

# 3D-indoormodellen voor de brandweer

*Een verkennend onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden binnen de veiligheidsketen*

Stage-onderzoek Nationale GI Minor

06-01-2016

Tom van der Meer

twtvandermeer@gmail.com

Goede informatievoorziening en effectief brandweeroptreden gaan hand in hand. Dit onderzoek verkent de toepassingsmogelijkheden van 3D-indoormodellen voor de brandweer, als inleiding voor het meerjarige SIMs3D (Smart Indoor Models in 3D) project. Dit project speelt in op het gebrek aan uniforme 3D-informatie van gebouwen en de ontwikkeling van snelle en betaalbare modelleeraanpakken op basis van gescande puntenwolken.

De werkzaamheden voor dit rapport startten in november 2015 met onderzoek naar 3D-indoormodellen. Voordat de toepassingsmogelijkheden voor de brandweer bekeken kunnen worden moet immers duidelijk zijn wat de techniek inhoudt, welke mogelijkheden er zijn en op welke manier de modellen gemaakt worden. De rest van de twee maanden is besteed aan literatuuronderzoek en interviews met een zo groot en breed mogelijke groep van actoren binnen de brandweer Rotterdam-Rijnmond. Tijdens deze interviews wordt uitgelegd wat 3D-indoormodellen zijn (zie bijlage 2), en wordt overlegd over de verschillende toepassingen binnen de betreffende functie.

Kernvragen in dit onderzoek zijn:

- Wat zijn de organisatiestructuren, taken en werkwijzen van de brandweer?
- Van welke (ruimtelijke) informatie wordt de brandweer voorzien, en hoe wordt dit aangeboden?
- Hoe kan 3D-indoor informatie de brandweer helpen?
- Welke objecten en semantische informatie zijn belangrijk in 3D-indoormodellen?
- Wat zijn de systeemeisen (hardware, software en interface) van de modellen?

Het rapport bestaat uit twee delen. De hoofdstukken 1 tot en met 6 zijn met name gericht op lezers zonder 'rode' achtergrond en gaan over de werkwijze en organisatie van de brandweer. Onderwerpen als brandweermaterieel, procedures, en operationele informatievoorziening worden besproken, met een nadruk op de onderdelen die relevant zijn voor dit onderzoek. Het doel van dit deel is de SIMs3D onderzoeksgroep zo goed mogelijk in te lichten over de organisatie zodat nieuwe technieken vanuit het oogpunt van de gebruiker kunnen worden ontwikkeld. Het eerste deel sluit af met een verhaal over mijn 24-uursdienst aan Kazerne Slotlaan in Capelle aan den IJssel, een ervaring die in dit onderzoek interessante uitkomsten heeft opgebracht.

Het tweede deel brengt informatie uit de eerste zes hoofdstukken samen. Er wordt bekeken hoe eventuele tekortkomingen bij de brandweer kunnen worden opgelost met 3D-indoormodellen. Hoofdstuk 7 tot en met 11 gaan over hoe 3d-indoormodellen kunnen worden toegepast, en wat hier bij komt kijken. Verschillende actoren binnen de brandweer stellen verschillende eisen aan de techniek en de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond is op sommige vlakken nog niet '3D-ready'. Deel twee bespreekt ook kort de toepassingen van 3D-outdoormodellen, en vergelijkt de functionaliteit met die van de huidige informatievoorziening.

In de conclusie wordt de toegevoegde waarde van 3D-indoormodellen geëvalueerd. Waar ligt de kracht van 3D? Waar liggen de grootste uitdagingen voordat deze nieuwe techniek kan worden toegepast?

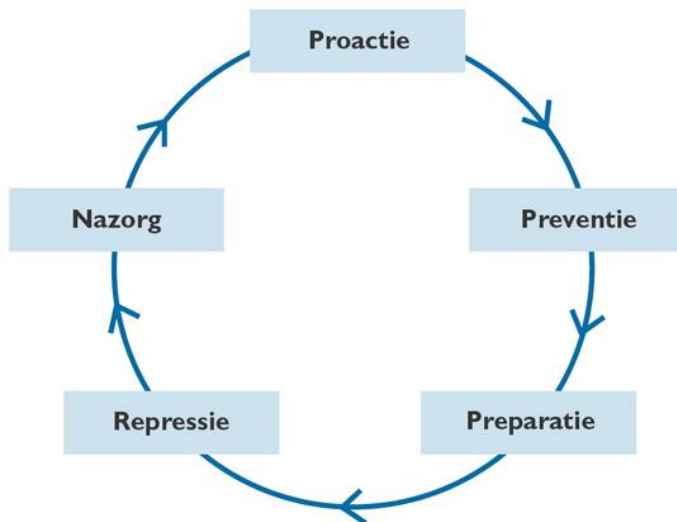
## Inhoudsopgave:

1. Veiligheidsketen .....	4
1.1: Proactie .....	4
1.2: Preventie .....	4
1.3: Preparatie .....	6
1.4: Repressie .....	6
1.5: Nazorg .....	7
2. Organisatie .....	8
2.1 Warme organisatie .....	8
2.2 Koude organisatie .....	9
3. Materieel .....	10
3.1 Standaarduitrusting op het lijf .....	10
3.2 Voertuigen .....	11
3.3 Blusmiddelen .....	13
4. Procedures .....	17
4.1 Kwadrantenmodel .....	18
4.2 Menskenmerken .....	19
4.3 Gebouwkenmerken .....	19
4.4 Brandkenmerken .....	20
4.5 Classificatie van binnenruimten .....	25
4.6 Navigatie, evacuatie en redding .....	25
4.7 Opschaling .....	28
5. Operationele informatie .....	29
5.1 MOI .....	29
5.2 Beperkingen van het MOI en vergelijkbare systemen .....	30
6. Ervaringen 24-uursdienst .....	32
7. Implementatie 3D-indoormodellen in de veiligheidsketen .....	34
7.1 Proactie .....	34
7.2 Preventie .....	34
7.3 Preparatie .....	35
7.4 Repressie .....	36
7.5 Nazorg .....	37
7.6 Overzicht toepassingsmogelijkheden .....	38
8. Verschillende eisen .....	40

9. Systeemvereisten .....	42
10. Schema met onderdelen 3D-model.....	44
11. Conclusie.....	45
Bronnen.....	46
Bijlagen .....	47

## 1. Veiligheidsketen

De meest bekende activiteit van de brandweer is het blussen van branden, maar het takenpakket is veel breder. De brandweer Rotterdam-Rijnmond (en de andere veiligheidsregio's van Nederland) bestrijdt de risico's voor mens en dier bij brand, ramp en crisis. Alle taken binnen de organisatie passen bij één van de schakels van de veiligheidsketen:



Figuur 1: Veiligheidsketen - [www.brandweer.nl](http://www.brandweer.nl)

### 1.1: Proactie

De eerste schakel van de veiligheidsketen is proactie. Bij proactie gaat het om veiligheid als onderdeel van de besluitvorming en het structureel voorkomen van onveiligheid. Hierbij geeft de brandweer adviezen in de planningsfase van grote projecten, zoals het aanleggen van een nieuwe woonwijk. Vragen die tijdens deze fase gesteld kunnen worden zijn bijvoorbeeld:

- Hoe zijn gebouwen met een bijeenkomstfunctie het beste bereikbaar tijdens een incident?
- Wat is een veilige locatie voor de opslag van gevaarlijke stoffen?

### 1.2: Preventie

Onder preventie vallen de concrete maatregelen om veiligheid te verbeteren. Deze maatregelen zijn ofwel bedoeld om een incident te voorkomen of om de gevolgen van het incident te beperken. De brandweer heeft een adviesfunctie voor preventieve maatregelen, en controleert gebouwen op wettelijk vereiste maatregelen uit het bouwbesluit.

#### Materiaalkeuze

Materiaalkeuze en bouweigenschappen hebben een grote invloed op het verloop van een brand. Zo zijn er bijvoorbeeld bouwmaterialen die eerder vlam vatten en een hogere vuurlast (hoeveelheid warmte die vrijkomt bij verbranding) hebben. Voorbeelden hiervan zijn houten vloeren en trappen in oudere gebouwen en goedkope isolatiematerialen zoals tempex die ook nog in nieuwe gebouwen toegepast worden. Aan de hand van de functie, de leeftijd en een visuele inspectie van het gebouw maakt de brandweer een inschatting van de gebruikte bouwmaterialen.

#### Compartmentering

Een tweede bouweigenschap is de brand- en rookcompartmentering. Door gebouwen in meerdere segmenten te verdelen met brandwerende scheidingen breidt een brand zich trager uit en kan de brandweer de schade soms beperken tot dat compartiment. Voor een geslaagde compartimentering moeten deuren tussen de segmenten net zo brandwerend zijn als de rest van de scheiding, en

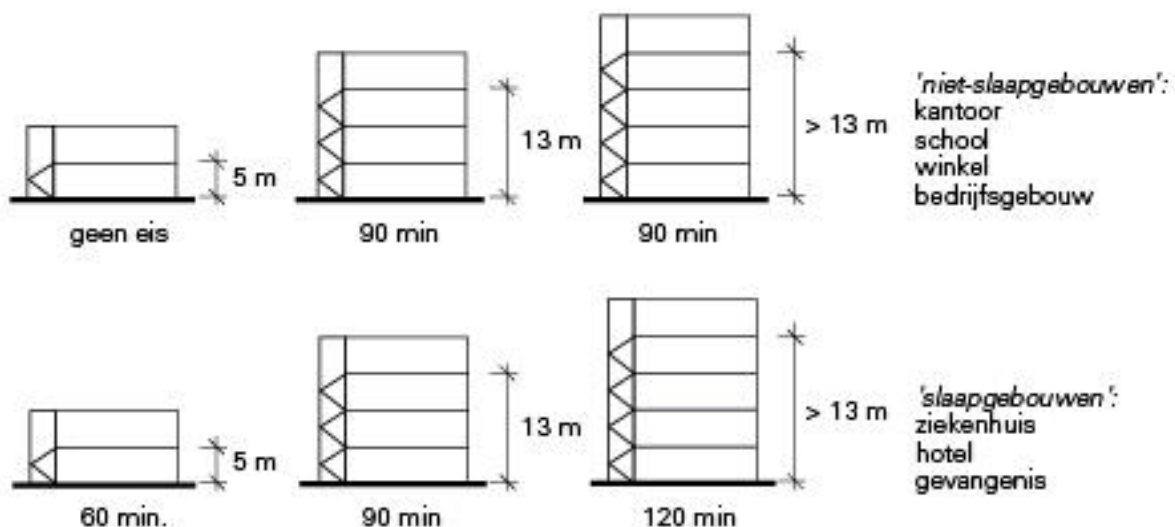
moeten ze in staat zijn uit zichzelf te sluiten. Daarnaast is het belangrijk dat ventilatiekanalen automatisch afsluiten om verspreiding van brandgassen te voorkomen. Goede brandcompartimentering zorgt er in de eerste plaats voor dat de brand minder snel uitbreidt en dat mensen meer kans hebben om veilig te vluchten. Daarnaast voorkomt het brandoverslag naar naastgelegen gebouwen, en zorgt het ervoor dat de brandweer veiliger op kan treden.

Mark van Houwelingen, een specialist in brandpreventie bij de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond, geeft tijdens een interview aan dat gebouwen bij oplevering vaak in orde zijn. Door wijzigingen van de eigenaar kan de brandveiligheid echter afnemen: als er een deur wordt vervangen of een gat wordt geboord voor een kabel wordt de brandcompartimentering beperkt. Om de staat van brandveiligheid bij te houden is het daarom belangrijk om regelmatig terug te komen.

### Brandwerendheid tegen bezwijken

Materiaalkeuze en gebouwkenmerken zijn ook van invloed op de brandwerendheid tegen bezwijken. Dit wordt ook wel de brandwerendheid van de (hoofd)draagconstructie genoemd. Een sterke betonnen constructie blijft langer integer dan een oud houten gebouw, waardoor een veilige brandweerinzet mogelijk is. Regels voor brandwerendheid van de (hoofd)draagconstructie zijn vastgelegd in het bouwbesluit. De brandweer kan aan de hand van de gebruiksfunctie en de gebouwhoogte vaststellen welke regels dit zijn voor een betreffend gebouw:

- Slaapgebouwen (gebouwen waar mensen overnachten) hebben hogere eisen dan niet-slaapgebouwen
- Hogere gebouwen hebben hogere eisen dan lagere gebouwen. De eisen van brandwerendheid van de hoofddraagconstructie gaan omhoog met 30 minuten bij de 5 en 13 meter grens.



Figuur 2: Brandwerendheid hoofddraagconstructie - [www.brandveiligmestaal.nl](http://www.brandveiligmestaal.nl)

### Actieve preventieve maatregelen

Naast de hierboven genoemde 'passieve' maatregelen zijn er ook installatietechnische of 'actieve' preventieve maatregelen. Hieronder vallen de maatregelen die actief optreden tijdens een incident zoals sprinklerinstallaties, brand- en rookmelders, meldsystemen en rookluiken voor de afvoer van rookgassen. Deze maatregelen hebben invloed op de kans dat een incident ontstaat, en beperken de uitbreiding en schade van een brand.

### 1.3: Preparatie

Preparatie betekent het voorbereid zijn op een ongeval. Onder preparatie vallen: training en opleiding, oefening, rampbestrijdingsplannen maken en het gebruiksklaar maken en houden van materieel. De brandweermensen moeten fysiek en mentaal klaar zijn voor een uitruk, en moeten kennis hebben van de procedures. De oefeningen kunnen gedaan worden in nagebootste indoor of outdoor situaties in trainingscentra of met virtuele trainingen. Deze virtuele trainingen zijn uitermate geschikt voor tactische oefeningen omdat elke denkbare situatie kan worden nagebootst en de instructeur het verloop van het incident kan beïnvloeden. Echter bij virtuele oefeningen mist de brandweer soms sommige prikkels (zoals reuk, warmte en fysieke vermoeidheid) die bij echte oefeningen beter nagebootst kunnen worden.



Figuur 3: reddingsoefening - [www.nufoto.nl](http://www.nufoto.nl)

*Nufoto.nl*

### 1.4: Repressie

De meest bekende (en voor het publiek zichtbare) taak van de brandweer is repressie. Onder repressie verstaan we het bestrijden van ongevallen, en de hulp aan mens en dier. Voorbeelden van repressieve inzet zijn:

- Het blussen van brand en branduitbreiding voorkomen
- Redding van personen bij brand
- Bevrijding van beknelde personen
- Duiken
- Meten en opruimen van gevaarlijke stoffen
- Hulp bij storm- en waterschade
- Gaslekages opsporen
- Bevrijden van dieren in nood

Voor repressieve inzet bestaat een breed scala aan procedures, elk incident vraagt om een toepasselijke aanpak. Procedures voor brandweerinzet bij een gebouwbrand worden uitgewerkt in hoofdstuk 4.

### **1.5: Nazorg**

Na een incident is het belangrijk dat de brandweer zo snel mogelijk paraat is voor een volgende inzet. Nazorg omvat alle maatregelen die nodig zijn om terug te keren naar de normale situatie, zoals het schoonmaken van materiaal en ervoor zorgen dat voertuigen uitrukgereed zijn.

Ook wordt de inzet na terugkomst geëvalueerd zodat de brandweer nuttige lessen kan leren voor een volgend incident. Wanneer nodig krijgen manschappen mentale ondersteuning. Ze worden begeleid om eventuele schokkende ervaringen op een goede manier te verwerken.

## 2. Organisatie

De brandweerorganisatie wordt vaak verdeeld in de 'warme organisatie' en de 'koude organisatie'. Onder de warme organisatie vallen alle werknemers met een repressieve functie en alle overige functies binnen de brandweer vallen onder de koude organisatie. Hieronder worden de functies beschreven die het belangrijkst zijn voor dit onderzoek.

### 2.1 Warme organisatie

Hoewel de term 'warm' anders doet vermoeden houdt deze organisatie zich bezig met meer dan alleen brand. De warme organisatie houdt zich bezig met alle repressieve taken zoals besproken in het vorige hoofdstuk. Deze hiërarchisch verdeelde organisatie ziet er als volgt uit:

#### **Manschappen**

Manschappen voeren het bevel van de bevelvoerder uit. Elke Tankautospuiter (brandweerwagen) vormt samen met het personeel een bluseenheid. Dit personeel bestaat uit de bevelvoerder, een bestuurder/pompbediende en vier manschappen, ieder genummerd met als manschap één tot en met vier. De manschappen één en twee vallen onder de aanvalsploeg, de nummers drie en vier onder de waterploeg.

De aanvalsploeg is bij een brand in de eerste instantie verantwoordelijk voor verkenning, reddingswerkzaamheden en het inzetten van de eerste 'straal', de brandweerslang. De Waterploeg is in de eerste instantie verantwoordelijk voor de verzorging van de slangleidingen vanaf de waterwinplaats tot de pomp. Als dit voldaan is beginnen ze met de inzet van een tweede straal.

Zoals gezegd handelen de manschappen onder het bevel van de bevelvoerder. Als de situatie erom vraagt hebben ze echter de ruimte om zelf tactische keuzes te maken, die ze vervolgens aan hun bevelvoerder dienen te verantwoorden.

#### **Bevelvoerder**

De bevelvoerder is verantwoordelijk voor de aansturing van de bluseenheid of een SIV (Snelle Interventie Voertuig, zie hoofdstuk 3.2). Als er aanvullende voertuigen aanwezig zijn zoals een autoladder, hoogwerker of een hulpverleningsvoertuig voert hij daar ook bevel over. Bij aankomst bij een incident schat de bevelvoerder de situatie in en doet hij een verkenning buiten en eventueel binnen. Als het om een klein incident gaat dan is de bevelvoerder de leider van het incident. Bij opschaling naar een groter incident zijn er meerdere bevelvoerders aanwezig bij opschaling krijgt een Officier van Dienst het bevel over meerdere bluseenheden.

#### **Officier van Dienst**

Als het incident groter wordt, zoals bij een middelgrote brand, worden er meer bluseenheden opgeroepen. Er zijn dan meerdere bevelvoerders die leiding geven aan hun eigen ploeg. In een aparte auto arriveert ook een Officier van Dienst van de brandweer, deze persoon heeft leiding over de aanwezige bevelvoerders.

#### **Hoofdofficier van Dienst**

Bij opschaling naar een zeer grote brand en GRIP 1 (zie tabel 1) is afstemming tussen de verschillende hulpdiensten nodig. De diensten vergaderen in een COPI (Commando Plaats Incident), met de Leider COPI aan het hoofd. Vroeger was deze Leider COPI altijd de Hoofdofficier van Dienst van de brandweer, tegenwoordig kan deze persoon ook van een andere hulpdienst komen. Een belangrijke functie van de Leider COPI is dat hij 'ongekleurd' is, hij handelt in het belang van alle hulpdiensten.



### **Meldkamer**

De meldkamer valt buiten de hiërarchische indeling. Deze actor onderhoudt contact met burgers die de melding doen en de hulpdiensten. Allereerst winnen ze zo veel mogelijk informatie in: is de melding echt? Waar is het incident? Hoe ernstig is het incident? Zijn er slachtoffers?

Met deze informatie bepalen ze de inzet. De meldkamer bepaalt wat voor soort hulp er nodig is en wie er het snelst beschikbaar is. Ook kijken centralisten in de meldkamer of er specialisten ingezet moeten worden, of zetten ze een opschaling in werking.

### **Specialisten**

Binnen de brandweer is een aantal mensen opgeleid voor een specifieke taak. Zo zijn er bijvoorbeeld duikteams die worden ingezet bij ongevallen op het water, en personen die gecertificeerd zijn om voertuigen als de hoogwerker te bedienen. Deze specialisten vallen net als de manschappen onder het bevel van de aanwezige bevelvoerder.

Bij incidenten die gecompliceerd zijn door de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen wordt een AGS (Adviseur Gevaarlijke Stoffen) ingezet. Deze actor adviseert bevelvoerders of de Officier van Dienst over de beste aanpak van de aanwezige gevaarlijke stoffen en schat de effecten op benedenwinds gebied in.

## **2.2 Koude organisatie**

Zonder koude organisatie werkt de warme organisatie niet effectief. Binnen de brandweer zijn verschillende partijen bezig met proactie, preventie, preparatie en nazorg. Veel personen die actief zijn in de koude organisatie hebben ook een functie in de warme organisatie, of hebben een achtergrond in de warme organisatie. De partijen zijn onder andere afhankelijk voor:

- De verzameling van operationele informatie en het maken van systemen waarmee de repressieve dienst deze informatie kan gebruiken
- Het verzorgen van cursussen en trainingen
- Het onderhouden en gebruiksklaar maken van materiaal
- Inspecties uitvoeren en adviezen geven over brandpreventie

### 3. Materieel

De brandweer heeft naast goede training en organisatie ook de juiste hulpmiddelen nodig. De brandweer draagt een standaarduitrusting op zijn lijf, maar er is ook een verscheidenheid van voertuigen en hulpmiddelen voor een specifiek doel.

#### 3.1 Standaarduitrusting op het lijf

Voor een effectief optreden en voor hun eigen veiligheid hebben brandweermensen een standaard uitrusting. Voor elke klus moet het juiste gereedschap aanwezig zijn, Wat ze 'op hun lijf' dragen bij een binnentreding tijdens een gebouwbrand is het volgende:

- Brandwerend bluspak (jas en broek)
- Helm
- Veiligheidslaarzen
- Handschoenen
- Zaklamp
- Ademluchttoestel (luchtflessen op de rug met een masker over het hele gezicht)
- Warmtebeeldcamera
- Explosiegevaarmeter (meet de hoeveelheid zuurstof en brandbare gassen in de atmosfeer)
- Zakmes
- Portofoon



Figuur 4: Brandweerman met bluspak en ademluchttoestel - [www.brandweernederland.nl](http://www.brandweernederland.nl)

In de wagen wordt nog een verscheidenheid aan gereedschappen en middelen meegenomen voor specifieke taken. Als scheidingen gesloten zijn wordt er bijvoorbeeld een kettingzaag of een 'Rambo' (stormram) ingezet, en als mensen vast zitten in een lift heeft de brandweer een speciale liftsleutel.

### 3.2 Voertuigen

Voor verschillende inzetten gebruikt de brandweer verschillende voertuigen. Elk voertuig is geschikt voor een andere inzet.

#### Tankautospuiter (TS)

De meest tankautospuiter wordt het meest ingezet: deze wagen vervoert een bluseenheid van zes (of soms zeven) personen en de belangrijkste hulpmiddelen. Elke kazerne heeft ten minste één tankautospuiter, en deze wagens worden gezien als de werkpaarden van de brandweer. Ze worden ingezet bij allerlei incidenten, zoals branden en ongevallen.



Figuur 5: Tankautospuiter - [www.112nederland.nl](http://www.112nederland.nl)

#### Hulpverleningsvoertuig (HV)

Voor grote verkeersongevallen is er het hulpverleningsvoertuig. Dit voertuig is uitgerust met meer reddingsmiddelen dan de tankautospuiter, en is minder gericht op brandbestrijding. Er zijn bijvoorbeeld hydraulische scharen aanwezig om beknelde personen uit auto's te bevrijden.

#### Combi-Tankautospuiter (CT)

In de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) worden tankautosputters en hulpverleningsvoertuigen ook wel gecombineerd in één combinatie-tankautospuiter (CT). Deze TS is uitgerust met meer reddingsmiddelen zodat hij ook ingezet kan worden voor grote verkeersongevallen.

### Hoogwerker en autoladder

De hoogwerker en de autoladder zijn twee typen reddingsvoertuigen die personen van hogere verdieping kunnen redden bij een brand. Beide wagens hebben twee brandweermensen aan boord die speciaal opgeleid zijn om de apparatuur te bedienen. Het verschil tussen de twee is dat de hoogwerker zijn uitschuifbare arm ook nog kan scharnieren, dit kan de autoladder niet. Aan het uiteinde van de arm bevindt zich een bak waar personen in kunnen staan. Ook is er een waterstraal aanwezig om te blussen of om personen te beschermen tegen de hitte.



Figuur 6: Hoogwerker - [www.112nederland.nl](http://www.112nederland.nl)

### Haakarmbak

Het is niet mogelijk om voor elke klus een specifieke wagen aan te schaffen. Voor specifieke inzetten is er daarom de haakarmbak: dit zijn containers die zijn ingericht voor een specifiek doel. Zo zijn er haakarmbakken met duikapparatuur of met middelen voor de bestrijding van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Deze bakken kunnen op een haakarmvoertuig geladen worden die ze naar het incident brengt.



Figuur 7: Haakarmvoertuig met haakarmbak - [www.brandweerpurmerend.com](http://www.brandweerpurmerend.com)



## SIV

De SIV (Snelle Interventie Voertuig) is een nieuwe ontwikkeling binnen de brandweer. Dit voertuig wordt bemand door twee personen, een bevelvoerder en een chauffeur/pompbediende. De SIV heeft een beperktere hoeveelheid van blus- en reddingsmiddelen. Met dit voertuig kan de brandweer met een kleinere bezetting een incident toch snel bereiken.

Als het incident groter wordt dan de SIV aankan, of als blijkt dat de SIV de juiste middelen niet heeft worden een TS en een Officier van Dienst opgeroepen. Bij een gebouwbrand worden de TS en de SIV tegelijk gealarmeerd. De SIV is meestal sneller ter plaatse, en kan ingrijpen bij vroegere stadia van de brand voordat de bluseenheid is gearriveerd.



Figuur 8: Snelle Interventie Voertuig (SIV) - [www.caspersnieuws.wordpress.com](http://www.caspersnieuws.wordpress.com)

## 3.3 Blusmiddelen

Bij een brand heeft de brandweer keuze uit verschillende blusmiddelen. Branden kunnen geblust worden met poeder, schuim of water of ze kunnen worden gesmoord door de zuurstoftoevoer af te breken. Sommige blusmiddelen worden ook gebruikt om rookgassen en ruimtes te koelen of om ruimtes te ventileren.

### Lage druksysteem (LD)

Bij het lage druksysteem wordt water door dikke slangen vervoerd, rechtstreeks van de waterpomp. De slangen bestaan uit segmenten van 20 meter die aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Het grootste voordeel van het lage druksysteem is dat er veel water wordt vervoerd, waardoor er een groot koelend vermogen is en een grote brand beter geblust kan worden. De slangen zijn echter zwaar en stroef, waardoor ze moeilijk versleept kunnen worden. Ook duurt het bij een lange lagedrukslang soms te lang voordat het water de straalpijp heeft bereikt.

### Hoge druksysteem (HD)

Het hoge druksysteem bestaat uit slangen van 60 tot 90 meter, afhankelijk van het voertuig. Dit systeem vervoert minder water maar is sneller inzetbaar dan de LD (Lage Druk). Manschappen kunnen deze slang makkelijker door een gebouw slepen zodat ze eerder ter plaatse zijn. Bij grote branden komt de HD (Hoge Druk) echter tekort, er is te weinig water om de brand te blussen.



Figuur 9: TAS met HD-slang (boven) en LD-slang (onder)

## Straalpijpen

Zowel voor de HD als de LD zijn er straalpijpen. Dit zijn de opzetstukken aan het einde van de slang, waarmee de brandweerman de watertoevoer controleert. De straalpijpen controleren de hoeveelheid water, en kunnen het water uitvoeren als een dikke straal of een fijne nevel.

## Nevelkogel

De nevelkogel is in de jaren '60 ontwikkeld om branden te blussen met zo min mogelijk water. Dit blussysteem wordt aangesloten aan de LD-slang bij een buiteninzet. De nevelkogel is een ronddraaiende metalen kop aan het uiteinde van een lans, die door ramen en deuren naar binnen gestoten wordt. De nevelkogel heeft de volgende voordelen ten opzichte van een straalpijp:

- De brandweer hoeft de ruimte niet te betreden.
- Door de lange lans kunnen de manschappen afstand houden van de brand.
- Er hoeft slechts een kleine opening gemaakt te worden waardoor zuurstoftoevoer beperkt wordt.
- Als de brandweer met een gebonden straal van buiten naar binnen blust wordt er veel zuurstof aan de ruimte toegevoegd. Met de nevelkogel gebeurt dit niet.
- De nevelkogel verspreidt effectief een dunne nevel die in de ruimte snel verandert in stoom. De stoom koelt de ruimte en verstikt de brand.



Figuur 10: Nevelkogel - [www.brandweernederland.nl](http://www.brandweernederland.nl)

## Fognail

De Fognail is net als de nevelkogel bedoeld voor blussing en koeling van buitenaf. Dit instrument kan door onder andere door deuren en kozijnen geslagen worden met een hamer. De Fognail is handzamer dan de nevelkogel omdat er geen lange lans aan zit. Enkele voordelen van de Fognail:

- De Fognail kan door het kleinere formaat ook binnen worden ingezet
- Het slanke spuitstuk met de scherpe punt kan door dikkere materialen heen gestoten worden.
- Het benodigde gat in de scheiding is slechts 17 millimeter breed waardoor zuurstoftoevoer beperkt wordt
- De Fognail is geschikt om branden in onbegaanbare compartimenten (zoals verlaagde plafonds en spouwmuren) te blussen.
- De Fognail kan worden aangesloten op LD en HD.
- De dunne nevel zorgt voor effectieve koeling van de rookgassen en verstikt de brand.



Figuur 11: Fognail - [www.waterfog.se](http://www.waterfog.se)

### **Cobra Coldcutter**

Eén van de nieuwere methoden is de Cobra Coldcutter. Momenteel experimenteert de Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond met dit systeem.

De Cobra Coldcutter wordt ingezet om rookgassen in een ruimte te koelen. Dit hogedruksysteem kan tijdelijk grit aan het water toevoegen om een gat in de wand te maken. Via dit gat kan de Cobra water naar binnen spuiten. De Cobra kan ook binnen ingezet worden, en op verschillende bouwlagen. Het voordeel ten opzichte van de Fognail is dat de Cobra moeiteloos door dikke bouwmaterialen heen gaat.



Figuur 12: Cobra Coldcutter - Jeffrey Koper / Brandweer Kennemerland

### **Droge stijgleidingen**

Bij grotere gebouwen kan het lang duren voordat de brandweer een LD-slang tot het incident heeft uitgerold. Daarnaast kan het over een grote afstand lang duren voordat het water de straalpijp heeft bereikt. Daarom zijn er in grote gebouwen vaak droge stijgleidingen aangelegd, dit zijn leidingen waarop de brandweer de LD-slangen kan aansluiten. Hierdoor is het niet nodig om de slangen naar boven te slepen, en kan de aanvalsploeg dicht bij de brandweer een andere brandslang aansluiten op de stijgleiding.

### **In het gebouw aanwezige blusmiddelen**

In de meeste gebouwen zijn blusmiddelen aanwezig. Dit zijn bijvoorbeeld blusdekens, poederblussers en brandslanghaspels. Met deze middelen kunnen bedrijfshulpverleners en andere aanwezigen zelf optreden tijdens een incident. Soms lukt het hierdoor de brand zelf te blussen, en is een inzet van de brandweer niet nodig.

De brandweer wordt geleerd om enkel op hun eigen blusmiddelen te vertrouwen, het is niet de bedoeling om een schuimblusser op locatie in te zetten. Dit komt omdat de manschappen nooit zeker kunnen zijn over de kwaliteit van het materiaal. In sommige situaties wordt dit echter wel gedaan, bijvoorbeeld als er een beginnende brand is op een plaats die moeilijk bereikbaar is met de brandslang. In zo'n situatie kan een snelle aanpak met een aanwezige brandslanghaspel veel schade

voorkomen. Een belangrijke eis aan deze inzet is dat er intussen door andere manschappen een eigen 'straal' naar de brandhaard wordt gebracht, mocht de brandslanghaspel ontoereikend zijn.



## 4. Procedures

Om elk incident zo effectief mogelijk aan te pakken heeft de brandweer procedures opgesteld. Deze procedures geven bevelvoerders en Officiers van Dienst een houvast bij besluitvorming, als ze een situatie herkennen kunnen ze een tactiek gebruiken die eerder als meest effectief is gebleken.

### Opstelplaats

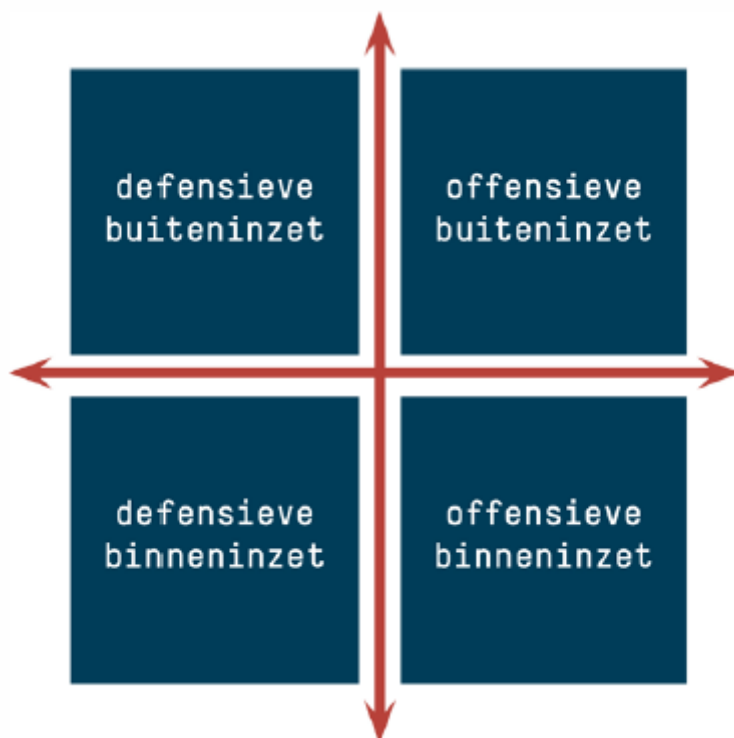
De brandweer stelt zijn voertuig op bij de brandweeringang. Bij woningen is dit gewoon de voordeur, bij grotere gebouwen is een vaste ingang vastgesteld als brandweeringang. Deze locatie is tactisch gekozen met het oog op bereikbaarheid en de nabijheid van voorzieningen voor de brandweer. Deze voorzieningen zijn bijvoorbeeld:

- Brandweersleutelkuis (geeft de brandweer toegang als het gebouw afgesloten is)
- Brandmeldpaneel (helpt de brandweer met navigatie naar de brandhaard)
- Technische ruimte met afsluiters voor elektriciteit en gas
- Aansluiting voor de droge stijgleidingen

Als eerste wil de brandweer de elektriciteit en het gas afsluiten. Op deze manier worden gevaarlijke situaties door ontbranding van gas of kortsluiting met bluswater voorkomen. In sommige situaties is het afsluiten van gas en elektra niet mogelijk, bijvoorbeeld als er een brand is in de technische ruimte. Als er goede argumenten zijn voor een binnenoptreden is dit echter geen reden om de verkenning te staken.

### Wanneer wordt een gebouw betreden?

Het al dan niet betreden van een gebouw tijdens brand is een belangrijke afweging voor de brandweer. Wanneer is een binnen-inzet nodig? En wanneer zijn de risico's aanvaardbaar? De klassieke aanpak was het aanpakken van de brand bij de bron, met een keuze voor een offensieve binneninzet of een defensieve buiteninzet. Deze tweedeling van inzetten bij gebouwbrand is inmiddels uitgebreid tot het 'kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding:



Figuur 13: Kwadrantenmodel voor gebouwbrandbestrijding - IFV Brandweeropleiding

## 4.1 Kwadrantenmodel

Deze vierdeling voegt twee soorten inzetten toe: de *offensieve buiteninzet* en de *defensieve binneninzet*. De kwadranten hebben elk hun eigen doel:

### 1. Defensieve buiteninzet

- Overslag voorkomen
- Effecten (milieu en maatschappelijk) beperken

Bij een defensieve buiteninzet wordt het personeel buiten het gebouw ingezet. Ook de valschaduw (1,5 keer de hoogte van het gebouw) wordt vermeden. De inzet is niet gericht op het gebouw zelf, maar op de beperking van schade aan de omgeving. Dit kwadrant wordt toegepast als schadebeperking aan het gebouw niet mogelijk is en als er een risico op instorten is.

### 2. Offensieve buiteninzet

- Overlevingscondities verbeteren en veilige betreding mogelijk maken
- Uitbreiding voorkomen
- De brand blussen

Bij een offensieve buiteninzet is er wel een doel om de brand in het gebouw zelf te blussen, of om overlevingscondities van eventuele aanwezigen te verbeteren. Binneninzet is nog steeds te gevaarlijk, maar de manschappen kunnen wel binnen de valschaduw ingezet worden. Bovendien kan dit kwadrant voorbereidend zijn op een binneninzet.

### 3. Defensieve binneninzet

- Ontruiming/redding aangrenzende (sub)brandcompartimenten mogelijk maken
- Uitbreiding voorkomen, brand binnen (sub)brandcompartiment houden

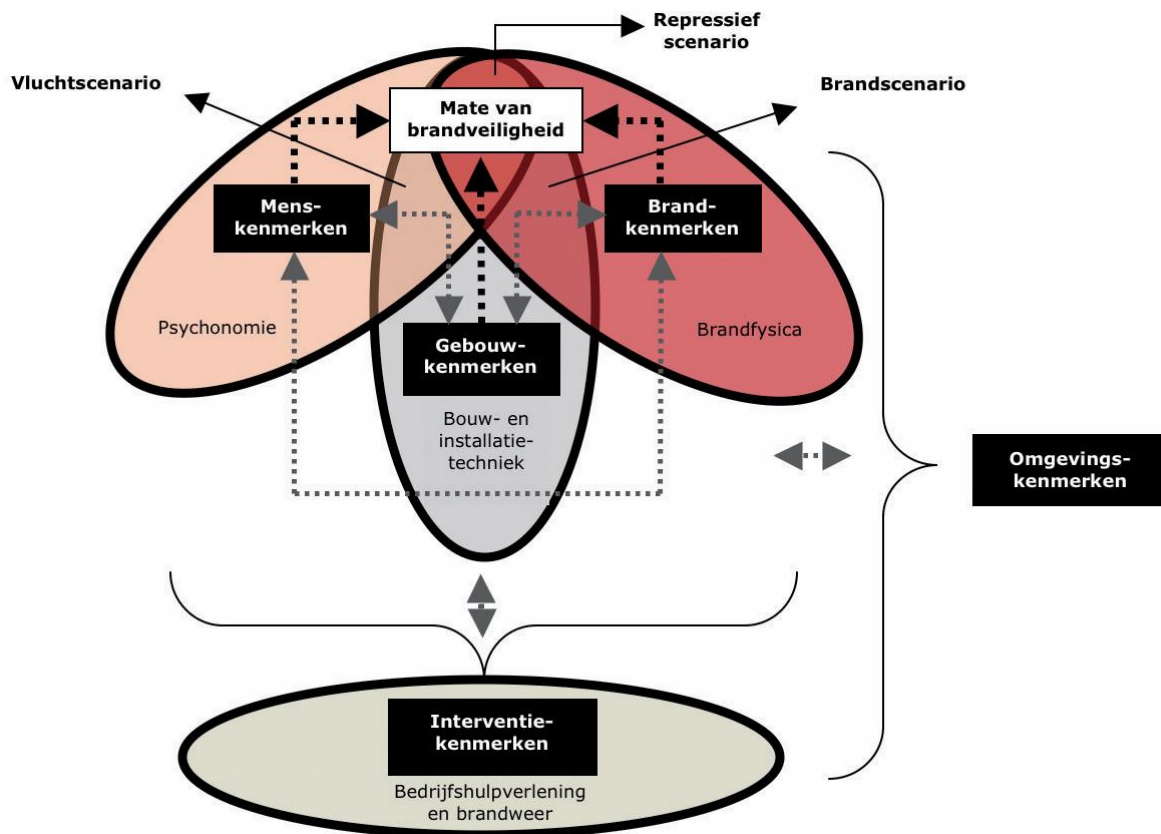
De defensieve binneninzet is het eerste kwadrant waarbij de manschappen het gebouw betreden. Het doel is branduitbreiding te voorkomen en ontruiming in aangrenzende compartimenten mogelijk te maken. Deze inzet is dus alleen mogelijk in gebouwen met brandcompartimentering, het compartiment met de brandhaard wordt niet betreden.

### 4. Offensieve binneninzet

- Redding
- Bestrijding rook en brand in compartiment

Enkel bij het laatste kwadrant wordt het compartiment met de brandhaard betreden. Het doel bij deze inzet is redding en het bestrijden van rook en brand. Voordat er gekozen wordt voor een offensieve binneninzet moet het duidelijk zijn dat de brand- en rookverspreiding een risico oplevert dat nog aanvaardbaar is voor de manschappen.

De keuze voor de juiste kwadrant hangt af van het incident. Het incident kan aan de hand van het 'kenmerkenschema' omschreven worden. Dit schema onderscheidt *menskenmerken*, *gebouwkenmerken* en *brandkenmerken*. Deze kenmerken samen geven een beeld over de mate van brandveiligheid.



Figuur 14: Kenmerkenschema bij een gebouwbrand - IFV Brandweeropleiding

## 4.2 Menskenmerken

Menskenmerken zijn de gedragingen van mensen die bij een brand in het gebouw aanwezig zijn en de kans dat zij tijdens de inzet nog in leven zijn. De menskenmerken zijn te verdelen in de volgende drie categorieën:

- Fysieke factoren  
Zijn mensen niet-zelfredzaam door bedlegerigheid, handicaps, drank- en drugsgebruik en psychische omstandigheden?
- Mate van opmerkzaamheid  
Zijn de aanwezige mensen ten tijde van de brand bijvoorbeeld aan het slapen?
- Organisatorische factoren  
In de regel betreedt de brandweer het gebouw als er een mogelijkheid is dat er mensen aanwezig zijn, en als het risico aanvaardbaar is. Er zijn verschillende menskenmerken die invloed hebben op de keuze om het gebouw te betreden, en op welke manier er wordt opgetreden. Hoe is de organisatie van het pand? Zijn er BHV'ers aanwezig? Wie is er verantwoordelijk voor ontruiming? Dit laatste van belang bij ontmantelde zorgwoningen. Voorheen waren de medewerkers van de zorginstelling verantwoordelijk voor ontruiming, en na het verdwijnen van deze organisatie zijn de bewoners zelf verantwoordelijk. Wanneer er veel niet-zelfredzame bewoners aanwezig zijn dan heeft de brandweer extra verantwoordelijkheden.

## 4.3 Gebouwkenmerken

De kenmerken van het gebouw dat in brand staat zijn van invloed op de ontwikkeling en de effecten van de brand en op de mogelijkheden en tactiek van de brandbestrijding. Op de eerste plaats gaat het om de ruimtelijke kenmerken zoals hoogte, complexiteit, grootte van bouwvolumes, en

ondergrondse ruimtes. Deze kenmerken zijn van invloed op de bereikbaarheid met het materieel, de snelheid van toetreding en de snelheid waarmee het gebouw verlaten kan worden bij escalatie van het incident.

Daarnaast zijn er de technische preventieve maatregelen, deze kunnen verdeeld worden in twee soorten voorzieningen:

- Fysieke (passieve) voorzieningen
  - o Bouwmaterialen: veel brandbaar materiaal zoals houten vloeren of tempex isolatie? Of juist brandvertragend of onbrandbaar materiaal zoals beton?
  - o Brandcompartimentering: Kan de brand zich onbelemmerd verspreiden door het hele gebouw, of is er brandcompartimentering om dit te vertragen?
  - o Voorzieningen als onbrandbaar bouw materiaal of brand- en rookcompartimentering.
- Installatietechnische (actieve) voorzieningen
  - o Voorzieningen zoals sprinklerinstallaties of rookmelders.

Ook speelt de gebouwfunctie een belangrijke rol. In het bouwbesluit zijn regels vastgesteld die afhankelijk zijn van de functie van het gebouw: aan gebouwen met een verhoogd risico of een bijeenkomstfunctie worden meer brandpreventieve eisen gesteld. De functie van een gebouw kan de brandweer daardoor bijvoorbeeld het volgende vertellen:

- Brand in een school: dit is een gebouw met een bijeenkomstfunctie. Voor dit gebouw zijn maatregelen genomen die toetreding veiliger maken
- Brand in een industriepand: Industriebanden worden vaak zo goedkoop mogelijk gebouwd, met de minimale brandpreventieve maatregelen. Brandcompartimentering ontbreekt bijvoorbeeld vaak, en er zijn brandbare isolatiematerialen gebruikt. Deze informatie zal niet voor alle industriepanden kloppen en moet daarom gecombineerd worden met andere bronnen.
- De functie in combinatie met het tijdstip geeft ook het belang van toetreding weer. De kans dat er mensen aanwezig zijn in een school is bijvoorbeeld minder aannemelijk om vier uur 's nachts dan om vier uur 's middags.

#### 4.4 Brandkenmerken

De eigenschappen van de brand bepalen de inzet van de brandweer. Gebouwbranden kunnen ingedeeld worden in twee brandregimes:

- **Brandstof-gecontroleerde branden**

De verbrandingssnelheid van brandstof-gecontroleerde branden wordt bepaald door de hoeveelheid aanwezige brandstof. Een belangrijke eigenschap van brandstof-gecontroleerde branden is dat er voldoende zuurstof aanwezig is voor volledige verbranding, en vaak een kleine hoeveelheid brandbare stof.

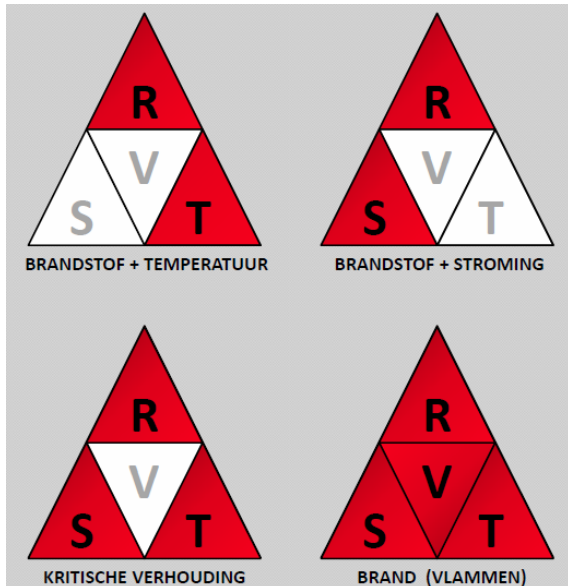
- **Ventilatie-gecontroleerde branden**

Wanneer de verbrandingssnelheid wordt gecontroleerd of bepaald door de hoeveelheid zuurstof, spreekt men van een ventilatie-gecontroleerde brand. Dit stadium wordt bij een gebouwbrand vaak behaald als een brandstof-gecontroleerde brand al enige tijd woedt waardoor er veel brandbaar materiaal betrokken is geraakt. Deze brand gebruikt dan veel zuurstof en wanneer de gebouwconstructie gesloten blijft wordt er weinig nieuwe zuurstof aangevoerd. Hoewel de verbranding wordt beperkt door de beperkte zuurstoftoevoer blijft door de hoge temperatuur het proces van pyrolyse wel door gaan. Dit is een scheikundig proces waarbij brandstof wordt geproduceerd.

## G-RSTV

Voor brand zijn alle drie de onderdelen van de branddriehoek nodig: Brandstof, Zuurstof en Temperatuur. De brandweer kan één of meerdere van deze onderdelen inperken om een brand te blussen of in toom te houden. Welke dat is, hangt van de situatie en de soort brand af.

Voor een gepast optreden is het dus belangrijk om een goede inschatting te maken van de brand. Bij gebouwbranden wordt dit gedaan met het G-RSTV model. De gebouw-RSTV (Rook, Stroming, Temperatuur en Vlammen)-scan geeft de brandweer een indicatie over het brandverloop en is een belangrijk argument voor de keuze voor een van de kwadranten.



Figuur 15: Verschillende fasen in het RSTV-model - Edward Huizer / IFV

Bij aankomst biedt dit model de brandweer handvatten om de situatie in te schatten. Elk van de vier onderdelen wordt bestudeerd:

### 1. Rook

Rook vormt op drie manieren een gevaar voor slachtoffers en de brandweer: het kan verstikken, iemand het zicht ontnemen en ontbranden. Door de rook te 'lezen' kan de brandweer veel te weten komen over de eigenschappen van een brand. Onder de juiste omstandigheden kan brand op een explosieve manier ontbranden. Dit gebeurt tijdens een 'Flashover', of een 'Backdraft'. Tijdens de 'BrainBox' informatieavond over gebouwbrandbestrijding werden de effecten van deze fenomenen gedemonstreerd met de 'Desktop Flashover'.



Figuur 16: Desktop Flashover - [www.haagen.com](http://www.haagen.com)

## **Flashover**

Tijdens een brand in een gebouw worden objecten binnen verwarmd. Hierdoor ontstaat pyrolyse: de ontleding van organisch materiaal bij hoge temperaturen. Anders dan bij verbranding is er tijdens pyrolyse geen zuurstofverbruik. Het product van pyrolyse is een gaslaag die tot ontbranding komt bij de juiste temperatuur en mengverhouding met zuurstof. Na zo'n flashover staat de gehele ruimte in brand en zijn de temperaturen te hoog voor toetreding door de brandweer.

## **Backdraft**

Bij een backdraft gaat het ook om plotselinge verbranding van pyrolysegassen. Het verschil met een flashover is dat een backdraft gebeurt in een ondergeventileerde ruimte, waarbinnen de temperatuur nog hoog genoeg is voor pyrolyse. Als er stroming wordt toegevoegd (bijvoorbeeld als de brandweer een deur opent), gaat het gesmoorde vuur zuurstof aanzuigen. Wanneer de mengverhouding van pyrolysegassen en zuurstof juist is volgt er een explosieve ontbranding.

De volgende rookeigenschappen zijn belangrijke indicatoren:

- **Kleur & dichtheid:** Een donkerdere kleur en een hogere dichtheid (te meten door met een zaklamp te schijnen) geeft een later ontledingsproces aan. De rook bevat dan veel brandbare rookgassen.
- **Volume & snelheid uitstroom:** geven een indicatie van de energie van de brand. Als de rook pulseert (rook wordt naar buiten geperst en weer terug gezogen), kan dit betekenen dat er een ondergeventileerde brand is met risico op een backdraft.

## **2. Stroming (Zuurstoftoevoer)**

Zonder zuurstof is er geen vuur. Omdat een brand na een bepaalde tijd alle zuurstof in een ruimte heeft verbruikt, moet er een opening in de ruimte zijn om de brand verder te laten ontwikkelen. Als de ruimte dicht is, wordt het vuur gesmoord en ontstaat er een ophoping van rookgassen. Bovendien kan de ruimte zijn warmte dan niet kwijt.

De brand wordt dus vertraagd als er geen ventilatie is. De oplopende temperatuur en de ophopende rookgassen zorgen echter voor grote risico's voor manschappen die het gebouw betreden. Wanneer er een inschatting wordt gemaakt van de stroming dan zijn de volgende indicatoren belangrijk:

- Aantal openingen naar de brandhaard
- Stroomsnelheid van de luchttoevoer
- Indeling van het gebouw (is de opening direct in verband met de buitenlucht, of met een ander compartiment van het gebouw?)
- Winddruk (windrichting en windsnelheid)
- Plotselinge turbulentie van de rooklaag komt door ventilatie

## **3. Temperatuur (Energie)**

Als de temperatuur in een gebouw te hoog is dan is een binnentreden onverantwoord. Na een flashover stijgt de binnentemperatuur naar 600°C en worden de gloed en vlammen zichtbaar aan de buitenkant van het gebouw. Aan de hand van thermische schade aan de buitenkant (zoals afgebladderde verf) kan de temperatuur binnen worden ingeschat.

Eenmaal binnen wordt de temperatuur ingeschat door met een vernevelde straal naar het plafond te spuiten. Als het water direct verdampt (dit is hoorbaar en zichtbaar) dan is de temperatuur te hoog voor een binnentreden. Ook als de temperatuur te hoog wordt om rechtop te kunnen staan (laag bij de grond is het koeler), dan dienen de brandweermensen de ruimte te koelen. Dit gebeurt met een waterstraal in de ruimte, of door de ruimte te ventileren. Samenvattend zijn de volgende indicatoren belangrijk:

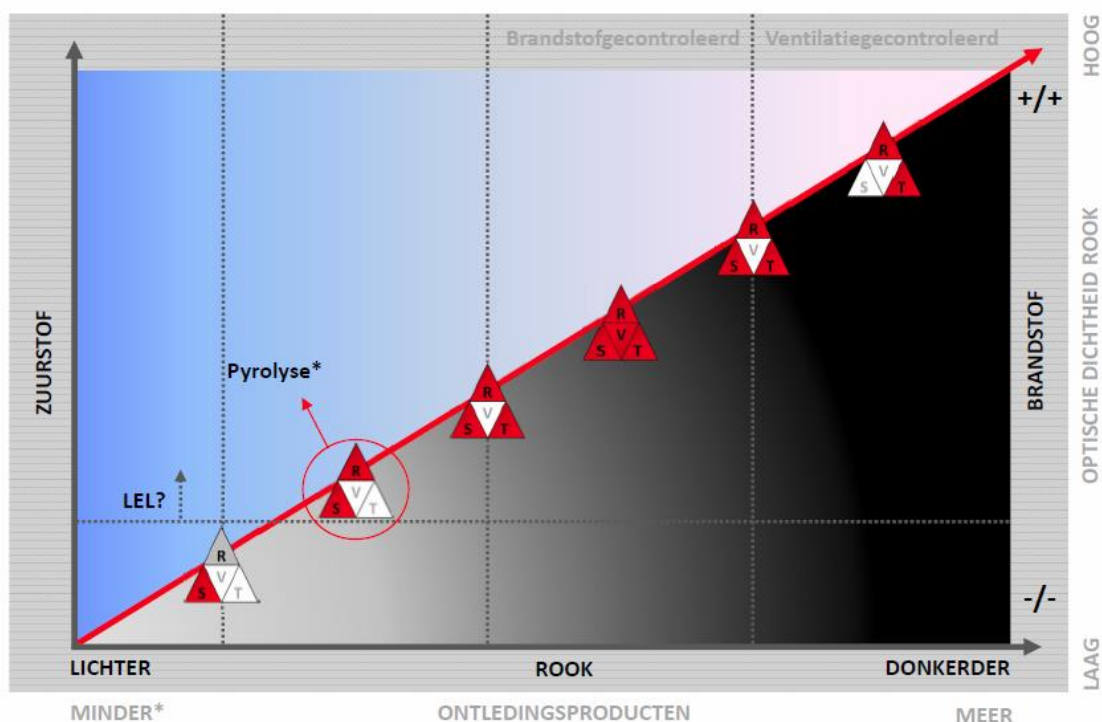
- Zichtbaarheid van de temperatuur: (Vlammen, gloed en thermische schade)
- Voelbaarheid van de temperatuur
- Controleerbaarheid van de temperatuur met de waterstraal

#### 4. Vlammen (Ontbranding)

De vierde indicator zijn de vlammen, of ook wel de ontbranding van de brandstof. De brandweer stelt de volgende vragen: wat brandt er, waar brandt het en hoe brandt het? Ze kijken naar hoe snel het vlamvolume toeneemt, welke kleur de vlammen en de rook hebben en de overgang van een brandstofgecontroleerde brand naar een zuurstofgecontroleerde brand. Samenvattend zijn de volgende punten belangrijk:

- Wat brandt er? Is er brand in het gebouw, of is het gebouw in brand?
- Waar is de brand? (in welke locatie van het gebouw?)
- Hoe snel neemt het vlamvolume toe?
- Welke kleur hebben de vlammen? (indicator voor het ventilatieprofiel)
- Welke kleur heeft de rook? (kan aangeven dat er ontbranding plaatsvindt)

#### Brandontwikkeling



Figuur 17: RSTV-kenmerken brandontwikkeling - Edward Huizer / IFV

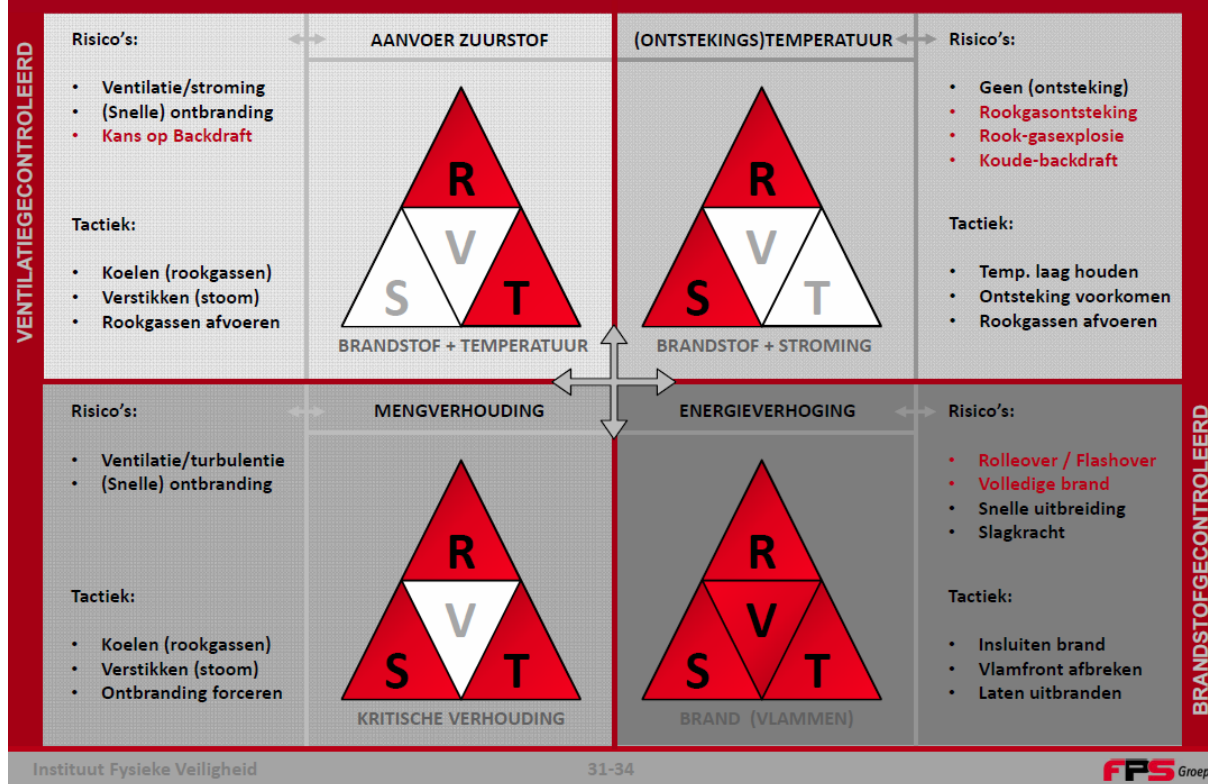
#### Gevaren

In figuur 17 zijn de verschillende RSTV-stadia van een brand weergegeven. In het eerste stadium is er enkel stroming, het zuurstofniveau in het gebouw is optimaal. Als er een object in de ruimte ontbrandt, worden er door pyrolyse rookgassen aangemaakt. Door verdere ontwikkeling van de brand stijgt de temperatuur in de ruimte.

Op dat moment is toetreding door de brandweer zeer gevaarlijk, alle ingrediënten voor een flashover (temperatuur, rookgassen en zuurstof) zijn aanwezig. Alle onderdelen van de RSTV-driehoek zijn dan aanwezig. Vanaf dat moment spreekt men niet meer van een brand in een gebouw, maar staat het gebouw in brand. De brand is hierna zo groot dat de zuurstoftoevoer de beperkende factor wordt, de brand wordt ventilatiegecontroleerd.

Hoewel de vlammen na deze laatste fase in de brandontwikkeling afnemen is het gevaar voor de brandweer nog niet geweken. De temperatuur blijft hoog door het smeulen van de brandstof, en het proces van pyrolyse gaat door. Voordat de brandweer de ruimte betreedt is het dus belangrijk dat de rookgassen gekoeld worden of af worden gevoerd door te ventileren.





Figuur 18: RSTV-Matrix - Edward Huizer / IFV

Figuur 18 laat verschillende brandstadia zien, met hun bijbehorende risico's. Aan de hand van de RSTV-kenmerken kan de brandweer inschatten wat de beste tactiek is om het incident aan te pakken.



## 4.5 Classificatie van binnenruimten

Er zijn twee situaties waarin de manschappen een ruimte kunnen betreden: met zicht en zonder zicht. Rook kan het zicht beperken tot enkele decimeters, of zelfs helemaal wegnemen. In situaties met zicht is er een voordeel: de brandweer kan dan snel een inschatting maken van belangrijke objecten en ruimtefuncties. Dit kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Brandhaarden
- Gevaarlijke stoffen
- Slachtoffers
- Ruimtefunctie (bijvoorbeeld een technische ruimte, of een slaapkamer)
- Obstakels (verplaatsbaar of niet verplaatsbaar)
- Vorm van de ruimte
- Preventieve voorzieningen

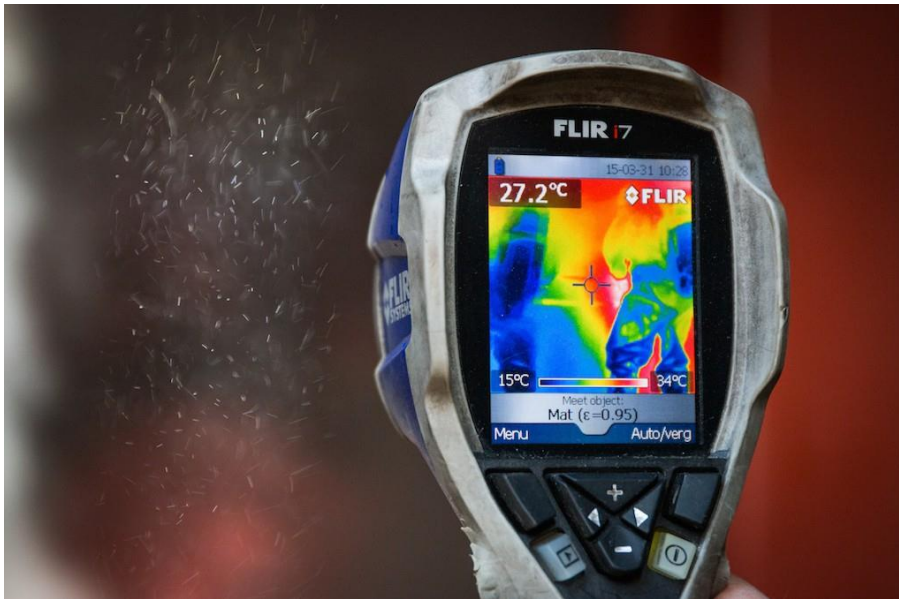
Bij geen zicht is deze informatie moeilijk te verkrijgen. Met de volgende methoden probeert de brandweer toch wat over de ruimte te weten te komen:

- In de handen klappen: als dit een galmend geluid maakt is de ruimte waarschijnlijk groot
- Stampen: zo kan de brandweer inschatten wat voor vloer er ligt. Bij een betonnen vloer kunnen ze met meer vertrouwen doorlopen dan bij een houten vloer, deze zakt sneller in bij brand.
- Op de tast: Bij navigatie langs de muur (zie hoofdstuk 4.6) wordt er op de tast een deel van de ruimte geïdentificeerd:
  - o Vorm van de ruimte
  - o Obstakels (Soort object en verplaatsbaar of niet verplaatsbaar)
  - o Deuren
- Warmtebeeldcamera: met dit apparaat kan de volgende informatie verkregen worden:
  - o Locatie van brandhaarden
  - o Locatie van personen
  - o Vulniveau van tanks

## 4.6 Navigatie, evacuatie en redding

Navigatie gebeurt in de meeste gevallen met een brandslang in de hand. Op deze manier kunnen de manschappen zich binnen beschermen met de koelende werking van het water en hebben ze een 'lifeline' bij de hand om de weg terug te kunnen vinden. De blusploegen gaan naar binnen in teams van twee, volgens het 'buddy-systeem'. De voorste persoon verkent het gebouw door de linker- of rechterwand te volgen. Hierbij houdt hij één hand tegen de wand en voelt hij bij elke stap met zijn andere hand en met zijn voet of er obstakels zijn. De achterste persoon houdt constant contact met de voorste door zijn ademluchttoestel vast te houden (of zijn been als ze moeten kruipen). Elke deur wordt geopend, en in elke ruimte wordt gezocht naar slachtoffers of brandhaarden. Als de aanvalsploeg de ruimte verder van de muur wil aftasten gebruiken ze de cirkelmethode: één persoon houdt de muur vast en de ander verkent de ruimte terwijl hij zijn hand vast houdt.





Figuur 20: Warmtebeeldcamera - [www.tlodeen.com](http://www.tlodeen.com)

### Redding

Als personen niet in staat zijn het pand zelfstandig te verlaten gaat de brandweer over op redding. Ontruiming gaat in volgorde van ruimte, niet volgorde van zelfredzaamheid:

- Eerst ruimte met locatie van de brandhaard
- Dan overstaande ruimte
- Dan ruimtes naast de brandhaard
- Dan schuin tegenover de brandhaard
- Dan ruimte boven de brandhaard
- Dan ruimte onder de brandhaard
- Dan 2 ruimtes boven de brandhaard

Ruimtes die met een luchtkanaal verbonden zijn met de ruimte waar de brandhaard is zijn ook gevaarlijk. Als de brandweer kennis heeft van deze verbindingen worden personen in deze ruimtes ook geëvacueerd.

## 4.7 Opschaling

Bij een kleine brand vertrekt een tankautospuut met zes personen: de manschappen één tot en met vier, een chauffeur/pompbediende en een bevelvoerder die leiding heeft over de manschappen en de chauffeur/pompbediende.

Bij grotere incidenten wordt er opgeschaald. Bij een middelbrand wordt er een tweede tankautospuut ingezet en een Officier van Dienst krijgt leiding over de twee bevelvoerders. Bij een grote brand worden er 3 tankautospuitten ingezet en bij een zeer grote brand komen er een vierde TS en een Hoofdofficier van Dienst. Bovendien kunnen er bij de verschillende incidentformaten specialistische voertuigen en manschappen ingezet worden.

Als incidenten nog verder ontwikkelen in complexiteit en reikwijdte wordt er opgeschaald naar GRIP (Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdingsprocedure). Bij een GRIP-opschaling wordt er tussen verschillende hulpdiensten overlegd, met een Hoofdofficier van Dienst aan de leiding.

Fase	Reikwijdte van het incident
GRIP 1	Bronbestrijding. Incident van beperkte afmetingen. Afstemming tussen de verschillende disciplines nodig.
GRIP 2	Bron- en effectbestrijding. Incident met duidelijke uitstraling naar de omgeving.
GRIP 3	Bedreiging van het welzijn van (grote groepen van) de bevolking binnen één gemeente.
GRIP 4	Gemeentegrensoverschrijdend en/of dreiging van uitbreiding en/of mogelijk schaarste aan primaire levensbehoeften of andere zaken.
GRIP 5	GRIP 4, meerdere regio's.
GRIP Rijk	Behoefte aan sturing door het Rijk in situaties waarin de nationale veiligheid in het geding is of kan zijn.

Tabel 1: GRIP opschaling

## 5. Operationele informatie

De juiste informatie is van groot belang voor een brandweerinzet. Alle informatie die gebruikt wordt bij een repressieve inzet valt in de VRR onder de 'operationele informatie'. Hieronder vallen bijvoorbeeld procedures, draaiboeken en informatie over de omgeving en alle bouwobjecten. Afdeling Operationele Informatie (OI) houdt zich niet alleen bezig met het verzamelen van deze informatie, maar ook met het ontwikkelen van efficiënte methoden om deze informatie aan te bieden.

### 5.1 MOI

Het belangrijkste product van de afdeling is de MOI, het Mobiele Operationele Informatiesysteem. Het MOI is een operationeel systeem en hulpmiddel ten behoeve van het bestrijden van incidenten, maar kan ook door de koude organisatie gebruikt worden voor de bedrijfsvoering. Andere veiligheidsregio's werken met vergelijkbare systemen zoals MDT (Mobiele Data Terminal) of LiveOP. Het voordeel van het MOI is dat dit in eigen beheer ontwikkeld wordt en dat de regie daardoor in eigen handen is.



Figuur 21: MOI tablet in een TAS - [www.nos.nl](http://www.nos.nl)

De MOI wordt weergegeven als website op commercieel verkrijgbare tablets met een 3G of 4G verbinding. De ontwikkelaars hebben de keuze voor een app verworpen, zodat ze geen rekening hoefden te houden met verschillende besturingssystemen.

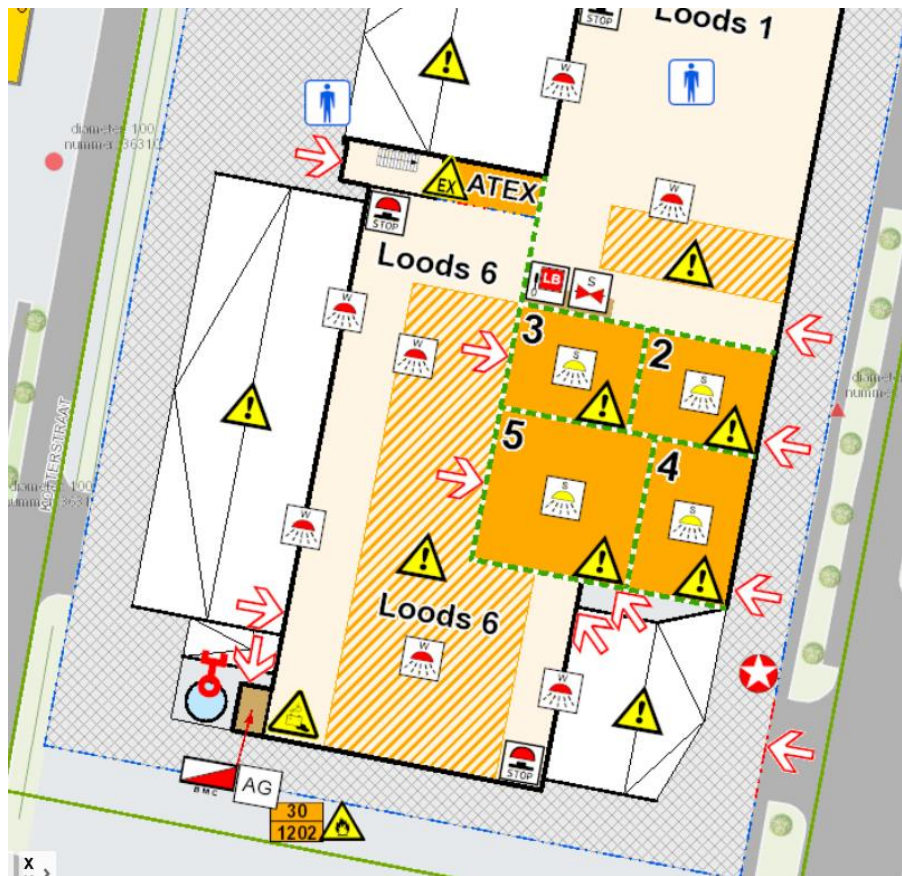
Het systeem bevat basisdocumenten zoals aanvalsplannen en procedures, maar ook de DBK (digitale bereikbaarheidskaart). De brandweer kan belangrijke informatie inwinnen voor hun route, zoals:

- Het wegennetwerk inclusief wegen die niet begaanbaar zijn voor gewoon autoverkeer
- Actuele wegafsluitingen
- Hectometerpalen
- Trambovenleidingen

De DBK geeft de bevelvoerders en Officier van Dienst ook belangrijke informatie voor een aanvalsplan. Als opvolger van de oude papieren aanvalskaarten geeft de geografische informatie onder andere de volgende informatie weer:

- De vorm van het gebouw
- Brandweeringangen
- Brandwerende scheidingen
- Droge stijgleidingen
- Gevaarlijke stoffen
- Afsluiters voor elektriciteit en gas

Informatie komt uit verschillende bronnen. Afdeling Geo-informatie verzamelt en prepareert geografische datasets, en maakt ze beschikbaar voor alle afdelingen binnen de brandweer. Afdeling OI tekent zelf objecten in voor de DBK. Dit gebeurt op volgorde van belangrijkheid: eerst de grote gebouwen met een bijeenkomstfunctie of met een verhoogd risico op een incident.



Figuur 22: Digitale Bereikbaarheidskaart MOI

Hoewel MOI en papieren bereikbaarheidskaarten met aanvalsplannen nog naast elkaar bestaan, wordt het MOI steeds belangrijker. De repressieve dienst vertrouwt steeds meer op de digitale informatie die het systeem biedt. De operationele informatie op papier raakt steeds meer verouderd, in de toekomst wordt deze uit de wagens gehaald.

## 5.2 Beperkingen van het MOI en vergelijkbare systemen

Hoewel digitale operationele informatievoorzieningen als het MOI belangrijke voordelen biedt ten opzichte van de papieren informatie zijn er een aantal verbeteringsmogelijkheden. Het meest genoemd is de haperende software: als er verschillende datalagen worden aangevinkt wordt het systeem erg traag. Tijdens een incident telt elke seconde, dus dit soort imperfecties levert grote frustraties op. Het MOI bestaat pas enkele jaren en zoals bij veel nieuwe ontwikkelingen zijn er vlakken waar verbeteringen mogelijk zijn. Naar kritiek wordt serieus geluisterd door de afdeling OI, en voor zover het budget en de hulpmiddelen het toestaan worden problemen aangepakt.

### Navigatie

Het ontbreekt de hulpdiensten aan een navigatiesysteem dat speciaal voor hen ontwikkeld is. Op dit moment rijdt de brandweer met TomTom, maar dit systeem kent alleen de autowegen die burgers ook mogen gebruiken. Vaak maken brandweerwagens gebruik van kortere wegen die TomTom niet

kent, zoals fietspaden en busbanen. De chauffeur rijdt op het navigatiesysteem, en achterin fungeert één van de manschappen als navigator. Hij raadpleegt het MOI voor bijvoorbeeld straatafsluitingen en trambovenleidingen. Het verlangen van de brandweer is een navigatiesysteem in het MOI dat routes berekent over trajecten die voor hen begaanbaar zijn, met extra informatie die voor brandweernavigatie relevant is.

### Gebruikersgemak

Het MOI is voor ieder persoon hetzelfde. Het is aan de gebruiker zelf om informatie te selecteren die voor hem relevant is, dit kan door bronnen te raadplegen of lagers te selecteren in de DBK. Dit proces kost in de ogen van veel personen te veel tijd, en vergt veel kennis van de interface van het MOI. Het is bijvoorbeeld belangrijk dat een bevelvoerder precies weet waar hij bepaalde informatie kan vinden.

Het MOI beschikt over filters voor verschillende functies binnen de brandweer. Gebruikers geven aan dat deze filters nog te moeilijk vindbaar zijn en dat ze alsnog lang op zoek zijn naar de benodigde informatie. Met slimme filtering die met zo min mogelijk klikken bereikbaar is kan de grote hoeveelheid informatie wellicht effectiever worden aangeboden. Een voorbeeld hiervan is een indeling in functie binnen de brandweer en moment van de inzet:

<b>Functie</b>
Manschap
Bevelvoerder
Officier van Dienst
Meldkamer

Tabel 2: Filterverdeling op brandweerfunctie

<b>Moment van de inzet</b>
Moment van de melding
Tijdens het aanrijden
Verkenning van het incident
Bestrijding van het incident

Tabel 3: Filterverdeling op moment van inzet



### **Oriëntatie in het incident**

Verskillende gebruikers hebben aangegeven moeite te hebben zich via de 2D-kaarten te verplaatsen in het echte incident. De kaarten hebben een hoge informatiedichtheid met veel symbolen, waardoor er regelmatig verwarring ontstaat. Bovendien wordt van de objecten in de DBK enkel de begane grond ingetekend, van andere bouwlagen is enkel een statische afbeelding of tekstuele informatie beschikbaar.

Veel mensen van de warme organisatie zijn het eens dat een gebouwmodel in 3D de informatie beter kan weergeven dan de huidige 2D-plattegronden. Een extra dimensie levert een aantal voordelen:

- 3D geeft beter inzicht in de ruimte. De extra dimensie maakt het model herkenbaarder dan een plattegrond.
- Op de plattegrond is het grote aantal symbolen verwarrend. In 3D kan semantische informatie op de gebouwonderdelen worden weergegeven, en kunnen objecten in hun werkelijke vorm worden weergegeven in plaats van een 2D symbool. Op deze manier kan het model meer informatie weergeven terwijl de afbeelding overzichtelijk blijft.
- 3D-indoormodellen kunnen gebruikt worden voor lokalisatie van de aanvalsploeg en voor navigatiedoeleinden.

### **Hardware en software**

Hardware en software binnen de VRR zijn een beperkende factor voor implementatie van 3D-modellen in het MOI. Medewerkers van de veiligheidsregio werken met 32-bits Windows laptops en 32-bits servers. Afdeling Geo-Informatie en Operationele informatie zijn hierdoor gelimiteerd in hun software-keuze, veel pakketten die 3D volledig ondersteunen zijn niet beschikbaar.

Geo-informatie werkt bijvoorbeeld met ESRI ArcGis 10.1 en kan niet overstappen naar ESRI ArcGis Pro tot de directie hen nieuwe hardware toewijst. Het werkgeheugen van de 32-bits apparatuur is bovendien gelimiteerd tot 4GB, dit zal bij de verwerking van 3D-datasets problemen opleveren.

Een andere beperking is het medium waarop de data wordt weergegeven: het MOI. Zoals gezegd zijn er klachten over de snelheid van de tablets tijdens een inzet. Deze klachten komen over de 2D-datasets die op dit moment alleen maar groter worden door de intekening van nieuwe objecten. Door 3D-informatie aan het MOI toe te voegen zal het systeem te traag worden om goed te functioneren.

## **6. Ervaringen 24-uursdienst**

Bij brandweerwerk komt meer kijken dan bronnenonderzoek en interviews. Om een goed beeld te krijgen van hoe de brandweer handelt tijdens een incident heb ik een 24-uursdienst aan de kazerne Slotlaan in Capelle aan den IJssel bijgewoond. Deze ervaring heeft geleid tot interessante nieuwe inzichten. Wat is er het belangrijkste op het moment dat het fout gaat?

De dag begon interessant: kort na het passen van het bluspak en de schoenen was er een melding met Prio 1 (hoogste prioriteit). Het ging om een OMS (Openbaar Meldsysteem) voor een gebouwbrand. Zoals meestal het geval is bij een OMS ging het om een valse melding, en maakte de tankautospuit rechtsomkeert. Later in de ochtend gebeurde dit nogmaals. De middag was gevuld met een verkenningsoefening in het donker met bluspak en ademluchttoestel en een voetbalwedstrijd.

De volgende melding kwam aan het begin van de avond. Deze 'Prio 1' ging om een omgeslagen speedboot met 12 personen te water. Net als bij een gebouwbrand is het in deze situatie noodzaak zo snel mogelijk te handelen: het is nog onduidelijk wat de omstandigheden bij het incident zijn. Zijn er nog personen in het water? Hebben de personen reddingsvesten aan? Zijn er gewonden? Onderweg met het duikteam en de gespecialiseerde duikwagen ontvangt de bevelvoerder over de portofoon informatie van hulpdiensten die al aanwezig waren. Ook heeft hij contact met de meldkamer en raadpleegt hij de MOI om een beeld te krijgen van het incident. Hij ziet hier bijvoorbeeld welke hulpdiensten aanwezig zijn, en hoe de auto gepositioneerd kan worden. Met



zwaailicht en sirene snelt de auto zich door het centrum van Rotterdam tijdens de spits, terwijl het duikteam van twee personen achterin wordt aangekleed door twee collega's. Vijf minuten voor aankomst krijgt de bevelvoerder van een officier van de politie te horen dat de 12 slachtoffers veilig aan wal staan, en dat de duikwagen om kan keren. Voor de zekerheid wordt er besloten door te rijden naar het incident.

Bij aankomst blijkt dit een goede keuze te zijn geweest: de aanwezige hulpdiensten hebben onvoldoende isolatiedekens en plaatsen in verwarmde wagens om de onderkoelde personen onder te brengen. Na ongeveer een half uur te zijn opgewarmd worden de slachtoffers ter controle naar het ziekenhuis gebracht, en keren we terug naar de kazerne Slotlaan.

Later op de avond zijn er twee meldingen met Prio 2. De eerste ging om personen die vast zaten in een lift, en om half één 's nachts worden we gewekt voor een kat die van een dak gered moet worden. Bij meldingen met Prio 2 is er minder haast geboden. Er wordt direct gereageerd, maar omdat er niemand in direct gevaar is wordt er niet met sirene of zwaailicht gereden.

De 24-uursdienst was met 5 uitrukken relatief druk, de gemiddelde dienst aan de Slotlaan heeft 3 uitrukken. Hoewel er geen uitrukken waren voor een gebouwbrand heeft de dienst tot interessante inzichten geleid. Tijdens de interviews was al meerdere malen gezegd dat de manschappen of de bevelvoerder weinig tijd hebben voor extra informatie, wat ze hiermee bedoelen werd pas echt duidelijk nadat ik een uitruk had meegemaakt. Enkele van mijn bevindingen zijn:

- Tijdens de gemiddelde aanrijdtijd van 7 minuten is er weinig extra tijd om het 3D-model te bekijken. Het MOI-tablet wordt dan gebruikt voor navigatie, en er wordt gezocht naar een goede opstelplaats.
- De bevelvoerder krijgt van verschillende bronnen (Meldkamer, collega's en andere hulpdiensten, MOI) in korte tijd veel informatie te verwerken.
- Sommige brandweermensen hebben nog de voorkeur voor papieren kaarten, omdat deze niet haperen en nooit uit kunnen vallen. Deze kaarten worden echter niet meer bijgewerkt waardoor ze in steden als Rotterdam binnenkort niet meer up-to-date zijn. Het plan is om deze kaarten uit de wagens te halen, wanneer dit gebeurt is nog onzeker.
- De route wordt grotendeels bepaald door de TomTom, en één van de manschappen kijkt naar wegafzettingen. De TomTom berust op het wegennetwerk dat burgers ook mogen gebruiken, maar de brandweer heeft bepaalde vrijstellingen. Zo zullen ze vaak snellere routes nemen of verkeer omzeilen over fietspaden, doorgetrokken strepen en busbanen. Om efficiënt gebruik te kunnen maken van deze vrijstellingen is op dit moment veel kennis van de omgeving nodig.
- Tijdens de ademluchtoefening kreeg ik een goed beeld hoe het is om met de brandweeruitrusting te navigeren in een onbekende ruimte zonder zicht. Zelfs bij kamertemperatuur werd het erg warm na tien minuten, en door de helm en het ademluchttoestel is het erg lastig elkaar te verstaan. Ook beperkt het ademluchtmasker het zicht en maakt het fysieke inspanningen zwaarder dan zonder uitrusting.

## 7. Implementatie 3D-indoormodellen in de veiligheidsketen

3D-indoormodellen zijn versimpelde digitale weergave van binnenruimten. Deze modellen geven een uitstekend beeld van de vormgeving van een ruimte, het is voor de lezer makkelijker om zich in de situatie te verplaatsen dan bij een 2D-plattegrond. Bovendien biedt een geometrisch correct 3D-model analysemogelijkheden die met een plattegrond niet mogelijk zouden zijn.

Hoe 3D-informatie de brandweerorganisatie kan helpen wordt in dit hoofdstuk uitgelegd per schakel van de veiligheidsketen.

### 7.1 Proactie

Bij proactie gaat het om veiligheid als onderdeel van de besluitvorming. De brandweer heeft in deze schakel van de veiligheidsketen de rol om te adviseren bij besluitvorming. De juiste informatievoorziening, zoals uitgebreide ruimtelijke informatie, helpt bij het maken van de juiste keuzes bij ruimtelijke planning. Zo kunnen 3D-modellen een beeld geven van de bereikbaarheid van gebouwen of de locatie van gevaarlijke stoffen ten opzichte van gebouwen met een bijeenkomstfunctie.

De brandweer inventariseert bestaande en nieuwe risico's omtrent:

- Fysiek veilige omgeving voor burgers
- Veilig bouwen door de toepassing van brandveilige materialen en voorzieningen
- Veilig gebruik maken van de omgeving en de objecten
- Veilig optreden voor hulpverleners
- Bereikbaarheid hulpdiensten

Op basis van deze inventarisatie geeft de brandweer advies aan projectleiders. De 3D-modellen die tijdens de proactie-face gebruikt komen niet voort uit gescande point-clouds, maar zijn digitaal getekende Building Information Models (BIM).

### 7.2 Preventie

Preventie gaat om het nemen van concrete maatregelen ten behoeve van de veiligheid. Zowel het voorkomen van incidenten als het inperken van de mogelijke gevolgen van een incident zijn hierbij belangrijk.

De mogelijke preventieve maatregelen zijn in hoofdstuk 1.1 genoemd. De grootste uitdaging van brandpreventisten ligt bij het bijhouden van de staat van deze maatregelen. Na oplevering van een gebouw kan er veel veranderen, zoals:

- Brandwerende scheidingen worden doorboord om kabels aan te leggen, of er wordt brandbaar materiaal tegenaan geplaatst
- Vluchtwegen zijn versperd
- Blusmiddelen zijn niet gekeurd of ontbreken
- Actieve preventieve maatregelen (sprinklerinstallaties, brandkleppen of meldsystemen) werken niet naar behoren

Op dit moment worden brandslanghaspels elke twee jaar gecontroleerd, en schuim- en poederblussers jaarlijks. Brandwerende scheidingen worden enkel bij oplevering van het gebouw gecontroleerd door de brandweer.

Voor zowel de preventist van de brandweer als de beheerder van het gebouw is het nuttig om een overzichtelijke inventarisatie te hebben van de staat van het gebouw en alle preventiemaatregelen. Deze maatregelen zouden in een indoor-3D omgeving gemodelleerd kunnen worden. De brandweer kan hiermee een snellere controle uitvoeren omdat hij de te controleren objecten precies weet te vinden. Een eventuele vernieuwde staat van het gebouw kan ook gemakkelijk worden geüpdatet en gedeeld met de repressieve diensten. Hierbij moet de keuze gemaakt worden welke preventieve maatregelen wel worden gemodelleerd, en welke niet. Roerende goederen zoals poederblussers en blusdekens kunnen makkelijk verplaatst worden waardoor het model niet meer klopt. Het is dan ook

beter de modellering te beperken tot niet verplaatsbare of moeilijk verplaatsbare objecten zoals brandslanghaspels en sprinklerinstallaties.

De eigenaar heeft daarnaast een digitaal overzicht waarin hij makkelijk kan zien welke preventieve maatregelen er in zijn gebouw zijn. Hiermee kan hij makkelijker inschatten welke wijzigingen hij kan aanbrengen zonder de brandveiligheid te beïnvloeden. Het beste zou zijn als kleine wijzigingen zoals het doorboren van een brandwerende scheiding of het verplaatsen van een poederblusser worden ingevoerd door de beheerder van het gebouw. Als de verantwoordelijkheid van het up-to-date houden van het model bij de beheerder ligt, dan zal deze persoon zelf contact opnemen met de brandweer als een ruimte opnieuw gescand moet worden.

### 7.3 Preparatie

De brandweer moet voorbereid zijn op alle incidenten. Bij trainingen en oefeningen is het belangrijk om alle aspecten van een incident mee te nemen. Het gaat hierbij om techniek, tactiek en mentaal en fysiek uithoudingsvermogen. Voor de tactische trainingen van bevelvoerders en officiers van dienst worden de cursussen, trainingen en oefeningen aangevuld met virtuele trainingen.

Deze trainingen worden op het moment gedaan met Vstep RescueSim, een interactieve trainomgeving voor hulpdiensten.



Bij deze trainingen is het de bedoeling het incident zo goed mogelijk te verkennen, en de juiste keuzes te maken om het incident aan te pakken. Instructeurs hebben constant invloed op het verloop van het incident. Ze kunnen bijvoorbeeld de brand vergroten of objecten toevoegen aan het veld. De omgevingen zijn fictief en worden geleverd door Vstep. De Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond is bezig met een overstap naar XVR, een ander softwarepakket voor virtuele trainingen. Het belangrijkste argument voor deze overstap is het groter aanbod van soorten incidenten dat dit pakket aanbiedt, met bijvoorbeeld de mogelijkheid om te trainen met gevaarlijke stoffen.

Zoals gezegd zijn de virtuele trainingen in fictieve omgevingen. De omgevingen worden aangeleverd door de aanbieder van de software, nieuwe omgevingen kunnen worden aangevraagd tegen een meerprijs. 3D-indoorscans zouden gebruikt kunnen worden om de brandweer in representaties van bestaande omgevingen te laten trainen. Zo kan er nog steeds getraind worden met interactieve situaties en leren de brandweerlieden de gebouwen van binnenuit kennen. In twee situaties levert dit grote voordelen op ten opzichte van trainingen in fictieve modellen:

- Bij grote gebouwen met een ingewikkelde bouwstructuur. Brandweermensen kunnen tijdens de virtuele trainingen ingewikkelde omgevingen zoals grote ziekenhuizen of bedrijfspanden leren kennen zodat navigatie tijdens een echt incident in dat gebouw makkelijker is.
- Gebouwen met verminderde toegankelijkheid. Gebouwen als gevangenissen of legerbases zijn verminderd toegankelijk voor verkenning. Met behulp van een 3D-scan of een BIM kunnen deze gebouwen verkend worden en kunnen ze gebruikt voor virtuele trainingen.

Op dit moment zijn de virtuele trainingen enkel bedoeld voor bevelvoerders en officiers van dienst. Voor technische trainingen van manschappen is de software minder geschikt. De belangrijkste argumenten hiervoor zijn:

- Virtuele trainingen zijn niet fysiek belastend zoals echte situaties
- Geuren, warmte, luchtstroming en drukverschillen (explosies) zijn moeilijk digitaal te simuleren
- Brandweermensen hebben moeite zich in te leven in de gemodelleerde omgeving

Hoewel virtuele trainingen nooit alle aspecten van een echt incident na kunnen bootsen, zijn er mogelijkheden om de werkelijkheid meer te benaderen. Dit begint bij het gebruik van modellen van bestaande gebouwen: het herkennen van een omgeving kan helpen bij het inleven in de situatie. Daarnaast is er een toegenomen belang om de virtuele omgeving goed te observeren omdat deze kennis bij een echt incident van pas kan komen

XVR probeert reële ongemakken zoals verwarring, lawaai en verminderd gezichtsvermogen te simuleren. Daarnaast kunnen hardware-upgrades leiden tot een betere benadering van de werkelijkheid. Op dit moment worden de trainingen uitgevoerd op PC's met kleine beeldschermen, een Virtual Reality-bril (zoals Oculus Rift) geeft de kijker het gevoel midden tussen de afgebeelde objecten te staan.

Met de bovengenoemde ontwikkelingen kunnen sommige van de argumenten om niet op techniek te trainen wellicht worden verworpen. Virtuele trainingen zullen altijd een toevoeging blijven op de 'echte' trainingen in trainingscentra, maar ze zouden ook een waardevolle toevoeging voor de manschappen onder de bevelvoerders kunnen zijn.

Een ander onderdeel van preparatie is het maken van rampbestrijdingsplannen. Het is de taak van de veiligheidsregio om zulke plannen op te stellen voor risicovolle objecten. Dit zijn gebouwen met een verhoogde kans op een incident, of gebouwen met grote gevolgen wanneer een incident plaatsvindt. Voor het maken van een effectief rampbestrijdingsplan is goede informatievoorziening erg belangrijk. In een 3D-indoormodel kunnen alle relevante objecten en informatie worden weergegeven, met hun ruimtelijke relatie ten opzichte van elkaar. Zo kunnen bijvoorbeeld gevaarlijke stoffen in kaart worden gebracht, of de beste vluchtroutes voor grote groepen berekend worden.

## 7.4 Repressie

Wanneer het ondanks preventieve maatregelen toch tot een incident komt, is complete en effectieve informatievoorziening cruciaal. Tijdens repressie is er een belangrijke tijdsfactor bijgekomen: eventuele slachtoffers zijn in gevaar en hulpdiensten moeten vaak risico's nemen om het incident te bestrijden.

Hoewel steeds meer tekeningen in 2D in de Digitale Bereikbaarheidskaarten ingetekend worden, zijn de te betreden gebouwen in de meeste gevallen nog een 'black box' voor de brandweer. Ze weten voor binnentreding nog niet hoe het gebouw er van binnen uitziet. Bij woningen kunnen de manschappen bij een verkenning vaak nog uit de voeten met ervaring, intuïtie en informatie van eventuele bewoners die buiten staan. Bij meer ingewikkelde bouwwerken levert het tekort aan informatie een groter probleem op.

3D-informatie kan de brandweer een overzichtelijk beeld geven van het incident. De twee belangrijkste beperkende factoren van deze toepassing zijn tijdsdruk, en information overload. Bevelvoerders hebben onderweg naar het incident slechts enkele minuten om dit model te raadplegen, terwijl ze druk bezig zijn met navigatie naar het incident en contact met de meldkamer. De bevelvoerders en officier van dienst hebben veel informatie te verwerken. 3D-modellen zouden veel aspecten hiervan ruimtelijk en overzichtelijk samen kunnen brengen, mits ze effectief worden aangeboden. Bevelvoerders en manschappen kunnen op deze manier onderweg al een deel van de verkenning doen, en hun tactiek afstemmen op de kennis die ze van de situatie krijgen.

Veel bevelvoerders uiten het verlangen om hun aanvalsploeg van buitenaf te kunnen tracken. Als ze kunnen zien waar de brandweermensen zich bevinden kunnen ze gerichte aanwijzingen geven, of personen terugvinden bij ongevallen. Tracking kan alleen plaatsvinden als er een ruimtelijk model is waarin de positie van manschappen bepaald kan worden, een gescand 3D-indoormodel zou hier uitweg kunnen bieden.

Ook voor de manschappen die het gebouw betreden kunnen 3D-indoormodellen hulp bieden. Navigatie bij slecht zicht neemt veel tijd in beslag, terwijl het incident zich verder kan ontwikkelen. Tijdens deze verkenning bestaat, zoals besproken in hoofdstuk 4.6, uit navigatie door het gebouw en het identificeren van objecten en ruimtes. Het doel is redding van personen in nood of het bestrijden van een brand. Bij één van de eerste keuzes voor een verkenning kan een overzichtelijk model al uitkomst bieden: vindt verkenning plaats langs de linkerwand of langs de rechterwand?

Een deel van de taken van manschappen binnen zou overgenomen of vergemakkelijkt kunnen worden door een overzichtelijk 3D-indoormodel van de ruimte. Dit model zou de manschappen kunnen vertellen:

- Waar in het gebouw gevaarlijke stoffen zijn
- Waar en welke preventieve maatregelen genomen zijn
- Waar de technische ruimten met afsluiters voor water, stroom en gas zijn
- Waar onverplaatsbare objecten (zoals machines of vaste meubels) staan waar de manschappen omheen moeten navigeren
- Of navigatie langs een linker- of rechterwand het effectiefst is
- Waar vluchtwegen zijn
- Waar verlaagde plafonds zijn
- Hoe de ruimte achter een muur of deur eruit ziet voor blussing met een Fognail of Cobra
- Hoe brandhaarden geventileerd worden (via welke wegen kan lucht worden aangevoerd?)
- Waar mensen zich waarschijnlijk bevinden

Een 3D-indoormodel voorziet de manschappen van informatie die hun optreden effectiever en veiliger maakt. Een aantal taken wordt de aanvalsploeg uit handen genomen zodat de brandweermensen meer tijd en focus kunnen besteden aan blussing en redding.

## 7.5 Nazorg

Na een incident moeten de gehele organisatie zo snel mogelijk klaar zijn voor de volgende inzet. Met evaluaties kunnen de brandweerlieden leren van de uitruk en hun opgedane kennis toepassen bij een ander incident. Als alle gebeurtenissen en handelingen in het perspectief van een ruimtelijk model worden geplaatst krijgen de betrokkenen een beter overzicht van het incident, en van de rol die zij in het geheel speelden.

### Brandonderzoek

Na een brand start het brandonderzoek. Brandweermensen gaan dan langs om te kijken wat de brandoorzaak is, hoe de brand verliep en hoe effectief de preventieve maatregelen en de repressieve

inzet waren. De resultaten van dit onderzoek worden gebruikt als lessen voor de hele veiligheidsketen:

- Hoe kan brand voorkomen worden?
- Hoe kunnen de gevolgen van brand beperkt worden?
- Hoe kan de repressieve dienst zo effectief mogelijk ingezet worden?

Als er veel schade is door de brand of door het bluswater kan een 3D-model bij het brandonderzoek helpen om gebouwen na een brand te vergelijken met hun oorspronkelijke staat. Hieruit kunnen brandoorzaken herleid worden of worden inschattingen worden gemaakt over het brandverloop.

## **7.6 Overzicht toepassingsmogelijkheden**

Veel van de toepassingen waren ook mogelijk met de bestaande digitale operationele informatie. Op sommige vlakken biedt 3D-indoornformatie verbeteringen, op andere vlakken ontstaan er toepassingen die eerst niet mogelijk waren. Ook zijn er 'outdoor'-aspecten die zich het beste in 3D laten weergeven. Daarnaast is het verstandig om bij de implementatie van 3D-indoormodellen rekening te houden met de bestaande 2D-indoormodellen en 2D-outdoormodellen, en het product aan te sluiten op de voorzieningen die nu al gebruikt worden.

Tabel 4 geeft een opsomming van de genoemde toepassingsmogelijkheden:

Tabel 4: Toepassingen bestaand MOI, 3D-outdoormodellen en 3D-indoormodellen

oplossingen	Schakels in de veiligheidsketen				
	Proactie	Preventie	Preparatie	Repressie	Nazorg
bestaand MOI (2D)	Inschatting van nabije gevaren	lokaliseren van preventieve maatregelen	aanvalsplannen maken	navigatie naar het incident	
			Maken van aanvalsplannen	operationele informatie zoals blusmiddelen, preventie-maatregelen en gevaarlijke stoffen	
3D outdoor modellen	overzicht bereikbaarheid gebouwen			Weergave van de vorm en hoogte van het gebouw	
	inzicht in omgevings-risico's			Beter inzicht in omgevingskenmerken	
3D indoor modellen		monitoren staat van de brandveiligheid	realistische virtuele trainingen in bestaande gebouwen	informatie voor veilige betreding	evaluatie van het brandweer-optreden, acties gekoppeld aan de locatie
		gevolgen van gebouwwijzigingen op brandveiligheid weergeven	maken van aanvalsplannen	tracking personeel in pand	hoogwaardig brand-onderzoek met verbeterd inzicht in het brandverloop
		Lokaliseren van preventieve maatregelen		Navigatie in het pand	
				Mogelijke locatie van slachtoffers	
				Vinden van verlaagde plafonds	
				Vinden van: afsluiters, deuren, vluchtwegen en gevaarlijke stoffen	

## 8. Verschillende eisen

Binnen de brandweer heeft iedereen dezelfde einddoelen, maar verschillende personen hanteren verschillende methoden om die doelen te bereiken. Er zijn procedures en draaiboeken voor allerlei situaties, maar verschillende personen zullen vaak een andere tactiek toepassen. Dit komt deels doordat er zo veel aspecten aan een incident zijn dat het de keuze voor een procedure subjectief blijft.

Daarnaast ontwikkelt de procedurevorming constant: door nieuwe inzichten veranderen de repressieve inzetten. Brandweermensen die kort geleden zijn opgeleid kunnen hierdoor andere opvattingen hebben dan de mensen van de 'oude stempel', die wellicht meer vertrouwen op hun jarenlange ervaring dan op recente ontwikkelingen.

Verschillen in opvatting kwamen ook naar boven in de interviews over 3D-indoortechniek. Meningen verschillen over vertrouwen in juistheid van de data, de toepassingsmogelijkheden en de devices die gebruikt kunnen worden om de modellen te gebruiken tijdens een inzet.

### Vertrouwen in juistheid van de data

Data in een 3D-indoormodel uit een puntenwolkscan kan om drie redenen onnauwkeurig zijn:

- Er zijn wijzigingen in de ruimte aangebracht waardoor het model niet meer klopt
- Er zijn fouten gemaakt tijdens het maken van de scan, of het berekenen van het model. Er kunnen bijvoorbeeld gaten zitten in de data, of objecten zoals deuren worden niet weergegeven
- Het model kan semantische informatie of ruimte- en objectinformatie identificeren. Bijvoorbeeld een ruimtefunctie wordt berekend met een nauwkeurigheid van 78%, door te kijken door wat voor ruimtefuncties die locatie omringd wordt. Ook kunnen gaten in de data (zoals bijvoorbeeld een gat in een vloer) opgevuld worden door de omringende ruimte door te rekenen met een bepaalde 'level of accuracy'.

Deze onnauwkeurigheden leveren onzekerheden op voor de brandweer. De ene actor vindt dit genoeg reden om de modellen te verwerpen, de ander heeft minder grote bezwaren. De meningen hierover verschillen dus en zijn grotendeels in te delen in drie opvattingen:

1. Ik wil zeker weten dat de data klopt, anders vertrouw ik niet in het 3D-model
2. Ik wil de data combineren met mijn eigen kennis. Het is nuttig om te weergeven hoe zeker ik ervan kan zijn of de voorspelling klopt, dus in combinatie met het level of accuracy (nauwkeurigheidsniveau van de onzekerheden) kan ik het model goed gebruiken.
3. Op dit moment zijn de ruimtes in de meeste gevallen een 'black box', ik heb geen idee waar ik naar binnen stap. Ik ben het gewend om te gaan met onzekerheden, ik vertrouw graag op de 3D-informatie als het effectief ingezet wordt.

Een sceptische houding van de brandweer is geen verrassing, zij zijn ten slotte degenen die de risico's lopen tijdens een inzet. Toch tonen de meeste personen een open houding richting vernieuwingen. Een groter vertrouwen in de techniek komt pas als de modellen zich hebben bewezen in oefeningen, en later tijdens inzetten. Daarom is het belangrijk dat de pilot van de techniek van goede kwaliteit is. Problemen als trage software of ingewikkelde interfaces zullen een negatief effect hebben op de acceptatie van 3D-indoormodellen.

### Toepassingen

De geïnterviewde personen van geo-informatie, operationele informatie, preventie en repressie geloven allemaal in het nut van 3D-indoormodellen in hun vakgebied. Bij repressie is er echter nog wat onenigheid over hoe de techniek kan worden toegepast. De ene persoon wil enkel het 3D-model bekijken voordat hij/zij het gebouw betreedt, de ander wil het liefst een Virtual Realitybril in zijn ademluchtmasker hebben die uitgebreide informatie geeft over de verkenningroute, temperatuur



en het vulniveau van zijn luchtfles. Wel zijn alle Officiëren van Dienst en bevelvoerders het er over eens dat het tracken van personen een zeer nuttige aanvulling zou zijn.

Ook zijn er verschillende gradaties in enthousiasme over het dragen van nieuwe devices. Afhankelijk van het vertrouwen in de meerwaarde van 3D-indoormodellen zijn de brandweermensen ook meer bereid devices bij zich te dragen. De grootste angst is dat extra apparaten hun bewegingsvrijheid beperken en dat te veel informatie de brandweermensen afleidt van hun werk.

## 9. Systeemvereisten

Het doel is een product te leveren dat zo veel mogelijk mensen bij de brandweer helpt efficiënt en effectief en veilig te werken. Voordat de techniek efficiënt en effectief werkt is er een aantal eisen waar aan voldaan moet worden.

### 3D-ready maken van de organisatie

Voordat 3D-indoormodellen bij de brandweer worden geïmplementeerd moet de organisatie er klaar voor zijn: hardware en software moeten worden geüpgraded. Deze ontwikkeling kost erg veel geld, terwijl het budget van de brandweerorganisatie krimpt. Er moet dus draagvlak gecreëerd worden voor dit soort investeringen. Dit draagvlak kan ontstaan uit begrip voor het belang van 3D-modellen, maar ook uit het feit dat vernieuwing van de computers en servers voordelen voor andere organisaties binnen de brandweer biedt.

Ook moeten mensen intern opgeleid worden om met nieuwe software en technieken aan de slag te kunnen. Er wordt op dit moment niet met 3D-modellen gewerkt, en de werknemers van operationele informatie en geo-informatie hebben hier nog weinig ervaring mee. Wel is uit de interviews gebleken dat deze partijen graag deel uit willen maken van deze vernieuwingen.

### Bruikbaarheid voor elke actor

3D-indoormodellen kunnen breed ingezet worden binnen de brandweerorganisatie. De uitdaging ligt bij het ontwikkelen van complete modellen die informatie bevatten waar elke actor iets mee kan, en die ook makkelijk toepasbaar is voor die actor. Een preventist stelt bijvoorbeeld andere eisen aan het model dan de aanvalsploeg die een brandend gebouw betreedt. Daarom is het belangrijk filters te maken zoals in hoofdstuk 5.2 besproken is.

De filterverdeling in tabel 2 en 3 in hoofdstuk 5.2 is een voorbeeld. Verschillende actoren zullen verschillende voorkeuren hebben. Het is daarom belangrijk om de filters goed af te stemmen met zo veel mogelijk brandweermensen.

### Level of detail

Voor de brandweer is het vooral belangrijk om een beeld te krijgen van de ruimte, en van welke objecten zich waar bevinden. Dit kan al met een laag level of detail, hoog genoeg om vaste objecten en vormen in de ruimte te herkennen. Een laag level of detail is visueel minder aantrekkelijk maar volstaat voor de doelen die de brandweer voor ogen heeft. Bovendien zijn de kleinere datasets beter toepasbaar, en kan er gekozen worden voor goedkopere scanmethoden.

De keuze voor een laag level of detail heeft ook negatieve kanten. Sommige mogelijke toepassingen worden uitgesloten, zoals navigatie voor drones en robots. Bovendien is het op dit moment moeilijk te zeggen met welke apparaten er in de toekomst gewerkt wordt, wellicht wordt er geüpgraded naar hardware die gemakkelijk met grotere datasets om kan gaan.

### Scanmethoden

Er zijn verschillende methoden om puntenwolken te maken voor de 3D-indoormodellen. Als optie voor de brandweer zijn er bijvoorbeeld de Leica scanner, de Zeb01 scanner en de Google Tango tablet. Voor de eisen van het level of detail maakt de Google Tango tablet puntenwolken met voldoende detail. Bovendien is deze tablet met een aanschafprijs van 500 euro aanzienlijk goedkoper, en gebruikersvriendelijker voor minder ervaren gebruikers. De Google Tango tablet maakt de modellen on-the-go, zodat het resultaat van de scan direct zichtbaar is.



**Figuur 23: Google Tango Tablet - [www.anandtech.com](http://www.anandtech.com)**

### **Devices**

De modellen kunnen op verschillende soorten devices worden weergegeven. Als de software net als het MOI als website wordt weergegeven kan de data op computers en laptops worden geraadpleegd door de koude organisatie.

De warme organisatie heeft verschillende eisen per functie en tijdstip. Bevelvoerders kunnen onderweg gebruik maken van een tablet om een verkenning te doen in het 3D-model. Eenmaal aangekomen willen bevelvoerders en Officiers van Dienst hun handen vrijhouden. Alle geïnterviewde bevelvoerders en Ovd's wilden de data op een tablet blijven raadplegen, maar er zijn verschillende manieren waarop de apparaten gepositioneerd kunnen worden:

- Een bevestiging aan de arm had voor de meeste personen de voorkeur.
- De tablet kan ook om de nek gehangen worden. Het voordeel hiervan is dat een bevelvoerder het device makkelijk weg kan leggen als hij het gebouw betreedt.
- De tablet kan ook op een tri-pod neergezet worden, of worden bevestigd aan de buitenkant van de bus. Zo is het niet nodig een apparaat mee te nemen, maar zal de gebruiker altijd naar de tablet toe moeten lopen om hem te gebruiken.

De aanvalsploeg stellen andere eisen aan de devices. Hitte, water en harde stoten zorgen voor zware omstandigheden voor elektrische apparaten, en in veel situaties is het zicht slechts enkele centimeters. Daarom kunnen de manschappen binnen alleen gebruik maken van de volgende twee soorten devices:

- Een Google Glass-achtige bril in het adembluustoestel die de brandweer het zicht niet ontnemt, maar hen van de belangrijkste informatie voorziet
- Een betrouwbare audio-verbinding met een persoon die buiten het gebouw het 3D-model raadpleegt en instructies geeft

### **Vereisten voor tracking**

Tracking van manschappen zou hun veiligheid en effectiviteit aanmerkelijk verbeteren. Een 3D-indoormodel kan de omgeving vormen waarin de manschappen zich bevinden, als er een systeem is waarmee hun locatie goed bepaald kan worden. Dit hoeft niet op de centimeter nauwkeurig, de juiste bouwlaag en de juiste ruimte met een afwijking van hooguit enkele meters zou de manschappen een grote dienst bewijzen.

Indoor tracking tijdens een brand is echter lastig. Er is geen stroom, en veel zendapparatuur gaat stuk door de hitte en het bluswater. De vereisten aan een trackingsysteem zijn:

- Nauwkeurigheid van 3 meter
- Eventueel zendapparatuur in het gebouw moet bestand zijn tegen water en hitte
- Tracking moet mogelijk zijn door dikke betonnen muren
- Tracking moet mogelijk zijn vanaf grote afstanden

## 10. Schema met onderdelen 3D-model

Om het uiteindelijke 3D-model aan de eisen van alle actoren te laten voldoen en hem geschikt te maken voor alle genoemde toepassingen is er veel informatie nodig. Alle benodigde objecten en informatieonderdelen staan opgesomd in het '**Schema inhoud 3D-indoormodel**' in bijlage 3. Het feit dat er meer dan 100 regels in dit schema staan laat het belang zien van een effectieve manier om deze informatie aan te bieden.

Het schema is ingedeeld in drie thema's: objecteigenschappen die tekstueel worden weergegeven, de buitenomgeving en de binnenomgeving. Kolom E geeft weer hoe de eerder genoemde objecten of informatie-onderdelen worden gevisualiseerd en kolom F geeft een eventuele toelichting.

De meeste onderdelen in het schema worden in het huidige MOI ook aangeboden. De extra dimensie biedt echter meer toepassingen dan de huidige informatievoorziening, zoals in Tabel 4 is samengevat.

## 11. Conclusie

Informatievoorziening is cruciaal voor de brandweer. 3D-indoormodellen zijn een belangrijke aanvulling op de huidige informatievoorziening om de volgende redenen:

- Een 3D-model geeft een beter inzicht in de ruimte, de lezer kan zich makkelijker in de situatie verplaatsen
- 3D-modellen blijven met meer informatie overzichtelijker dan 2D-plattegronden
- 3D-modellen kunnen dingen weergeven die in 2D-modellen niet kunnen worden weergegeven zoals gebouwhoogte, plafondhoogte en verlaagde plafonds
- 3D-indoormodellen kunnen de basis vormen voor de tracking van manschappen
- In een 3D-omgeving kunnen processen als brandverloop beter worden begrepen, en in relatie gebracht worden met de ruimte waarin het proces verliep

De implementatie van deze techniek is een grote stap voor de brandweer. Het is een kostbare ontwikkeling die upgrades op softwareniveau, hardwareniveau en organisatorisch niveau van de organisatie vraagt. Op dit moment is de software (het digitale operationele informatiesysteem) ongeschikt voor een 3D-upgrade, is veel van de hardware nog ongeschikt voor omgang met de grote 3D-bestanden en moeten mensen nog getraind worden om met de nieuwe technieken om te gaan. Bovendien moet de techniek voldoen aan een grote hoeveelheid wensen: binnen de brandweer zijn er verschillende taken, en elk individu doet zijn taak op een eigen manier. De uitdaging is veelzijdige software te ontwikkelen, die snel en intuïtief inzetbaar is op de momenten dat het ertoe doet.

De modellen vragen om aanzienlijke inspanningen en investeringen maar kunnen de brandweerorganisatie een grote dienst bewijzen. Immers, deze inspanningen zullen bijdragen aan de effectiviteit van de brandweer, en daarmee aan de veiligheid van Nederland.

## Bronnen

### Interviews

De meeste informatie is verkregen aan de hand van interviews en gesprekken met verschillende medewerkers binnen de VRR. Hartelijk dank aan allen!

V. Oskam	Stagebegeleider, Afdeling Onderzoek & Analyse
H.J. Fransen	Stagebegeleider, Hoofdofficier van Dienst, Adviseur Gevaarlijke
Stoffen	
I.N. van der Kooy	Afdeling Geo-informatie
A.J. van Eijk	Virtueel trainen
P.C.J. de Kort	Virtueel trainen
R.E. Smaal	Operationele Informatie (DBK)
Ph.L van der Have	Operationele Informatie (DBK)
R.J.A. van Leeuwen	Operationele Informatie (DBK)
M.J. van Houwelingen	Preventie
P.J.M. Schuurmans	Officier van Dienst, Regionaal Coördinator Brandveilig Leven
K.F. van Veen	Bevelvoerder / brandonderzoek
R.F. van Werkhoven	Officier van Dienst
H.J. Steens	Operationele Informatie
M. van Wanrooij	CIO en IM-OT Limburg, hoofd geovakgroep
H. Djurrema	Algemeen Commandant Brandweer, lid crisisteam
M. Vink	Crisisteam, beheer LCMS

En van de SIMs3D projectgroep:

S. Zlatanova  
A. Diakité  
S. Nikoohemat  
M.S. Peter  
R. Peters

### Overige bronnen

Brandweeropleiding IFV (2014): Kwadrantenmodel voor Gebouwbrandbestrijding  
<https://www.ifv.nl/adviesennovatie/Documents/Werkdocument%20Kwadrantenmodel%20Gebouwbrandbestrijding.pdf>

Brandweer Rotterdam-Rijnmond: Handleiding MOI

SIMs3D onderzoeksgroep: [www.sims3d.net](http://www.sims3d.net)

Edward Huizer, IFV (2013): RSTV van theorie naar praktijk  
[http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/3.%20RSTV%20Congres%2012-04-2013%20\(Edward%20Huizer\).pdf](http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/3.%20RSTV%20Congres%2012-04-2013%20(Edward%20Huizer).pdf)



# Bijlagen

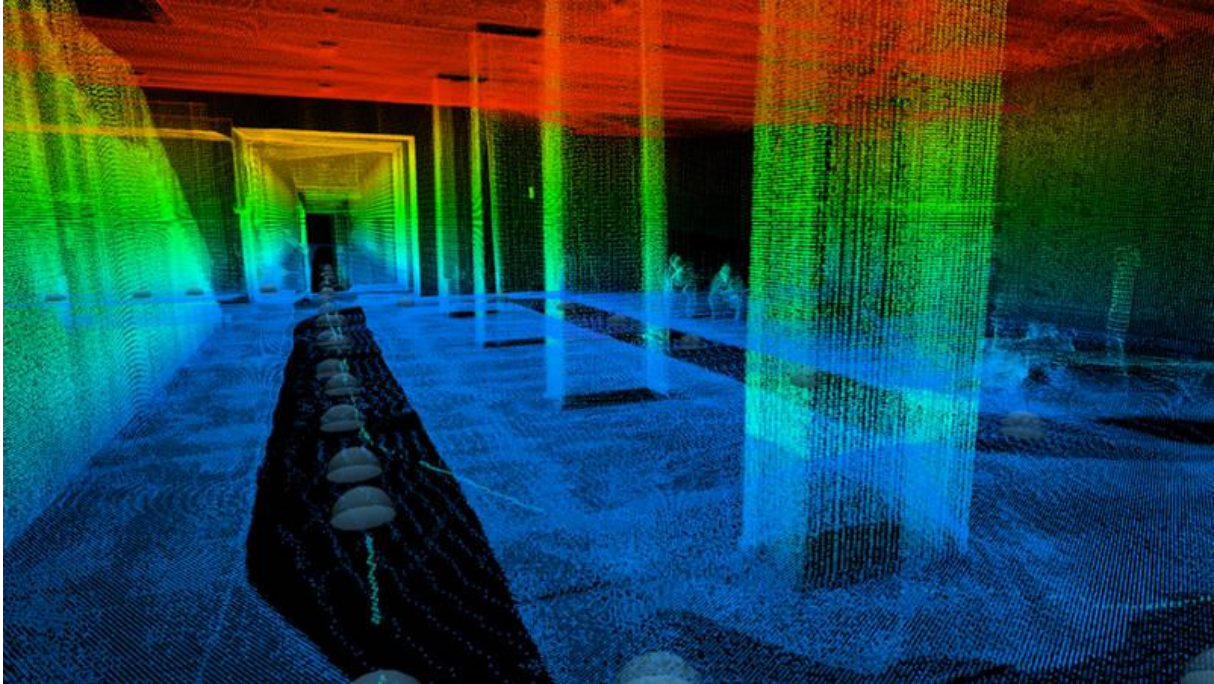
## 1: RSTV-model



## Bijlage 2: uitleg 3D-indoormodellen

De SIMs3D projectgroep ontwikkelt semantisch rijke 3D-indoormodellen van grote openbare gebouwen. Deze modellen zijn digitale weergaven van de binnenruimten waarin eigenschappen als ruimtefuncties, bouwmaterialen en objectnamen weergegeven kunnen worden.

De eerste stap bij het maken van zo'n indoormodel is het scannen van de ruimte. Met apparaten als de Google Tango Tablet, de Leica scanner of de ZEB1 worden zogenaamde point clouds (puntenwolken) gemaakt.



Figuur 24: Voorbeeld van een 3D point cloud – [www.tum.de](http://www.tum.de)

Uit deze 3D point cloud moet vervolgens een 3D-model gegenereerd worden. De ruimte tussen de punten wordt doorberekend naar vlakken en vormen waarin de gescande ruimte herkend kan worden. De Google Tango Tablet doet dit real-time, bij de ZEB1 en de Leica scanner gebeurt dit achteraf.



Figuur 25: 3D-indoor model van een scan met de Google Tango Tablet - [www.sims3d.net](http://www.sims3d.net)

De laatste stap is het verbinden van semantische informatie aan het model. Voor deze stap betekent het model nog niets, het is enkel de vorm van de ruimte. Objecten zoals deuren, sprinklers of containers met gevaarlijke stoffen dienen geïdentificeerd te worden, en bouwmaterialen en eigenschappen zoals houten vloeren en verlaagde plafonds moeten in het model verwerkt worden. Ook is het voor de gebruiker belangrijk dat de topologische informatie (ruimtefuncties en relaties tussen ruimten) uit het model op te maken zijn. Op dit moment zijn er geen automatische of halfautomatische methoden beschikbaar om de modellen te voorzien van deze informatie en is deze laatste stap een tijdrovend proces. Eén van de doelen van het SIMs3D-project is dan ook het ontwikkelen van halfautomatische en automatische procedures om ruimtes met semantische en topologische informatie te modelleren.