

- Door de zonnepanelen op het dak kon de brandweer het brandende dak onder de panelen niet goed blussen.

Geen opstelplaats nabij de woningen waarvan de bij de brand betrokken daken konden worden bereikt

- Het gedeelte van de straat waar het huizenblok zich bevond is autovrij. Er is geen straat aanwezig aan de voor of achterzijde van de woningen. Hierdoor konden de hoogwerkers (redvoertuigen) niet op een positie worden geplaatst waarvandaan de brand op het dak goed bestreden kon worden. De regelgeving stelt geen eisen aan de aanwezigheid van een opstelplaats voor een redvoertuig.

4. Voldoen de betreffende woningen aan het Bouwbesluit 2012 met betrekking tot de brandveiligheid?

De woningen voldoen niet op alle punten aan de van toepassing zijnde eisen uit het Bouwbesluit 2012:

- De scheidingsconstructies tussen de woningen, die elk een separaat brandcompartiment zijn, voldoen op enkele locaties zeer waarschijnlijk niet aan de wbdbo-eis van 30 (gewijzigde onderdelen) of 20 minuten (bestaande, ongewijzigde onderdelen).

Er is geen bepalingsmethode voor de weerstand tegen branddoorslag op het traject door de gevel- en/of dakconstructie. Het Bouwbesluit schrijft alleen voor dat een brand zich niet binnen een bepaalde tijdsduur (de wbdbo-eis) mag verplaatsen van een ruimte in het brandcompartiment waar de brand is naar de binnenzijde van een ruimte in een ander brandcompartiment. Op basis van het brandverloop kan niet worden vastgesteld of er aan de benodigde wbdbo-eis is voldaan. Op basis van een theoretische beoordeling, met onder andere waarnemingen door het brandweerpersoneel, het beeldmateriaal, het technische brandonderzoek op locatie en de beoordelingscriteria uit NEN 6068 als input, wordt verwacht dat de nieuwe gevel- en dakconstructie op de volgende locaties niet voldoet aan geldende eisen:

- De scheidingsconstructies ter plaatse van het voormalige schoorsteenkanaal. Wbdbo-eis 30 minuten.
- Ter plaatse van de open verbindingen in de gevelconstructie tussen de raamkozijnen van de aan elkaar grenzende woningen. Wbdbo-eis 30 minuten.
- De ongewijzigde woningscheidende wand ter plaatse van de open stootvoegen en ter plaatse van de openingen bij de oplegging van de houten vloer- en dakbalken in de woningscheidende wand. Wbdbo-eis 20 minuten.
- Ter plaatse van de balk die op het oude dak is aangebracht ter ondersteuning van de nieuwe dakelementen en over de woningscheidende wand heen ligt.
- Bij de woningen waarvan een zolder, die alleen via een vlioztrap te bereiken is, in gebruik is genomen wordt niet voldaan aan het Bouwbesluit 2012 met betrekking tot de vluchtroute.

11.2 Hoofdvraag

Hoe kon de woningbrand aan de Van Kinsbergenstraat 44 in Arnhem de verwoesting van vier woningen tot gevolg hebben?

- De huidige bouwregelgeving staat toe dat een brand zich vanuit een ruimte in een woning, via de gebouwconstructie van deze woning, naar de gebouwconstructies van meerdere aangrenzende woningen kan verspreiden. Dit is toegestaan onder voorwaarde dat de brand niet binnen de tijdsduur van de brandwerendheidseis (wbdb) die geldt tussen de brandcompartimenten van de woningen, in een ruimte van een van de andere woningen terechtkomt.
- De gevel- en dakconstructie (inclusief de zonnepanelen) die is ontstaan door het aanbrengen van nieuwe gevel- en dakelementen en voor een groot deel bestaan uit brandbare materialen, heeft ervoor gezorgd dat de brand zich heeft kunnen uitbreiden naar de aangrenzende woningen en van buitenaf moeilijk bereikbaar en te bestrijden was. Daarbij is geconstateerd dat de scheidingsconstructie tussen de woningen, die elk een brandcompartiment zijn, op enkele punten niet voldoet aan de benodigde wbdb.
- Door de ongewenste snelle en grote hoeveelheid rookverspreiding naar de aangrenzende woningen is er daar een onveilige situatie ontstaan vanwege de kans op een (explosieve)rookontbranding, waardoor de brandweer bepaald heeft dat veilig repressief optreden in deze woningen niet meer mogelijk was.
- Doordat er in de directe nabijheid van de brandende woningen geen opstelplaats aanwezig was waarvandaan de daken van de bij de brand betrokken woningen vanuit een hoogwerker konden worden bereikt, kon er van buitenaf geen stoplijn in het dak worden gemaakt. De regelgeving stelt geen eisen aan de aanwezigheid van een opstelplaats voor een redvoertuig.

12. Aanbevelingen

Op basis van de constatering uit hoofdstuk 10 en 11 worden een aantal aanbevelingen gedaan die mogelijk kunnen bijdragen aan het voorkomen van een soortgelijk incident.

Branduitbreiding beperken

- Aanbevolen wordt om in de gevel- en dakconstructie van woningen een fysieke barrière aan te brengen om branduitbreiding en met name ook rookverspreiding via deze constructieonderdelen te voorkomen.
- Aanbevolen wordt om bij de detaillering van de nokconstructie van het dak ook rekening te houden met de mogelijkheid van branduitbreiding via de buitenzijde van de woning.
- Geadviseerd wordt om bij daken van woningen die vol gelegd worden met zonnepanelen de adviezen toe te passen die worden gegeven in de *Handreiking Risicobeheersing: advies veilige PV-systemen* van Brandweer Nederland. Daarbij wordt geadviseerd om het traject van branduitbreiding via zonnepanelen op het dak op te nemen in NEN 6068.

Veiligheid van bewoners

- Aanbevolen wordt om bij woningen met mechanische ventilatiesystemen met maar één aanzuigpunt rookdetectie aan te brengen, waardoor het ventilatiesysteem wordt uitgeschakeld nadat er rook gedetecteerd is en een alarmsignaal hoorbaar is. Dit om te voorkomen dat er rookverspreiding kan plaatsvinden naar de verblijfsruimten, waaronder de slaapkamers. Als er geen detectie aanwezig is, kan een eenvoudige brand nabij het punt waar de verse lucht wordt aangezogen grote gevolgen hebben voor de personen die zich in de woning bevinden.
- Aanbevolen wordt om direct actie te ondernemen als geconstateerd wordt dat een zolder met vlizotrap in gebruik is genomen als verblijfsruimte. Maak inzichtelijk welke mogelijkheden er voor een verhuurder en/of gemeente zijn om hier actie op te ondernemen.
- Dit incident heeft nogmaals inzichtelijk gemaakt dat rookverspreiding in een woning razendsnel kan gaan. Het is van belang dat een brand in een zo vroeg mogelijk stadium wordt ontdekt. Om een hoger niveau van brandveiligheid te realiseren in woningen, wordt al door Brandweer Nederland en de Nederlandse Brandwondenstichting geadviseerd om aanvullend branddetectie aan te brengen in de ruimten waarin geslapen wordt en risicoruimten zoals de keuken. Zie www.rookmelders.nl.

Bouwregelgeving

- De huidige brandveiligheidseisen uit het Bouwbesluit zijn voor een deel gebaseerd op aannames, consensus (Nen-normen) en vereenvoudigde bepalingsmethoden. De praktijk, bijvoorbeeld dit incident, laat zien dat deze niet altijd overeenkomen met de werkelijke omstandigheden tijdens een brand. De gevelconstructie voldoet bijvoorbeeld aan de geldende eisen met betrekking tot het beperken van branduitbreiding, maar dit incident heeft laten zien dat in de praktijk toch een razendsnelle en ongewenste branduitbreiding via de gevelconstructie kan plaatsvinden. Geadviseerd wordt om brandveiligheid niet alleen theoretisch te benaderen, maar om de ervaringen van praktijkincidenten mee te nemen. Het gevaar van brandbare materialen in een gevelconstructie is al lang bekend. Bij deze brand heeft niemand ernstige lichamelijke verwondingen opgelopen, maar als de brand op een ander tijdstip had plaatsgevonden mogelijk niet.

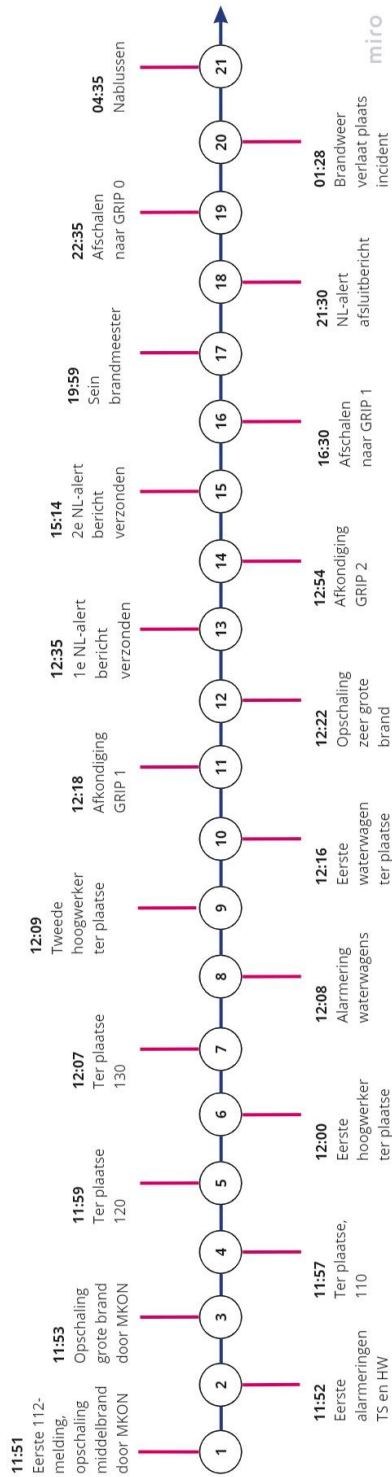
Toezicht en handhaving

- De verbouweisen gelden alleen voor het gedeelte van de woning dat wordt vernieuwd, veranderd of vergroot. Hierdoor is er alleen aandacht voor en toezicht op de nieuw aangebrachte delen, terwijl mogelijk cruciale voorzieningen in het bestaande gedeelte waar niks aan gedaan wordt niet op orde zijn of in orde worden gemaakt.

Landelijke ondersteuning bij complexe onderzoeken

- Tijdens het brandonderzoek en het schrijven van deze rapportage is gebleken dat er sprake is geweest van een complex incident als het gaat om het in kaart brengen van alle factoren die van invloed zijn geweest op het verloop ervan. Zo blijkt de bouwregelgeving op bepaalde onderdelen helemaal niet zo duidelijk te zijn als van tevoren werd gedacht en blijken diverse experts op onderdelen verschillend te interpreteren hoe de regels moeten worden toegepast of uitgelegd.
- Vanwege onder andere de vraag welke maatregelen er mogelijk noodzakelijk zijn om een soortgelijke situatie bij een volgende brand te voorkomen, is het niet mogelijk geweest om maanden te werken aan dit onderzoek. Dit onderzoek heeft de grens bereikt of is zelfs over de grens heen gegaan van wat het team brandonderzoek van brandweer Gelderland-Midden aan kan. Aanbevolen wordt om te zorgen voor landelijke ondersteuning die ingezet kan worden als er sprake is van een incidentonderzoek dat naar verwachting een te grote klus is voor het team brandonderzoek van een regio, en waarbij het vermoeden bestaat dat er op landelijk niveau van kan worden geleerd of waarbij een kortere doorlooptijd van het onderzoek gewenst is. Hiermee kan ook voorkomen worden dat een regio een brand minder uitgebreid onderzoekt dan wenselijk is.

Bijlage 1 - Tijdlijn



miro

Bijlage 2 - Uitgebreide beschrijving gebouwconstructie

Bestaande situatie voor de renovatie

De buitenschil

Het binnen en buitenspouwblad van de gevels bestaat uit metselwerk. De spouw is opgevuld met PS-isolatie. De kozijnen zijn van hout. Op enkele plaatsen, zoals bij de berging, is aan de buitenzijde hout aangebracht. Het dak is niet geïsoleerd en bestaat uit een houten dakbeschot met panlatten en dakpannen. Het dak rust op houten gordingen.

Nieuwe buitenschil

In deze paragraaf wordt de nieuwe buitenschil van de woningen beschreven. Dit wordt gedaan op basis van de beschikbare documenten over de verbouwing, waaronder het uitgevoerde toezicht op de brandpreventieve voorzieningen en de daadwerkelijk ter plaatse aangetroffen situatie.

De woningscheidende wand

De woningscheidende wandconstructie bestaat uit twee gemetselde wanden met daartussen een open spouw. De houten balken van de verdiepingsvloeren en de dakconstructie zijn opgelegd en ingemetseld in de wandconstructie. Deze wand is aan de zijde van de verblijfsruimten voorzien van stucwerk. Ter plaatse van de woningscheidende wand tussen de keuken en de berging van de aangrenzende woning is bij de zwarte witte arcering op de tekening een wandconstructie gerealiseerd van hout, die aan de zijde van de berging voorzien is van brandwerende beplating.

Op de zolder zit geen stucwerk op te wanden ter plaatse van de 'oksels' van de dakconstructie waar het dak en de vloerconstructie naar elkaar toe lopen. Ook is ook geen stucwerk aanwezig bij de vloerconstructie. Er zijn openingen aanwezig ter plaatse van de stootvoegen in het metselwerk en ter plaatse van de vloerbalken, zoals in figuur 97 zichtbaar is. Er is niet vastgesteld of de houten vloerbalken van de verschillende woningen aan elkaar gekoppeld zijn of niet.



Figuur 97 Openingen ter plaatse van de stootvoegen in metselwerk in bij de ingemetselde vloerbalken

Raamconstructie

In de voor- en achtergevel zitten kunststof kozijnen met triple-glas. De voordeur is van hout, net als het kozijn van het zolderraam. Bij alle ramen is er tripleglas toegepast. De spouw is afgetimmerd met een MDF-beplating. Zie figuur 98.



Figuur 98 Raamconstructie met en zonder spouwaftimmering

Aan de bovenzijde van de afwerking zit een ventilatierooster waarop het ventilatiekanaal is aangesloten. Via dit ventilatiekanaal wordt lucht de kamer in geblazen. Rondom het kozijn is de spouw dichtgezet met steenwolisolatie. Bij het keukenraam zit hout ter plaatse van de bovendorpel. In de steenwol en in het hout zit een opening voor het ventilatiekanaal. Zie figuur 99. Uit de rapporten van NRI blijkt dat de spouw rondom de kozijnen ook dicht is gezet met steenwol om branduitbreiding richting de spouw en branduitbreiding vanuit de spouw te voorkomen.



Figuur 99 Ventilatierooster aan de bovenzijde in de aftimmering

Opbouw dakconstructie

De dakconstructie bestaat uit geprefabriceerde dakelementen die op de bestaande dakconstructie zijn gelegd, waar de dakpannen vanaf zijn gehaald. Elk dakvlak bestaat uit twee dakelementen.

Aan de voorzijde van de woning is het dak voorzien van een tuimeldakraam met tripleglas. Het dakraam heeft een ventilatierooster dat handmatig open of dicht kan worden gezet.

In figuur 100 zijn twee foto's weergegeven van de dakconstructie zoals deze op de locatie is aangetroffen. De constructieonderdelen zijn genummerd. Onder figuur 100 worden deze constructieonderdelen beschreven.



Figuur 100 Detail doorsnede dakconstructie en twee foto's van de aangetroffen situatie

Beschrijving van de dakconstructie van buiten naar binnen.

1. Zonnepanelen (polykristallijn)
2. Luchtspouw met bevestigingspunten zonnepanelen
3. EPDM-dakbedekking
4. Spaanplaat groen 18 mm
5. Luchtspouw geventileerd circa 28 mm
6. Twee lagen glaswol (120+140 mm)
7. Houten sporen van 30 x 270 mm
8. Dampremmende folie
9. Houten lat voor bevestiging dakpanelen
10. Panlat
11. Tengel
12. Folie
13. Dakbeschot hout circa 19 mm

De onderdelen 4 t/m 8 vormen samen het prefab dakelement van Emergo. In dit dakelement is een zone vrijgehouden voor de kunststofbuis met daarin de bekabeling van de PV-installatie en een ventilatiekanaal. Zie figuur 101.

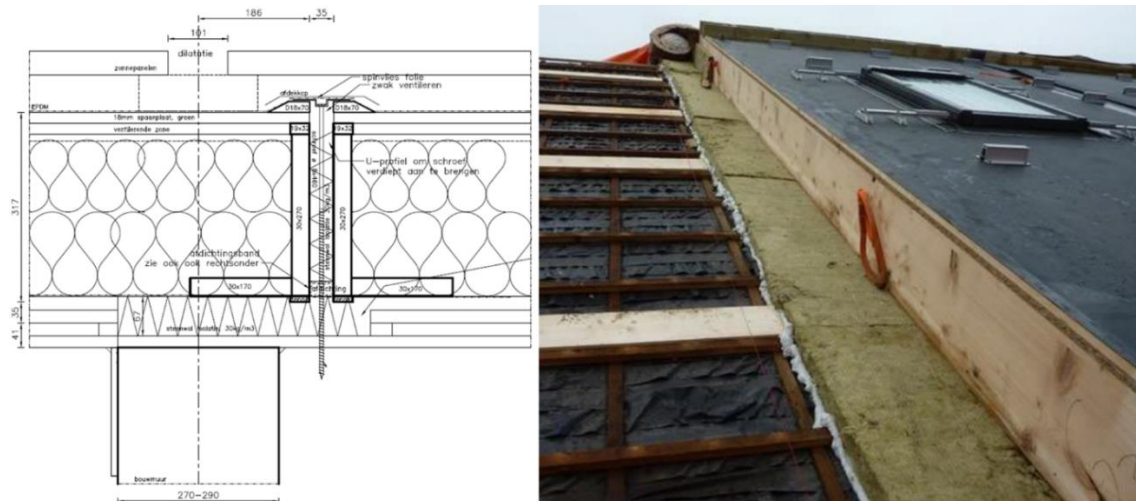


Figuur 101 Ventilatiekanaal en buis met kabels PV-installatie in dakconstructie

Dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende wandconstructie

In figuur 102 staan het detail van de dakconstructie ter plaatse van de woningscheidende wand en een foto gemaakt van de dakconstructie tijdens de montage weergegeven. In de notitie Beoordeling brandveiligheid van NRI (kenmerk N141127AD.001.001/6969 d.d. 6 februari 2017) staat dat de panlatten zijn verwijderd op de locatie waar de steenwol is geplaatst. De aansluiting tussen het dakbeschot, de gordingen en de woningscheidende

wandconstructie is aan één zijde van de wandconstructie dichtgezet met een plaat Promatect die op de wand is geschroefd, waarbij de naden zijn dicht gekit met een brandwerende kit. Zoals in figuur 102 zichtbaar is, ligt de aansluiting van twee dakelementen net naast de woningscheidende wandconstructie. Er is bij een van de woningen waargenomen dat er toch een houten balk, tussen de steenwolisolatie en het dakelement, over de woningscheidende wand heen loopt.



Figuur 102 Dakdetail Emergo 30-10-2015, brandwerende plaat bij wandconstructie is aanvullend ingetekend en foto Notitie NRI 23-11-2015

De aansluiting tussen de prefab dakpanelen ligt niet op de woningscheidende wandconstructie, maar er net naast. Er zit tussen de panelen een ruimte tussen van circa 45 mm; deze is ter plaatse van de woningscheidende wand opgevuld met steenwol. Zie figuur 103. De steenwol is aan één zijde van de ruimte tussen de elementen voorzien van een laag schuim (vermoedelijk purschuim). De afstand tussen de houten balken (sporen) van de dakelementen lijkt groter te zijn dan de dikte van de steenwol die ertussen is geplaatst. Boven de steenwol is ongeveer 11 cm ruimte tot de buitenzijde van het dakelement. De opening is aan de bovenzijde van het dakelement afgedekt met een spinningsfolie met daaroverheen een metalen afdekkap. Volgens de aannemer is het oude dakbeschot ter plaatse van de woningscheidende wand verwijderd. Bij het gedeelte van het dak dat tijdens de brand is opengemaakt, is geconstateerd dat dit ook daadwerkelijk het geval is.



Figuur 103 Isolatie bij de aansluiting dakelementen ter plaatse van de woningscheidende wandconstructie

In figuur 104 is de aansluiting zichtbaar ter hoogte van de dakgoot. Ter plaatse van de dakgoot is de kopse kant van het dakelement niet opgevuld met isolatie. Dit gedeelte zit niet boven een woningscheidende wand. In de sporen van beide dakelementen zit een opening. Op deze locatie staan de dakelementen van twee aangrenzende woningen met elkaar in open verbinding.



Figuur 104 Aansluiting van twee dakelementen ter plaatse van de dakgoot

Dakconstructie ter plaatse van het oude schoorsteenkanaal

Voordat de nieuwe dakelementen zijn geplaatst, is het gedeelte van het schoorsteenkanaal dat boven het dak uitsteekt verwijderd, zoals zichtbaar is in figuur 105. In figuur 106 wordt de opbouw van de dak- en wandconstructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal weergegeven zoals deze bij woning nr. 38 is aangetroffen. In figuur 108 is de constructie zichtbaar ter plaatse van woning nr. 40.



Figuur 105 Verwijderde schoorsteenkanalen ter plaatse van de woningscheidende wand. Bron: Notitie Nieman, 26 januari 2017



- A Metselwerk woning 1
- B Metselwerk woning 2
- C Plaat multiplex
- D Houten spoor van de prefab dakconstructie
- E Steenwol (niet gelijmd o.i.d.)
- F Houten gordingen
- G Houten dakbeschot
- H Promatect plaat geschroefd

Figuur 106 Scheidingsconstructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal bij woning nr. 38

In figuur 106 is zichtbaar dat de opening in de woningscheidende wand van woning nr. 40, die ontstaan is als gevolg van het verwijderen van het schoorsteenkanaal, is opgevuld met steenwol. Dit steenwol is niet extra gefixeerd door bijvoorbeeld een brandwerende coating aan te brengen. De uitvoering van de constructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal blijkt per woning te kunnen verschillen. Bij woning nr. 38 is een groter gedeelte van het schoorsteenkanaal verwijderd dan bij woning nr. 40. In figuur 107 is zichtbaar dat de opening in de woningscheidende wandconstructie is opgevuld met metselwerk en in figuur 108 is zichtbaar dat er bij deze woning een minder groot gedeelte van het schoorsteenkanaal is verwijderd. Er zit ter plaatse van het schoorsteenkanaal geen dakbeschot. Op enkele locaties zit er geen wandconstructie van metselwerk tussen beide woningen, maar alleen een stuk steenwol. Zie figuur 106. Op andere punten zit enkelsteens metselwerk in plaats van dubbelsteens met een luchtsponw, zoals bij de rest van de wandconstructie.



Figuur 107 Opening in wandconstructie is dichtgezet met metselwerk. Bron: Foto NRI N141127D.001/1682 23-11-2015



Figuur 108 Scheidingsconstructie ter plaatse van het schoorsteenkanaal bij woning nr. 40

Dakraam

Aan de voorzijde van de woning is het dak voorzien van een tuimeldakraam met triple glas. Het dakraam, dat geopend kan worden, is voorzien van een ventilatierooster.

De nokconstructie

Op de prefab dakpanelen is een houten constructie aangebracht. Een spinvliesfolie dekt de aansluiting tussen de prefab dakpanelen af. De constructie wordt afgedekt door een gezet nokstuk van metaal, dat aan de houten constructie is bevestigd. Zie figuur 109 en 110.



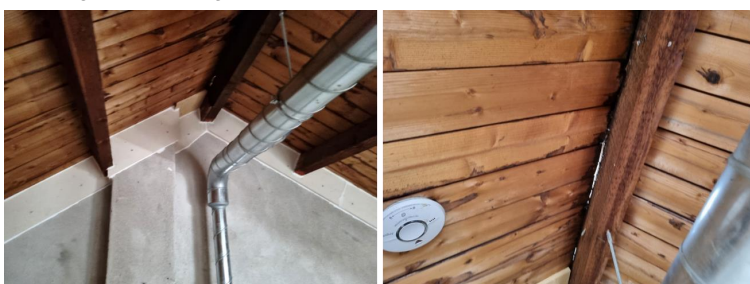
Figuur 109 Nokconstructie

De dakelementen van de verschillende zijden van het dak liggen in de nok op circa 30 mm van elkaar af. De ruimte tussen de dakelementen is opgevuld met glaswol tot net onder de bovenzijde van elk dakelement.



Figuur 110 Foto's van aansluiting dakpanelen in de nok

Aan de binnenzijde van de woningen is de afwerking van de dakvlakken van de zolder verschillend. Er zijn ook woningen waar door de bewoners een (slaap)kamer is gemaakt op de zolder. Het is niet van elke woning bekend hoe de afwerking was, omdat deze woningen tijdens de brand zijn gesloopt. Er is voor dit rapport besloten hier geen nader onderzoek naar te doen. Bij woning nr. 38 en nr. 40 was het dakbeschoot niet afgetimmerd. In figuur 111 is zichtbaar dat er een brandwerende plaat is aangebracht tegen de woningscheidende wand, afgewerkt met kit. Aan de bovenzijde van de nokgordingen zit ruimte tussen het dakbeschoot en de gording. Ter plaatse van de nok is zichtbaar dat er ook een opening aanwezig is tussen het dakbeschoot en de nokgording. Op meerdere plaatsen zijn openingen aanwezig in het houten dakbeschoot van het oude dak. Zie figuur 111 en 112.



Figuur 111 Nok gezien vanaf de binnenzijde van de zolder van woning nr. 38



Figuur 112 Ruimte tussen de gording en het dakbeschot en ruimte tussen het hout van het dakbeschot

Doorvoeringen in de dakconstructie

In de nok van het dak zit onder de afdekplaat een rode flexibele kunststofbuis die door de dakconstructie heen voert. Zie rode cirkel met nummer 2 in figuur 113. Deze buis voert door de glaswol isolatie van de dakconstructie heen. Hoe de glaswol aansluit op deze leiding is niet bekend. Via deze buis wordt de bekabeling van de zonnepanelen de woning in geleid. De buis komt uit in de ruimte voor leidingen tussen het nieuwe dakelement en de oude dakconstructie, loopt door in de spouw van de gevelconstructie en komt uit in de energiemodule aan de voorzijde van de woning.

In elke woning zit net onder de nok van het dak onder een zonnepaneel een grijze pvc-buis die door de dakconstructie heenvoert en via de binnenzijde van de zolder een leidingschacht in gaat. Deze leiding is aangebracht ten behoeve van de beluchting van de riolering. Zie de rode cirkel met nummer 1 in figuur 113



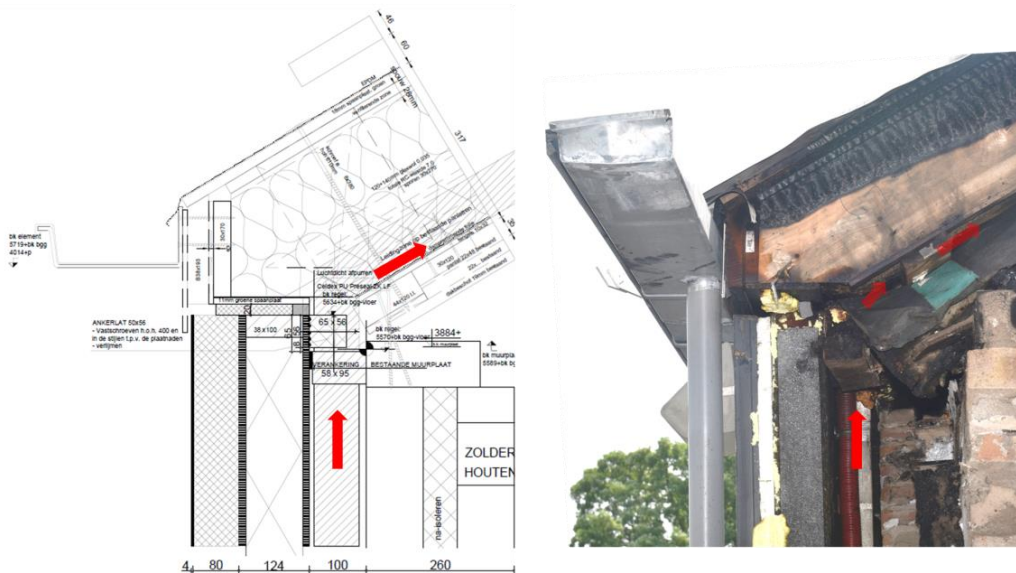
Figuur 113 Doorvoeringen in de dakconstructie



Figuur 114 Doorvoeringen in en door de dakconstructie heen

Aansluiting nieuwe dak- en gevelconstructie

Door de uitgevoerde sloopwerkzaamheden is bij een van de woningen de aansluiting tussen de gevel en de dakconstructie zichtbaar geworden. Dit geeft mogelijk geen compleet beeld, omdat er materialen verplaatst kunnen zijn als gevolg van de sloopwerkzaamheden. In figuur 115 is de aangetroffen situatie weergegeven naast het detail van de aansluiting van de gevel op de dakconstructie. Met rode pijlen is het traject weergegeven waar een open verbinding is tussen de open spouw van de gevel en de open spouw tussen het oude dak en de nieuwe dakpanelen.

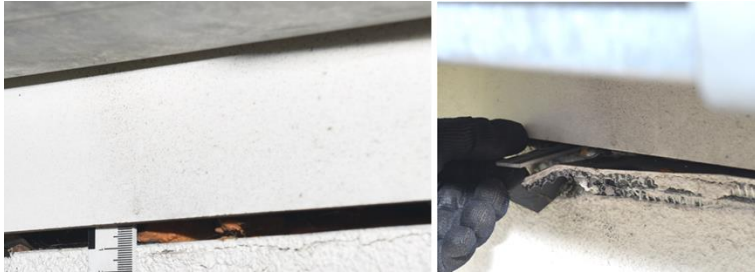


Figuur 115 Detail aansluiting gevel-dak (bron: Dura Vermeer 15-4-2016) en het daadwerkelijke detail

Bij de doorvoering van de rode flexibele buis en het ventilatiekanaal door de houten balken, waarmee de nieuwe gevel aan de bestaande gevel is vastgemaakt, is een onbekend soort schuim zichtbaar. Vermoedelijk is dit aangebracht om de doorvoering dicht te zetten.

Zichtbaar is dat er een houten balk, volgens het detail 44 x 120 mm, over de steenwol en de brandscheiding heen loopt. Dit is in afwijking van de details. Hierdoor ontstaat er een open verbinding tussen de spouwen in het dak van de woningen.

Als isolatie tussen het gevelement en het dakelement is purschuim aangebracht, dat in werkelijkheid over een minder groot oppervlak aangebracht is dan op het detail staat aangegeven. Het boeiboord sluit in tegenstelling tot het detail de naad tussen het gevelement en het dakelement niet af. Zie figuur 116. Tijdens het brandonderzoek kon bij een van de woningen waarin geen brand is geweest een liniaal van circa 30 cm zonder enige weerstand door de opening tussen het boeiboord en het gevelement gestoken worden.



Figuur 116 Opening tussen boeiboord en gevelement

De zolder

De zolder is bij de meeste woningen te bereiken via een vlizotrap, zoals in figuur 117 is weergegeven.



Figuur 117 Geopende vlizotrap naar de zolder

Bij woning nr. 42 en nr. 48 was er volgens de blusploegleden een vaste trap aanwezig naar de zolder. Het middelste gedeelte van de zolder heeft een houten vloer, al dan niet voorzien van een vloerbedekking. De gedeeltes van de zolder die te laag zijn om aangewezen te zijn als gebruiksoppervlakte, zijn niet voorzien van een houten vloer. Daar is de balklaag zichtbaar en het plafond van de kamer eronder. Dit gedeelte kan open zijn of dicht zijn gezet. Ook zijn er zolders die volledig afgetimmerd zijn en/of in gebruik zijn als slaapkamer, zoals bij woning nr. 44 het geval was. Zie figuur 118.



Figuur 118 Verschillen in afwerking van de zolder. Bron laatste foto: NRI

Bij een van de woningen is geconstateerd dat er een open verbinding aanwezig is bij de nokgording. Er kan daglicht gezien worden, omdat het isolatiemateriaal tussen de nieuwe dakpanelen tijdens de brandbestrijding is verwijderd. Zie figuur 111.

De energiemodule

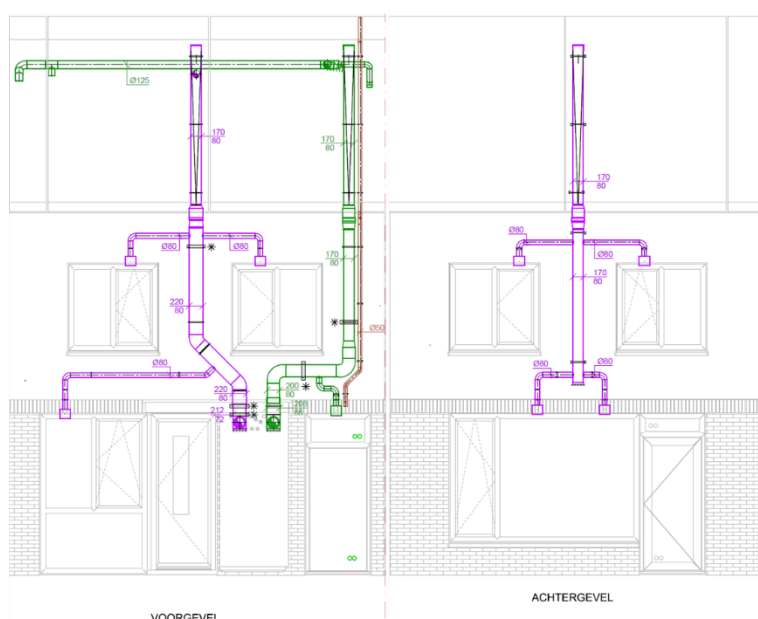
In de energiemodule die aan de voorzijde tegen de woning is geplaatst, zitten de lucht/water warmtepomp voor verwarmings- en tapwater, het gebalanceerde ventilatiesysteem met warmte-terugwininstallatie (WTW), de stroomomvormer voor de zonnepanelen en het monitoringssysteem. Zie figuur 119.



Figuur 119 Energiemodule aan de voorzijde van de woning

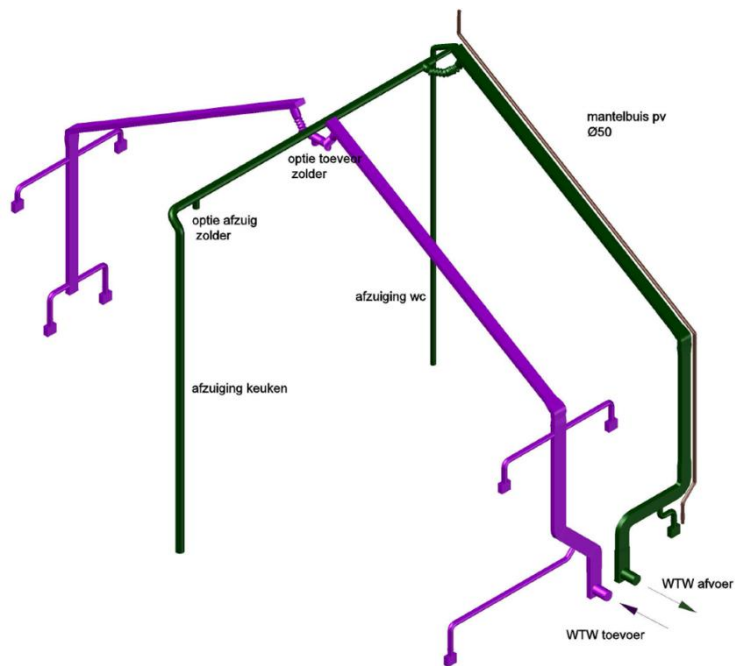
Het ventilatiesysteem

Elke woning is voorzien van een eigen mechanisch ventilatiesysteem. De toe- en afvoeropeningen van het systeem bevinden zich in de energiemodule. De ventilatiekanalen zijn van tevoren in de prefab gevel- en dakelementen aangebracht. Via de voorgevel wordt de toevoerleiding omhoog geleid. Ter hoogte van de bovenzijde van de ramen in de kamers is er een aftakking richting het ventilatierooster dat voor de bovendorpel van het kozijn zit. De toevoerleiding wordt van de ene zijde van de woning naar de andere zijde geleid via de binnenzijde van de zolder en gaat via de achtergevel weer naar beneden. Ook daar zitten weer aftakkingen naar het ventilatierooster bij de ramen. Zie figuur 120 en 121.



Figuur 120 Ventilatiekanalen in de gevel- en dakconstructie. Bron: Kleinpoelhuis installatietechniek MV-01/02

In elke verblijfsruimte zit een toevoerpunt waarlangs verse lucht de ruimte in wordt geblazen. In de keuken, de toiletruimte en in de badkamer zit een afzuigpunt waarlangs lucht uit de woning naar buiten wordt gezogen. Bij de woningen die voorzien zijn van een vaste trap naar zolder is er op de zolder ook een toevoer- en afzuigpunt aanwezig zoals weergegeven is in figuur 121.



Figuur 121 Bron: 3D-weergave van het ventilatiesysteem. Bron: Kleinpoelhuis installatietechniek MV-01/02

Literatuurlijst

Brandweer Nederland (2020). *Handreiking Risicobeheersing: advies veilige PV-systemen*.

Hagen, R. & Witloks, L. (2013). *Basis voor Brandveiligheid*. Instituut Fysieke Veiligheid.

Tromp, A. & van Mierlo, R. (2013). *Fire Safety Engineering. Handboek voor de bouw*: Efectis Nederland BV.

Veerman, C. (2017). *Rookgasexplosies*. Afstudeerscriptie Saxion Hogeschool Enschede.

Brandweer Gelderland-Midden
is onderdeel van de Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden



Brandweer Gelderland-Midden

Postbus 5364

6802 EJ ARNHEM

T 0800 8446 000

E brandweer@vggm.nl

I www.brandweergm.nl