

Unieke scenario's met vergelijkbare patronen

Bouwstenen voor gezamenlijke slagkracht bij
grootschalige en specialistische incidenten



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

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2026

Auteurs	M. Kobes, J. Hermans
Met medewerking van	R. Weewer, G. Janssen
Contactpersoon	G. Janssen
Opdrachtgever	Ministerie van Justitie en Veiligheid
Contactpersoon	H. Hazebroek
Datum	4 augustus 2026
Coverfoto	G. Janssen

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

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

Inhoud

Managementsamenvatting	5
Inleiding	8
Deel 1 – Theoretisch kader	14
1 Uitgangspunten	15
1.1 Leren van historische incidenten	15
1.2 Interpretaties van het begrip ‘slagkracht’	16
1.3 Slagkracht over de regiogrenzen heen	17
2 Analysekader	20
2.1 Modellen als hulpmiddel	20
2.2 Van scenariopatronen naar bouwstenen voor een referentiekader voor het slagkrachtprofiel	21
3 Slagkrachtmodel	23
3.1 Definitie van slagkracht	23
3.2 Het slagkrachtmodel: slagkracht als systeem	24
3.3 Het slagkrachtmodel in internationaal perspectief	26
Deel 2 – Scenarioanalyse	28
4 Vier onderzochte scenario's	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Aansluiting bij de Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid	29
4.3 Relevante casussen	33
4.4 Toelichting op de gebruikte bronnen	36
5 Scenariowaarnemingen	38
5.1 Inleiding	38
5.2 Kenmerken van de incidenten en de impact op mens, dier en omgeving	38
5.3 Interventiekenmerken	44
Deel 3 – Bouwstenen voor een landelijk referentiekader	56
6 Typische omstandigheden en structurele patronen	57
6.1 Inleiding	57
6.2 Typische omstandigheden bij grootschalige en specialistische incidenten	57
6.3 Overkoepelende scenariopatronen	60
6.4 Relatie tussen scenariopatronen en het slagkrachtmodel	65
6.5 Duiding van de resultaten	70
7 Referentiekader voor gezamenlijke slagkracht	72
7.1 Inleiding	72
7.2 Ontwerpprincipes voor de gezamenlijke slagkracht	72

7.3	Duiding van de resultaten	75
	Bron- en literatuurlijst	77
	Literatuur deel 1: Theoretisch kader	77
	Literatuur deel 2: Scenarioanalyse	78
	Literatuur deel 3: Bouwstenen	84
	BIJLAGEN	86
	Bijlage 1 - Kenmerkenmodel	87
	Bijlage 2 – Overzicht van relevante casussen	92
	Bijlage 3 - Operationalisatie van het slagkrachtmodel	103

Managementsamenvatting

De aard van incidenten in Nederland verandert. Door klimaatverandering, technische en maatschappelijke ontwikkelingen en internationale spanning neemt de kans toe dat incidenten complexer, grootschaliger en langduriger van aard worden. Deze ontwikkelingen leggen structurele druk op de brandweerorganisatie. De Inspectie Justitie en Veiligheid concludeerde in 2025 dat de gezamenlijke slagkracht van de brandweer tekortschiet, onder andere door regionale verschillen, versnippering en het ontbreken van eenduidige landelijke afspraken.

Tegen deze achtergrond heeft het ministerie van Justitie en Veiligheid het NIPV gevraagd om inzicht te bieden in de benodigde gezamenlijke slagkracht. Dit rapport levert bouwstenen voor een landelijk referentiekader, op basis van een analyse van nationale en internationale literatuur en historische incidenten binnen vier scenario's: rivieroverstromingen, gelijktijdige natuurbranden, grootschalige chemische incidenten en instortingen.

Kerninzicht: geen unieke incidenten, maar herkenbare patronen

De analyse van ruim zestig historische incidenten laat zien dat de druk op de brandweer bij grootschalige incidenten meestal niet ontstaat door unieke situaties. Hoewel incidenten op het eerste gezicht verschillen, keren steeds dezelfde omstandigheden terug met betrekking tot de brandweerinzet. Deze omstandigheden treden vaak gelijktijdig op en versterken elkaar, waardoor de complexiteit van het optreden toeneemt en samenwerking tussen regio's noodzakelijk wordt.

Deze terugkerende omstandigheden (scenariopatronen) leggen structurele druk op het vermogen van de brandweer om tijdig en effectief op te treden. Dit vermogen duiden we als slagkracht: het geheel aan personele, materiële, organisatorische en operationele vermogens waarover een veiligheidsregio beschikt om te handelen bij zowel dagelijkse incidenten als grootschalige en specialistische situaties.

De analyse laat zien dat elk scenariopatroon samenhangt met een slagkrachtpatroon: de specifieke manier waarop de slagkracht onder druk komt te staan en wat dit vraagt van de organisatie. Het gaat om de volgende samenhangende patronen:

- 1. Langdurige onzekerheid & snelle escalatie**
bemoeilijken de besluitvorming en vragen om het vermogen om met informatie-onzekerheid om te gaan en te improviseren.
- 2. Ruimtelijk gespreide gelijktijdigheid en/of cascade-effecten**
vragen om samenhangende sturing, voortdurende afstemming en keuzes in inzetverdeling.
- 3. Schaarse specialistische capaciteit (en groeiende hulpvraag)**
maken scherpe prioritering en doelgerichte inzet noodzakelijk en vragen om opschaling en interregionale samenwerking.

- 4. Complexe & veiligheidskritische werkomgeving**
beperken de inzetmogelijkheden en vragen om informatie, discipline en afstemming met partners.
- 5. Grensoverschrijdende/ gezamenlijke inzet**
is noodzakelijk en vraagt om gecoördineerde opschaling, waarbij afstemming en informatie-uitwisseling belangrijker zijn dan het toevoegen van extra personeel.
- 6. Massale blootstelling & maatschappelijke impact**
versterken de inzetdynamiek en vragen adaptief vermogen, improvisatie en het vermogen om onder hoge maatschappelijke en operationele druk te handelen.
- 7. Ketenafhankelijk & netwerkgestuurde inzet**
maken dat het optreden mede afhankelijk is van lokale inbedding, samenwerking en informatie-uitwisseling.
- 8. Bestuurlijke complexiteit & maatschappelijke druk**
beïnvloeden de prioritering van brandweertaken en de besluitvorming.
- 9. Technologische afhankelijkheid & systeemuitval**
belemmeren het operationeel optreden en maken redundantie en improvisatievermogen noodzakelijk.
- 10. Langdurige inzet & systeemvermoeidheid**
leiden tot oplopende mentale, fysieke en organisatorische belasting en beperken het uithoudingsvermogen van sleutelfunctionarissen en ander brandweerpersoneel.

Slagkracht als samenhangend systeem

Om de samenhang in deze patronen inzichtelijk te maken, is een slagkrachtmodel ontwikkeld, dat het belangrijkste resultaat van de voor dit onderzoek uitgevoerde literatuurstudie vormt. In dit model wordt slagkracht benaderd als een samenhangend systeem van zeven dimensies: capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, leiding & coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen.

Binnen dit model worden twee complementaire vermogens onderscheiden:

- > **Flitskracht:** Het vermogen om snel en adaptief op te treden in de eerste fase van een incident. Het verwijst naar de kracht om onder hoge onzekerheid snel te verkennen, informatie te verzamelen en te duiden, eerste besluiten te nemen en het optreden te organiseren en uit te voeren.
- > **Duurkracht:** Het vermogen om de inzet te organiseren, uit te voeren, op te schalen en vol te houden wanneer een incident langer duurt of complexer wordt. Het verwijst naar het vermogen om inzet over tijd en in samenhang met partners te organiseren en beheersbaar te houden.

Effectief optreden vraagt om een balans tussen beide: voldoende snelheid en flexibiliteit in de beginfase, en een tijdige overgang naar een georganiseerde en langdurig vol te houden inzet.

Slagkracht is daarbij dynamisch en manifesteert zich verschillend per fase van het incident: de dreigingsfase, de acute fase en de nafase. In de dreigingsfase zijn informatievoorziening, opschaling en leiding & coördinatie bepalend voor het verdere verloop, waarbij vertraging en terughoudendheid leiden tot een zwaardere belasting in latere fasen. In de acute fase verschuift het zwaartepunt van snel en adaptief optreden (flitskracht) naar het organiseren en volhouden van inzet (duurkracht). In de nafase blijkt het beheerst afschalen complex door

verschillen in risico-inschatting, prioriteiten en betrokken partijen. De kwaliteit van het optreden in de vroege fasen is daarbij van invloed op de beheersbaarheid in latere fasen.

Implicatie

De opgave ligt niet alleen in méér capaciteit, maar ook om een andere manier van denken en handelen. Naast het versterken van de bestaande capaciteit (de kleine incidenten klein houden) gaat het ook om het anders organiseren van deze capaciteit in een stelsel van gezamenlijke slagkracht. De focus verschuift van het voorbereiden op specifieke scenario's naar het versterken van het handelen onder terugkerende complexe omstandigheden. Dit vraagt om versterking van de duurkracht, zodat samenwerking en bijstand minder afhankelijk worden van beschikbaarheid en ad-hoc afstemming, en meer vooraf en systematisch worden georganiseerd.

Bouwstenen voor een landelijk referentiekader

Op basis van de analyse zijn ontwerpprincipes geformuleerd die bouwstenen vormen voor een toekomstig landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht. De kern daarvan is:

- > Inzetcapaciteit die modulair en combineerbaar is en is ingericht op gelijktijdigheid
- > Collectieve paraatheid, gebaseerd op onzekerheid en gedeeld risicobewustzijn
- > Informatievoorziening gericht op gezamenlijke duiding en besluitvorming
- > Opschaling als een voorspelbaar en doorlopend proces
- > Meerschallige en robuuste leiding en coördinatie
- > Structureel georganiseerde samenwerking met ketenpartners
- > Uithoudingsvermogen als leidend ontwerpprincipe.

Het referentiekader geeft daarmee richting aan de versterking van duurkracht, namelijk aan de wijze waarop opschaling wordt ingericht, op basis van welke signalen of ontwikkelingen dit plaatsvindt, en hoe capaciteit, prioritering, afstemming met ketenpartners en langdurige inzet over regio's en organisaties worden georganiseerd en gecoördineerd.

Centrale conclusie

De gezamenlijke slagkracht ontstaat niet vanzelf uit de optelsom van regionale capaciteit, maar vraagt om een expliciet ingericht en landelijk afgestemd systeem. De bouwstenen voor het referentiekader bieden hiervoor de basis, zodat gelijktijdigheid, schaarste en langdurige inzet over regiogrenzen heen georganiseerd kunnen worden. Daarbij is het essentieel om flitskracht te behouden én duurkracht te versterken.

Inleiding

Aanleiding voor het onderzoek

Onder invloed van klimaatverandering, technologische en maatschappelijke ontwikkelingen en internationale spanningen neemt de waarschijnlijkheid toe dat incidenten complexer, grootschaliger en langduriger worden. Dit leidt tot een toenemende structurele druk op de brandweerorganisatie. In *Grenzen bereikt* (2025) concludeert de Inspectie Justitie en Veiligheid dat de gezamenlijke slagkracht van de brandweer bij dergelijke incidenten tekortschiet. De Inspectie wijst onder meer op het uitblijven van een adequate implementatie van GBO 2.0, het ontbreken van gegarandeerde landelijke slagkracht bij gelijktijdige of langdurige incidenten, grote regionale verschillen in capaciteit en organisatie, en een gebrek aan uniforme afspraken over sturing, mandatering en inzet bij schaarste. Personele en materiële tekorten zetten bovendien direct druk op de restdekking in de eigen regio, terwijl informatievoorziening, opleiding, planvorming en specialistische voorzieningen versnipperd en onvoldoende geborgd zijn. Deze bevindingen onderstrepen de noodzaak van een landelijk referentiekader met duidelijke normen, afspraken en structuren voor gezamenlijk brandweeroptreden op nationaal niveau. Dit onderzoek bouwt hierop voort en reikt de ontwerpprincipes, bouwstenen en beleidsadviezen aan voor zo'n kader.

Probleem- en doelstelling

Er is op dit moment geen bestaande methodiek voor het vaststellen van een landelijke risicoanalyse in het kader van een landelijk dekkingsplan brandweezorg. Wel is er een vastgestelde *Rijksbrede Risicoanalyse* (RbRa), waarin de grootste landelijke risico's voor onze maatschappij zijn beschreven. Deze is echter niet toegespitst op de benodigde slagkracht van de brandweer. Het ministerie van Justitie en Veiligheid wil daarom komen tot een risicoanalyse voor de brandweezorg en heeft het NIPV gevraagd te onderzoeken wat in de literatuur bekend is over vergelijkbare incidenten in binnen- en buitenland voor de volgende vier scenario's:

1. Een overstroming van een rivier
2. Gelijktijdige natuurbranden
3. Een groot chemisch incident (bijvoorbeeld een lekkage bij een ammoniaktransport)
4. Een grootschalige redding na instorting.

Doel van dit onderzoek is om, op basis van historische incidenten en binnen- en buitenlandse literatuur, een gestructureerd overzicht te geven van inzichten die nodig zijn voor het ontwikkelen van een landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht voor de vier geselecteerde scenario's.

Onderzoeksvragen

Hoofdvraag

Welke kerninzichten uit nationale en internationale literatuur en historische incidenten over de volgende vier grootschalige en specialistische scenario's – te weten: een overstroming van een rivier, gelijktijdige natuurbranden, een groot chemisch ongeval, en een grootschalige redding na instorting – kunnen dienen als bouwstenen voor een landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht?

Deelvragen

1. Welke historische nationale en internationale incidenten zijn relevant voor elk van de vier scenario's?
2. Welke kwantitatieve en kwalitatieve gegevens over deze historische incidenten zijn beschikbaar?
 - a. Wat zijn de kenmerken van deze type incidenten?
 - b. Wat zijn de taken die bij deze incidenten door de brandweer zijn uitgevoerd?
 - c. Welke middelen zijn ingezet, in termen van expertise, materieel, mensen en coördinatie?
 - d. Hoe verliepen de opschaling en samenwerking tussen betrokken regionale, landelijke en externe eenheden?
 - e. Wat was de tijdsduur van de brandweerinzet?
3. Welke belangrijke lessen kunnen wij trekken ten aanzien van deze vier scenario's?
4. Welke structurele patronen komen naar voren voor wat betreft de benodigde en daadwerkelijk ingezette (boven)regionale slagkracht – inclusief opschaling, middelen, specialismen en inzetduur – en over de samenwerking en mandatering?

Methode

Onderzoeksopzet

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van de verschillende scenario's, te beginnen met het scenario 'overstroming van een rivier'. Voor elk scenario zijn twee fasen doorlopen: (1) een inventarisatie van relevante casussen, gevolgd door een selectie van de casussen die zijn meegenomen in (2) een verdiepende analyse (zie 'analyseaanpak'). Na afronding van alle scenario's zijn in een overkoepelende eindfase de bevindingen gesynthetiseerd en de onderzoeksvragen integraal beantwoord.

Dataverzameling

De dataverzameling richt zich op grootschalige en specialistische incidenten die inhoudelijk vergelijkbaar zijn met de onderzochte scenario's. Bronnen zijn:

- > Openbare documenten en websites van nationale en internationale veiligheids- en hulpverleningsorganisaties
- > (Wetenschappelijke) databanken waar het NIPV toegang toe heeft (bijvoorbeeld ScienceDirect)
- > Aanvullende informatie uit het (inter)nationale netwerk.

Zowel peer-reviewed literatuur als grijze literatuur (zoals rapporten, evaluaties en beleidsdocumenten) is meegenomen.

Selectie van casussen (historische incidenten)

Op basis van de literatuurscan zijn per scenario enkele historische incidenten geselecteerd voor nadere analyse. De selectie is geleid door de volgende relevantiecriteria:

- > Inhoudelijke vergelijkbaarheid met het scenario (bijvoorbeeld rivieroverstroming, gelijktijdige natuurbranden, grootschalige redding na instorting, groot chemisch ongeval)
- > Langdurige brandweerinzet (≥ 24 uur)
- > Mate van opschaling (grip 3 - 4, nationale coördinatie, internationale bijstand)
- > Multiregionale inzet en/of afschaling van reguliere brandweezorg
- > Inzet van specialistische teams
- > Aanwezigheid van beperkte informatie, hoge dynamiek en/of onverwachte escalatiemomenten
- > Dreiging voor vitale infrastructuur.

Overige criteria waren:

- > Beschikbaarheid van voldoende documentatie over inzet, samenwerking en besluitvorming
- > Meerdere casussen per scenario (streefgetal: minimaal 2).

Analyseaanpak

De analyse is per scenario thematisch en systematisch uitgevoerd en omvatte:

- > Databundeling per casus: extractie van kerngegevens (kenmerken, taken, inzetduur, middelen, opschaling).
- > Themacodering: ordening langs terugkerende thema's (bijvoorbeeld situatiebeeld, coördinatie/ opschaling, capaciteit, specialistische inzet, effecten op vitale infrastructuur).
- > Patroonherkenning en vergelijking: identificatie van terugkerende patronen, principes en variaties tussen casussen en (waar relevant) tussen scenario's.
- > Synthese per scenario: formulering van voorlopige werkhypothesen en bouwstenen (patronen en principes) die richting geven aan een landelijk referentiekader voor benodigde slagkracht.

Gezien de beperkte details in de beschikbare bronnen over de ingezette capaciteit en opschaling, lag de nadruk op kwalitatieve inzichten en principes.

Inzet van AI in de literatuurscan

Tijdens de literatuurscan zijn AI-tools (taalmodellen) gebruikt als ondersteunend instrument in het verwerkingsproces. Deze tools zijn gebruikt voor het screenen, samenvatten, structureren en ordenen van literatuur per scenario, en voor het gericht zoeken naar aanvullende historische incidenten en mogelijke verbanden. De inzet was iteratief, waarbij door middel van gerichte prompts resultaten telkens zijn aangescherpt en geverifieerd. De AI-tools zijn uitsluitend ter ondersteuning gebruikt in de analyse en niet als autonome bron van feiten of conclusies. Alle gegenereerde output is kritisch beoordeeld, geïnterpreteerd en getoetst door de onderzoekers. De oorspronkelijke bronnen zijn geraadpleegd om juistheid en context te controleren. Hiermee is geborgd dat de uiteindelijke analyse gebaseerd is op verifieerbare literatuur en oordelen van de onderzoekers zelf. Bij het gebruik van AI is rekening gehouden met beperkingen zoals mogelijke vertekeningen, onvolledigheden en feitelijke onjuistheden. De resultaten zijn geverifieerd in de expertsessies (zie ook: 'Verificatie door experts').

In de literatuurscan zijn op basis van ruim 100 bronnen in totaal ruim 1.300 waarnemingen in relatie tot slagkracht verzameld. Deze waarnemingen zijn, met bronvermelding, vastgelegd

in een document en systematisch gecodeerd. Het document is op verzoek bij de onderzoekers ter inzage beschikbaar.

Kwaliteitsborging en beperkingen

- > Triangulatie van bronnen: waar mogelijk zijn de bevindingen getoetst aan meerdere bronsoorten (wetenschappelijke literatuur, grijze literatuur, officiële evaluaties).
- > Traceerbaarheid: de gebruikte bronnen zijn per casus en per thema gedocumenteerd.
- > Rol van AI: AI-output is uitsluitend gebruikt als ondersteuning; feitelijke claims zijn handmatig geverifieerd.

Beperkingen van het onderzoek zijn de verschillen in bronkwaliteit tussen landen en organisaties, uiteenlopende detailniveaus over capaciteit en opschaling, en een mogelijke vertekening van de bevindingen door selectieve of uiteenlopende rapportage van incidentevaluaties.

Verificatie door experts

Per scenario is een presentatie met de hoofdbevindingen (ten behoeve van onderzoeksvragen 1–3) voorbereid als input voor een door de opdrachtgever georganiseerde expertsessie. In deze sessies is de benodigde slagkracht voor de betreffende scenario's besproken. Deze expertsessies vallen buiten de scope van deze studie; de onderzoekers zijn wel aanwezig geweest om de hoofdbevindingen te presenteren en toe te lichten. Tijdens de expertsessies zijn geen punten aan het licht gekomen die aanleiding waren om de conclusies uit dit onderzoek te herzien. Wel zijn enkele punten nader geduid.

Overkoepelende eindfase

Na afronding van de vier scenarioanalyses is een overkoepelende analyse uitgevoerd. Deze fase omvatte de synthese van scenario-overstijgende patronen en principes en de vertaling daarvan naar bouwstenen voor een landelijk referentiekader voor benodigde slagkracht

Afbakening

De analyse richt zich primair op kwalitatieve inzichten over scenariokenmerken, inzetduur, benodigde middelen, regionale samenwerking en principes van gezamenlijke slagkracht. Kwantitatieve gegevens (zoals aantallen ingezette medewerkers of materieel) worden alleen opgenomen wanneer deze in de geraadpleegde literatuur genoemd worden. Dit onderzoek levert bouwstenen voor een toekomstig landelijk referentiekader; de ontwikkeling van het landelijk referentiekader zelf valt echter buiten het onderzoek.

Leeswijzer

Dit onderzoeksrapport is opgebouwd uit drie delen:

Deel 1 – Theoretisch kader

Dit deel beschrijft het theoretische fundament van het onderzoek. Hierin worden de gebruikte analysekaders toegelicht, waaronder het kenmerkenmodel en het slagkrachtmodel.

Deel 2 – Beschrijving van historische incidenten

In dit deel worden, op basis van literatuuronderzoek, historische incidenten beschreven voor elk van de vier scenariotypen. De beschrijvingen zijn gebaseerd op het kenmerkenmodel en geven inzicht in:

- > de impact van incidenten op mens, omgeving en gebouw
- > de aard van de brandweerinzet, waaronder taken, benodigde capaciteit (mensen en middelen) en de fasering van het incident.

Deel 3 – Analyse en scenariopatronen

Dit deel vormt de kern van het rapport en presenteert de resultaten van de analyse van de historische incidenten, uitgevoerd volgens het in deel 1 beschreven analysekader. Op basis hiervan zijn overkoepelende scenariopatronen geïdentificeerd: omstandigheden en kenmerken die zich voordoen tijdens verschillende incidenten, ongeacht het scenariotype. Deze patronen zijn vervolgens geïnterpreteerd in het licht van het slagkrachtmodel en vertaald naar ontwerpprincipes voor het inrichten van bovenregionale slagkracht bij dit type incidenten.

Begrippenlijst

- > **Slagkracht:** Het totaal aan personele, materiële, organisatorische en operationele capaciteit waarover een veiligheidsregio beschikt om tijdig en effectief op te treden bij zowel dagelijkse incidenten als grootschalige en specialistische omstandigheden. Slagkracht omvat de volgende dimensies:
 - Capaciteit: de beschikbaarheid van voldoende en geschikte mensen en middelen.
 - Paraatheid: de mate waarin deze capaciteit daadwerkelijk inzetbaar is.
 - Informatievoorziening: de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en het delen van operationele informatie voor sturing en situational awareness.
 - Opschaling: het vermogen om onder uiteenlopende omstandigheden snel en uniform op te schalen, inclusief interregionale bijstand.
 - Coördinatie: de kwaliteit en uniformiteit van leiding, besluitvorming en samenwerking tussen posten, regio's en landelijke structuren.
 - Ketenafhankelijkheid: de afhankelijkheid van en samenwerking met andere operationele en bestuurlijke partners.
 - Uithoudingsvermogen: de mogelijkheid om een inzet langdurig te continueren met aflossingen, logistieke ondersteuning en behoud van restdekking.Deze factoren bepalen gezamenlijk welke capaciteit op welk moment feitelijk inzetbaar is.
- > **Flitskracht:** Het vermogen om snel en adaptief op te treden in de eerste fase van een incident. Het verwijst naar de kracht om onder grote onzekerheid snel te verkennen, informatie te verzamelen en te duiden, eerste besluiten te nemen en het optreden te organiseren en uit te voeren.
- > **Duurkracht:** Het vermogen om de inzet te organiseren, uit te voeren, op te schalen en vol te houden wanneer een incident langer duurt of complexer wordt. Het verwijst naar het vermogen om inzet over tijd en in samenhang met partners te organiseren en beheersbaar te houden.
- > **Gezamenlijke slagkracht:** Het inzetvermogen dat ontstaat wanneer meerdere veiligheidsregio's hun mensen, materieel, expertise en specialistische teams

combineren. Deze slagkracht wordt vooral relevant wanneer de regionale middelen tekortschieten door de omvang, complexiteit of duur van een incident.

- > **Kenmerkenmodel:** Een integraal denkkader dat inzicht geeft in de samenhang van factoren die de veiligheid, het verloop van en de inzetmogelijkheden tijdens een incident beïnvloeden.
- > **Slagkrachtmodel:** Een analytisch hulpmiddel dat beschrijft welke organisatorische vermogens nodig zijn om grootschalige en specialistische incidenten effectief het hoofd te bieden. Het model onderscheidt zeven samenhangende dimensies van slagkracht – capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen – en maakt inzichtelijk in hoeverre het systeem in staat is om de belasting op te vangen die in verschillende scenario's optreedt.
- > **Scenario patronen:** Combinaties van incidentkenmerken, object- of gebouwkenmerken, omgevingsfactoren, en mens- of diergerelateerde aspecten die gelijktijdig optreden. Deze terugkerende patronen van kenmerken laten zien welke situaties structureel leiden tot verhoogde complexiteit en inzetdruk die de regiogrenzen overstijgt.
- > **Scenariofasering:** Opeenvolgingen of clusters van gebeurtenissen tijdens het incident (zoals fasen, omslagmomenten of escalatiemomenten), inclusief brandweeractiviteiten (interventies) die in reactie hierop worden uitgevoerd. Deze terugkerende patronen geven inzicht in wanneer en met welke snelheid bepaalde interventies, opschaling, specialismen of extra coördinatie nodig zijn.
- > **Slagkrachtpatronen:** Terugkerende manieren waarop dimensies van het slagkrachtmodel (capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, coördinatie, ketenafhankelijkheid, uithoudingsvermogen) zich tijdens een incident manifesteren in gebeurtenissen en brandweerinzet.
Deze terugkerende patronen laten zien welke vermogens herhaaldelijk doorslaggevend zijn voor effectief optreden van de brandweer, en waar regionale versterking noodzakelijk wordt. Ze geven rechtstreeks richting aan het benodigde slagkrachtprofiel om complexe en grootschalige scenario's het hoofd te kunnen bieden.
- > **Referentiekader:** Een set samenhangende bouwstenen voor het slagkrachtprofiel, die voortkomen uit een ordening en vertaling van generieke scenario- en slagkrachtpatronen.
Het kader geeft inzicht in de benodigde gezamenlijke vermogens, en stelt vast welke vermogens in uiteenlopende scenario's noodzakelijk zijn. Het dient als gedeeld vertrekpunt voor beleidsontwikkeling, ontwerpkeuzes en afstemming.
- > **Slagkrachtprofiel:** Een systematische beschrijving van de inzetkracht die de brandweer nodig heeft om een bepaald type grootschalig incident effectief te kunnen beheersen.
Het profiel maakt concreet welke combinatie van vermogens (zoals capaciteit, paraatheid, coördinatie en uithoudingsvermogen) op welk moment en in welke onderlinge samenhang vereist is. Het maakt inzichtelijk waar de belasting van het incident de reguliere capaciteit overstijgt en waar aanvullende, gezamenlijke inzet nodig is
- > **Ontwerpprincipe:** Een richtinggevend uitgangspunt voor de inrichting van slagkracht. *Ontwerpprincipes vertalen inzichten uit scenariopatronen en ontwerpopgaven naar richtinggevend keuzes voor de inrichting van slagkracht. Ze bieden houvast bij het maken van ontwerpbeslissingen, zonder deze volledig voor te schrijven.*

Deel 1 – Theoretisch kader

1 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk wordt het onderzoeksperspectief toegelicht en wordt begrip ‘slagkracht’ uitgewerkt.

1.1 Leren van historische incidenten

De brandweezorg staat zowel nationaal als internationaal voor de uitdaging om voldoende slagkracht te organiseren bij grootschalige incidenten die de capaciteit van één regio¹ overstijgen. Niet alleen in Nederland speelt dan ook een discussie rond gezamenlijke slagkracht, maar ook in andere landen (Vylund e.a., 2024; IPCC, 2022; FEMA, 2019; OECD, 2018; WHO, 2017; NFCC, z.d.). In paragraaf 3.3 wordt hier verder op ingegaan.

Internationaal is literatuur beschikbaar over afzonderlijke grootschalige incidenten (zie deel 2 ‘Scenarioanalyse’), waarvan in dit onderzoek gebruik is gemaakt. Een systematische, vergelijkende studie die dergelijke incidenten over meerdere contexten heen analyseert met als doel generieke bouwstenen voor gezamenlijke slagkracht te ontwikkelen, ontbreekt echter voor zover bekend. Dit onderzoek beoogt in deze leemte te voorzien door middel van een systematische en vergelijkende analyse van historische grootschalige incidenten.

In Nederland wordt de moeilijkheid om voldoende slagkracht te kunnen organiseren onder meer genoemd in het inspectierapport *Grenzen bereikt*. De Inspectie Justitie en Veiligheid hanteert daarin een overwegend normatief-uniform perspectief, waarin het functioneren van het stelsel van brandweezorg wordt beoordeeld aan de hand van vooraf gedefinieerde verwachtingen over opschaling, regie, coördinatie en beschikbaarheid van capaciteit. De focus ligt op structurele borging en voorspelbaarheid ten opzichte van een uniforme meetlat. Deze benadering maakt duidelijk waar het stelsel onder druk staat, maar doet tegelijkertijd weinig recht aan een bewezen kernkwaliteit van de brandweerorganisatie in de praktijk: het vermogen om onder hoge tijdsdruk snel en adaptief te handelen.

Waar de Inspectie primair toetst aan bestaande normen en afspraken, benadert dit onderzoek slagkracht als een ontwerp vraagstuk binnen een complex adaptief systeem. Die combinatie is nodig, omdat slagkracht zowel voortkomt uit vooraf georganiseerde structuren als uit het vermogen om in de praktijk improviserend te handelen. Historische grootschalige incidenten bieden inzichten in dat handelen in de praktijk. Ze maken zichtbaar welke vermogens doorslaggevend zijn en brengen naast tekortkomingen ook succesfactoren in beeld. Door deze inzichten te integreren in een gezamenlijk analytisch raamwerk – waarin scenario’s, incidentfasen en slagkrachtcomponenten samen worden beschouwd – wordt bovendien zichtbaar welke vermogens een adaptief karakter hebben en welke structureel

¹ Internationale equivalenten zijn onder andere de hulpverleningszones in België, fire and rescue services in het Verenigd Koninkrijk en de Franse SDIS; in Duitsland is de organisatie minder regionaal en sterker lokaal en federaal ingericht. In Denemarken en Zweden is de brandweer eveneens grotendeels lokaal/ gemeentelijk georganiseerd, met variërende intergemeentelijke samenwerkingsverbanden. Zie ook de recente NIPV-publicatie *Brandweer in Europa - Een vergelijking van de brandweerstelsels in Nederland, Duitsland, België, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Zweden* (Gaspar & Leene, 2025).

moeten worden geborgd. Deze benadering vormt de basis voor een landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht.

1.2 Interpretaties van het begrip ‘slagkracht’

Uit officiële publicaties over de brandweezorg blijkt dat het begrip slagkracht veelvuldig wordt gebruikt, maar zelden eenduidig wordt gedefinieerd. Het is een overkoepelend begrip dat, afhankelijk van de context, op verschillende manieren kan worden ingevuld. Hieronder worden de landelijke kaders en interpretaties van het begrip in kaart gebracht, gebaseerd op bronnen zoals de *Wet veiligheidsregio's* (2010) en de evaluatie daarvan (Evaluatiecommissie Wvr, 2024), de *Handreiking Dekkingsplannen* (IFV, 2015), strategische visies van Brandweer Nederland (2018), en landelijke inspectierapporten (Inspectie JenV, 2020; 2025). Daarnaast zijn regionale dekkingsplannen (Veiligheidsregio Twente, 2021; Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland, z.d.) en recente onderzoeken door het NIPV over slagkracht en paraatheid (Tanck et al., 2025; Hermans et al., 2026) meegenomen.

De Inspectie JenV (2025) omschrijft slagkracht primair als het vermogen om grootschalige en specialistische incidenten effectief te kunnen bestrijden met de beschikbare toerusting. In de Evaluatie van de Wet veiligheidsregio's wordt slagkracht juist breder geduid als operationele capaciteit op zowel regionaal als nationaal niveau, waarbij wordt geconcludeerd dat de regionale slagkracht is toegenomen, maar het stelsel tekortschiet in gezamenlijke inzet (Evaluatiecommissie Wvr, 2024). De *Contourennota* (Ministerie van JenV, 2022) verbindt slagkracht vervolgens aan structureel inzicht in paraatheid, normering en landelijke coördinatie, terwijl Brandweer Nederland in de *Visie GBO 2.0* slagkracht beschrijft als een landelijk gedeeld, uniform en vol te houden vermogen om schaalbaar op te treden bij grootschalige incidenten (Brandweer Nederland, 2021). Daarmee verschuift het begrip van lokaal of regionaal niveau naar een landelijk stelselbreed vermogen, waarbij het er niet alleen om gaat 'hoeveel je op straat krijgt', maar ook 'hoe lang je dat volhoudt'.

Inzichten uit het recente onderzoek naar paraatheid

Paraatheid vormt een kernbegrip binnen de brandweezorg en crisisbeheersing, maar kent in de praktijk geen uniforme, wettelijke definitie. Terwijl de Wet veiligheidsregio's (2010) wel de verplichting vastlegt om een doelmatige en doeltreffende brandweerorganisatie in stand te houden, wordt het begrip zelf niet expliciet omschreven. Hierdoor ontstaat een veelvormig begrip dat in regionale beleidskaders, landelijke handreikingen en evaluaties telkens nét anders wordt ingevuld.

- > In het dekkingsplan van Veiligheidsregio Twente (2021) wordt paraatheid bijvoorbeeld opgevat als een gedeelde verantwoordelijkheid, waarbij posten gezamenlijk zorgdragen voor voldoende personele, materiële en operationele capaciteit om binnen de gestelde normen uit te rukken. Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland (z.d.) definieert het als de mate waarin de brandweer volgens plan gereed is om uit te rukken op basis van gekwalificeerd personeel, materieel, scenario's en restdekking.
- > In landelijke beleidsdocumenten wordt paraatheid geduid als de mate waarin de brandweer tijdig, adequaat en met voldoende middelen kan uitrukken, opgebouwd uit drie kerncomponenten: beschikbaarheid van personeel en materieel, opkomsttijden en geografische dekking (Instituut Fysieke Veiligheid, 2015).
- > In inspectierapportages van JenV (2020; 2025) wordt paraatheid beoordeeld op basis van beschikbaarheid en opkomsttijden.

In een recent door het NIPV uitgevoerd onderzoek naar de paraatheid van vrijwillige brandweerposten (Hermans e.a., 2026) wordt paraatheid beschreven in termen van de beschikbaarheid en inzetbaarheid van brandweervrijwilligers. Daarbij hanteren veiligheidsregio's en vrijwillige brandweerposten verschillende manieren om deze beschikbaarheid te monitoren, te borgen en waar nodig te versterken. In de praktijk gaat het vooral om de vraag in hoeverre brandweervrijwilligers op ieder moment een adequate inzet kunnen leveren en welke organisatorische, sociale en operationele factoren deze inzetbaarheid beïnvloeden. Omdat veiligheidsregio's en individuele vrijwillige posten sterk verschillen in context- en organisatiecultuurfactoren die van invloed zijn op de paraatheid van vrijwilligers, én in de wijze waarop zij deze paraatheid organiseren, bestaan er uiteenlopende manieren waarop paraatheid wordt beoordeeld en knelpunten worden ervaren.

Meer operationeel-technisch wordt het begrip ingevuld in het *Dekkingsplan 4.0*, waar slagkracht wordt uitgesplitst naar beschikbare voertuigen, bemensing, opkomstvolgorde en tijdige inzet van meerdere TS'en (Ewalds et al., 2024). In specifieke domeinen, zoals natuurbrandbeheersing, wordt slagkracht tenslotte gekoppeld aan de landelijke capaciteit om meerdere grootschalige natuurbranden gedurende 72 uur te bestrijden, inclusief aflossingen en bijstandsvermogen (Tanck et al., 2025). Binnen deze context vormt de beschikbaarheid en inzetbaarheid van personeel – dat voor een belangrijk deel uit vrijwilligers bestaat – een bepalende factor voor het uithoudingsvermogen van de inzet.

Over de hele linie gezien, wordt slagkracht benaderd als het vermogen van de brandweer om tijdig, effectief, schaalbaar en langdurig inzet te leveren bij zowel dagelijkse inzetten als grootschalige en specialistische omstandigheden. De accenten verschillen per schaalniveau en beleidsdocument. Om een eenduidige beschrijving te geven van het begrip, is voor dit onderzoek de overkoepelende definitie ontwikkeld die genoemd staat in paragraaf 3.1.

1.3 Slagkracht over de regiogrenzen heen

Omdat grootschalige incidenten steeds vaker meerdere regio's raken en/of inzet vragen die een enkele veiligheidsregio niet kan leveren – zoals bij overstromingen, natuurbranden of langdurige infrastructuurverstoringen – verschuift de aandacht van regionale slagkracht naar gezamenlijke slagkracht.

1.3.1 Gezamenlijke slagkracht

Wanneer een incident (nog) binnen de veiligheidsregio plaatsvindt, maar de eigen slagkracht onder druk komt te staan, is bijstand vanuit andere regio's nodig. Dit kan gaan om het inzetten van specialistische bijstand, maar ook om het bundelen van capaciteit van meerdere veiligheidsregio's, hierna aangeduid als 'gezamenlijke slagkracht'.

Gezamenlijke slagkracht verwijst naar het inzetvermogen dat ontstaat wanneer meerdere veiligheidsregio's hun mensen, materieel, expertise en specialistische teams combineren. Deze slagkracht wordt vooral relevant wanneer de regionale middelen tekortschieten door de omvang, complexiteit of duur van een incident. Dit speelt bijvoorbeeld bij:

- > Complexe incidenten, waar specialistische teams noodzakelijk zijn.
- > Grootschalige incidenten, waar snel veel capaciteit moet worden ingezet.
- > Langdurige incidenten, die continuïteit en aflossing vereisen.

- > Cascade-incidenten, die zich ontwikkelen tot grotere én andere type incidenten en langdurig aanhouden, waardoor tegelijk veel capaciteit, specialistische teams en aflossing nodig zijn.

1.3.2 Interregionale bijstand

De Watersnoodramp van 1953 is een klassiek voorbeeld waarin de lokale en regionale hulpverlening vrijwel direct overbelast raakte en de landelijke capaciteit zwaar werd aangesproken (Rijkswaterstaat, z.d.). Kazernes, materieel en personeel vielen deels uit door de overstroming en onbereikbaarheid, waardoor landelijke en internationale bijstand noodzakelijk werd. Tegelijkertijd bleek dat ook deze capaciteit beperkt was door logistieke problemen en gebrek aan coördinatie. De ramp maakte duidelijk dat een landelijk georganiseerd systeem voor grootschalige crisisrespons ontbrak.

Om dergelijke situaties het hoofd te bieden, zijn afspraken gemaakt over regionale bijstand en zijn convenanten en landelijke specialismen ontwikkeld, zoals Specialistische Technische Hulpverlening (STH), Incidentbestrijding Gevaarlijke Stoffen (IBGS) en Natuurbrand-beheersing (NBB). Deze specialismen zijn regionaal gepositioneerd maar landelijk inzetbaar, zodat zij snel kunnen worden opgeschaald naar andere regio's.² De gezamenlijke slagkracht wordt ondersteund door landelijke structuren voor logistiek en coördinatie, zoals het Centrum Ondersteuning Landelijke Slagkracht (COLS).

Een belangrijke randvoorwaarde daarbij is dat de eigen basisdekking op orde blijft. In de *Visie Grootschalig Brandweeroptreden* (Brandweer Nederland, 2021) wordt dit expliciet benoemd: bij opschaling moet altijd voldoende capaciteit beschikbaar blijven als verantwoorde restdekking voor het eigen verzorgingsgebied. Het systeem komt echter onder druk te staan wanneer meerdere regio's tegelijk worden getroffen. Er ontstaat dan overvraging van schaarse capaciteit. Personeel raakt sneller uitgeput, materieel is langdurig ingezet of beschadigd en de regionale dekking neemt af. Hierdoor wordt aflossing moeilijker en moeten keuzes worden gemaakt in prioritering. Op dat moment verschuift het zwaartepunt van operationele inzet naar strategische afweging en verdeling, vaak op landelijk niveau.

De gezamenlijke slagkracht van de brandweer is daarmee geen simpele optelsom van 25 afzonderlijke regio's. Zoals ook blijkt uit onderzoek naar de bovenregionale bestrijding van natuurbranden (Tanck e.a., 2025), wordt deze slagkracht bepaald door de mate waarin regio's capaciteit kunnen vrijmaken en op elkaar kunnen afstemmen, terwijl zij hun eigen basisdekking borgen. De feitelijke inzetbaarheid is daarmee situationeel en dynamisch van aard.

1.3.3 Internationale bijstand

Wanneer een incident de nationale slagkracht onder druk zet, kan internationale bijstand noodzakelijk worden. Dit geldt vooral als specifieke expertise of middelen ontbreken, of wanneer de schaal, complexiteit en/of duur de landelijke capaciteit overstijgen.

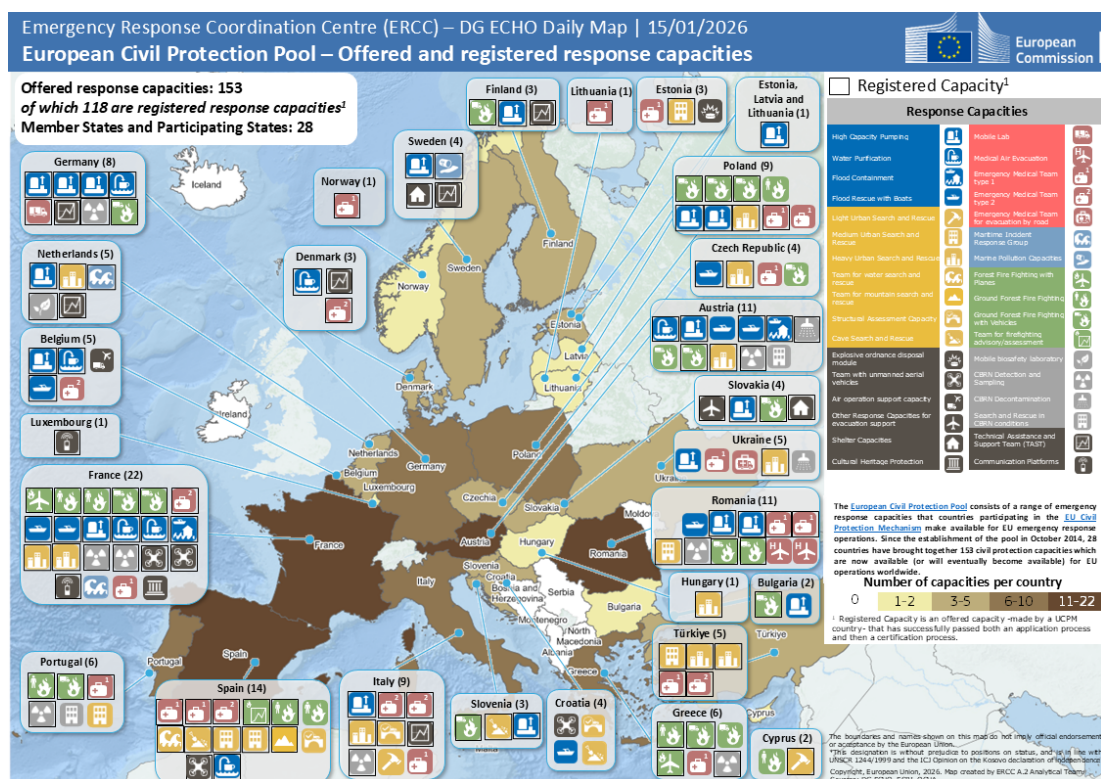
Internationale bijstand wordt vooral relevant bij incidenten zoals:

- > Extreme of grootschalige natuurbranden, waarbij aanvullende specialistische teams, blushelikopters of -vliegtuigen of langdurige inzet nodig zijn.
- > Grootschalige rampen of crises, waarbij simultaan veel capaciteit vereist is die nationaal niet tijdig kan worden geleverd.

² Zie <https://landelijkebrandweerspecialismen.nl>.

- > Langdurige incidenten, waarbij het uithoudingsvermogen van nationale middelen onder druk komt te staan.
- > Complexe of ongebruikelijke scenario's, waarvoor specifieke kennis, materieel of werkwijzen noodzakelijk zijn die nationaal beperkt beschikbaar zijn.

Het aanvragen en ontvangen van internationale bijstand is georganiseerd binnen vaste Europese structuren, met name het Union Civil Protection Mechanism (UCPM) en de bijbehorende EU Host Nation Support Guidelines, die richting geven aan de voorbereiding, coördinatie en integratie van buitenlandse bijstand in de nationale incidentrespons (Europese Commissie, 2024). Deze structuren maken het mogelijk om op verzoek capaciteit, specialismen of expertise uit andere landen te mobiliseren, zie figuur 1.1.



Figuur 1.1. Overzicht van aangeboden en geleverde capaciteit door UCPM³

Internationale bijstand vraagt om aanvullend vermogen van het vragende land op het gebied van coördinatie, informatievoorziening, logistiek en afstemming, onder meer vanwege taal-, cultuur- en systeemverschillen. De effectiviteit van een internationale inzet is daardoor niet alleen afhankelijk van de beschikbaarheid van middelen, maar ook van de mate waarin ontvangst, integratie en aansturing vooraf zijn georganiseerd.

Internationale bijstand vormt het uiterste schaalniveau van slagkracht: zij ondersteunt de nationale respons wanneer regionale en gezamenlijke vermogens onvoldoende zijn, en draagt eraan bij dat ook bij uitzonderlijke, zeer grootschalige of langdurige incidenten effectieve hulpverlening kan worden geborgd.

³ https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/european-civil-protection-pool_en.

2 Analysekamer

2.1 Modellen als hulpmiddel

Een gestructureerde analyse biedt handvatten om van historische incidenten te leren. In dit onderzoek worden hiervoor drie modellen gebruikt.

- > Ten eerste biedt het *kenmerkenmodel* (incident – mens – gebouw – dier – omgeving – interventie) een manier om historische incidenten te begrijpen als dynamische systemen. Het model maakt zichtbaar hoe omgevingscondities, kwetsbaarheden, gebouwkenmerken en het optreden van hulpdiensten elkaar wederzijds beïnvloeden. Door bevindingen uit incidenten systematisch aan deze dimensies te koppelen, ontstaat een beeld van de scenariocondities waaronder de brandweer moet opereren, ook wanneer bronnen beperkt of fragmentarisch zijn. Het kenmerkenmodel is een bestaand model en is in bijlage 1 toegelicht.
- > Ten tweede is het *slagkrachtmodel* ontwikkeld op basis van de inventarisatie met het kenmerkenmodel. Het model kent zeven dimensies (capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen) en wordt gebruikt om te bepalen welke organisatorische vermogens nodig zijn om in verschillende scenario's effectief te kunnen optreden. Waar het kenmerkenmodel de belasting beschrijft, beschrijft het slagkrachtmodel het vermogen om die belasting aan te kunnen. Het slagkrachtmodel is specifiek voor dit onderzoek ontwikkeld en wordt in paragraaf 3.2 toegelicht.
- > Ten derde wordt rekening gehouden met het feit dat grootschalige incidenten zich ontwikkelen in de tijd. Daarom wordt gewerkt met een indeling in drie fasen. Deze fasen zijn in de praktijk niet strikt gescheiden, maar helpen wel om patronen te herkennen in zowel de belasting van het systeem als in de veranderende eisen die aan de slagkracht worden gesteld:
 1. **Dreiging** – vroegtijdige signalering, paraatheid en eerste afstemming tussen regio's wanneer onzekerheid, prognoses en ketenverstoringen zich opstapelen.
 2. **Acute inzet** – gekenmerkt door hoge operationele druk, een toenemende hulpvraag, schaarste aan specialistische capaciteit en de noodzaak tot regionale bijstand. Binnen deze fase zijn twee subfasen te onderscheiden: de *flitsfase*, waarin de eerste brandweereenheden direct optreden, en de *duurfase*, waarin de inzet langdurig moet worden volgehouden, omdat het incident te groot of te complex is om in de flitsfase te beheersen.
 3. **Nafase** – langdurige fysieke en organisatorische belasting na de acute fase, met behoefte aan continuïteit, logistiek en multidisciplinaire samenwerking.

Scenariofasering is daarmee geen precieze weergave van de tijd, maar een hulpmiddel om globaal opeenvolgende gebeurtenissen in beeld te brengen en zo inzicht te krijgen en patronen te herkennen.

De bestudering van historische casussen vormt het uitgangspunt. De internationale literatuur helpt bij de analyse en duiding van deze casussen. Ze wordt in dit onderzoek benut als:

- > *Theoretische onderbouwing* voor kernconcepten zoals grootschaligheid en slagkracht
- > *Methodologische inspiratie* voor de analyse van historische incidenten
- > *Referentiekader* voor de duiding van ontwikkelde indicatoren en bevindingen.

2.2 Van scenariopatronen naar bouwstenen voor een referentiekader voor het slagkrachtprofiel

De historische incidenten leveren inzichten op in het incidentverloop en het vermogen van de brandweer om daarop een inzet te plegen. Door de inzichten uit meerdere incidenten samen te voegen en het geheel te analyseren binnen het gezamenlijke analysekader (kenmerkenmodel × slagkrachtmodel × incidentfasen) kunnen patronen worden herkend:

> **Scenariopatronen**

Combinaties van incidentkenmerken, object- of gebouwkenmerken, omgevingsfactoren, en mens- of diergerelateerde aspecten die gelijktijdig optreden.

Deze terugkerende patronen van kenmerken laten zien welke situaties structureel leiden tot een verhoogde complexiteit en inzetdruk die de regiogrenzen overstijgt.

> **Slagkrachtpatronen**

Terugkerende manieren waarop dimensies van het slagkrachtmodel (capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, coördinatie, ketenafhankelijkheid, uithoudingsvermogen) zich tijdens een incident manifesteren in gebeurtenissen en brandweerinzet.

Deze terugkerende patronen laten zien welke vermogens herhaaldelijk doorslaggevend zijn voor effectief optreden van de brandweer, en waar regionale versterking noodzakelijk wordt. Ze geven rechtstreeks richting aan het benodigde slagkrachtprofiel om complexe en grootschalige scenario's het hoofd te kunnen bieden.

> **Scenariofasering**

Opeenvolgingen of clusters van gebeurtenissen tijdens het incident (zoals fasen, omslagmomenten of escalatiemomenten), inclusief brandweeractiviteiten (interventies) die in reactie hierop worden uitgevoerd.

Deze terugkerende patronen geven inzicht in de vraag wanneer en met welke snelheid bepaalde interventies, opschaling, specialismen of extra coördinatie nodig zijn.

Scenariopatronen en de scenariofasering bieden inzicht in de context en dynamiek van incidenten, terwijl slagkrachtpatronen zichtbaar maken welke vermogens van de brandweer nodig zijn. Door deze patronen te vertalen naar structurele vermogens, ontstaan bouwstenen voor een scenario-overstijgend referentiekader voor het slagkrachtprofiel:

> **Referentiekader**

Een set samenhangende bouwstenen voor het slagkrachtprofiel, die voortkomen uit een ordening en vertaling van generieke scenario- en slagkrachtpatronen.

Het kader geeft inzicht in de benodigde gezamenlijke vermogens, en stelt vast welke vermogens in uiteenlopende scenario's noodzakelijk zijn. Het dient als gedeeld vertrekpunt voor beleidsontwikkeling, ontwerpkeuzes en afstemming.

> **Slagkrachtprofiel**

Een systematische beschrijving van de inzetkracht die de brandweer nodig heeft om een bepaald type grootschalig incident effectief te kunnen beheersen.

Het profiel maakt concreet welke combinatie van vermogens (zoals capaciteit, paraatheid, coördinatie en uithoudingsvermogen) op welk moment en in welke onderlinge samenhang vereist is. Het maakt inzichtelijk waar de belasting van het incident de reguliere capaciteit overstijgt en waar aanvullende, gezamenlijke inzet nodig is.

Het slagkrachtprofiel is opgebouwd uit de zeven dimensies van het slagkrachtmodel, waarbij per dimensie de ontwerpopgave en de ontwerpprincipes zijn geformuleerd.

> **Ontwerpprincipe**

Een richtinggevend uitgangspunt voor de inrichting van slagkracht. *Ontwerpprincipes vertalen inzichten uit scenariopatronen en ontwerpopgaven naar richtinggevende keuzes voor de inrichting van slagkracht. Ze bieden houvast voor consistente ontwerpbeslissingen zonder deze volledig voor te schrijven.*

3 Slagkrachtmodel

3.1 Definitie van slagkracht

Op basis van de verschillende interpretaties van slagkracht, zoals beschreven in paragraaf 1.2, is een samenvattende definitie ontwikkeld. De definitie die in dit onderzoek wordt gehanteerd, luidt als volgt:

Slagkracht is het totaal aan personele, materiële, organisatorische en operationele vermogens waarover een veiligheidsregio beschikt om tijdig en effectief op te treden bij zowel dagelijkse incidenten als grootschalige en specialistische omstandigheden.

Slagkracht omvat de volgende dimensies:

1. Capaciteit: de beschikbaarheid van voldoende en geschikte mensen en middelen.
2. Paraatheid: de mate waarin deze capaciteit daadwerkelijk inzetbaar is.
3. Informatievoorziening: de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en het delen van operationele informatie voor sturing en situational awareness.
4. Opschaling: het vermogen om onder uiteenlopende omstandigheden snel en uniform op te schalen, inclusief regionale bijstand.
5. Leiding en coördinatie: de kwaliteit en uniformiteit van leiding, besluitvorming en samenwerking tussen posten, regio's en landelijke structuren.
6. Ketenafhankelijkheid: de afhankelijkheid van en samenwerking met andere operationele en bestuurlijke partners.
7. Uithoudingsvermogen: de mogelijkheid om een inzet langdurig te continueren met aflossingen, logistieke ondersteuning en behoud van restdekking.

Deze factoren bepalen gezamenlijk welk vermogen op welk moment feitelijk inzetbaar is.

De slagkracht van de brandweer bestaat uit twee elkaar versterkende kernvermogens: flitskracht en duurkracht. Binnen deze componenten vallen de zeven bovengenoemde dimensies. Ze versterken elkaar, maar zijn ook afhankelijk van elkaar.

3.1.1 Flitskracht: het acute vermogen

Flitskracht is het vermogen om snel en adaptief op te treden in de eerste fase van een incident. Het verwijst naar de kracht om onder hoge onzekerheid snel te verkennen, informatie te verzamelen en te duiden, eerste besluiten te nemen en het optreden te organiseren en uit te voeren.

Flitskracht omvat drie dimensies die elkaar logisch opvolgen:

1. *Capaciteit*
Er moet voldoende en geschikte personele en materiële capaciteit zijn om überhaupt te kunnen optreden.
2. *Paraatheid*
Capaciteit heeft pas betekenis als die ook inzetgereed is: beschikbaar, geoefend en uitgerust. Zonder paraatheid is capaciteit slechts potentie, geen slagkracht.

3. Informatievoorziening

Een actueel, gedeeld en betrouwbaar operationeel beeld maakt snelle en juiste besluitvorming mogelijk. Zonder informatievoorziening kan paraat personeel niet effectief worden ingezet.

Flitskracht levert het fundament voor slagkracht en geeft richting aan de brandweerinzet:

- > Fundament: Capaciteit zonder paraatheid is niet inzetbaar.
- > Richting: Paraatheid zonder informatievoorziening is niet doelgericht.

3.1.2 Duurkracht: het vermogen om langdurig en complex op te treden

Duurkracht is het vermogen om de inzet te organiseren, uit te voeren, op te schalen en vol te houden, wanneer een incident langer duurt of complexer wordt. Het verwijst naar het vermogen om een inzet over tijd en in samenhang met partners te organiseren en beheersbaar te houden. Deze component omvat vier dimensies:

4. Leiding en coördinatie

Heldere en consistente operationele regie is nodig om overzicht en richting te houden tijdens een langdurige of complexe inzet. Leiding en coördinatie steunen op een goed operationeel beeld én op een voorspelbare opschalingsstructuur.

5. Opschaling

De organisatie moet snel en uniform kunnen opschalen wanneer de situatie daarom vraagt. Opschaling bouwt voort op leiding en coördinatie: zonder duidelijke regie en afstemming leidt opschaling niet tot meer effectiviteit, maar juist tot extra complexiteit.

6. Ketenaafhankelijkheid

Effectief optreden vraagt om goed functionerende ketenpartners en afgestemde multidisciplinaire processen. Zelfs perfecte interne coördinatie is inefficiënt zonder ketenpartners, als voor een effectieve inzet noodzakelijke of beter geschikte middelen, expertise of bevoegdheden ontbreken.

7. Uithoudingsvermogen

De inzet moet langdurig kunnen worden volgehouden: met logistiek, aflossing, expertisecontinuïteit en restdekking. Uithoudingsvermogen heeft directe invloed op de basis: zonder het vermogen om lang door te gaan, valt capaciteit alsnog weg – en daarmee ook de flitskracht.

Duurkracht organiseert en borgt de brandweerinzet bij langdurige en complexe incidenten:

- > Sturing: Zonder leiding en coördinatie is (opgeschaalde) inzet stuurloos.
- > Actie: Opschaling zonder ketenpartners is inefficiënt.
- > Lange adem: Zonder uithoudingsvermogen stort het geheel alsnog in bij langdurige inzet.

3.2 Het slagkrachtmodel: slagkracht als systeem

Het systeem van de zeven dimensies van slagkracht en de twee complementaire kernvermogens is vormgegeven als een doorlopende cirkel (figuur 3.1). Dit maakt duidelijk dat de dimensies niet los van elkaar kunnen worden gezien, elkaar continu beïnvloeden en geen vaste begin- of eindpunt kennen. Hoewel de dimensies conceptueel zijn te onderscheiden en gekoppeld worden aan flitskracht en duurkracht, functioneren ze in de praktijk als een samenhangend systeem waarin veranderingen in de ene dimensie direct doorwerken in andere dimensies.



Figuur 3.1. Slagkrachtmodel

Zoals ook al in de definitie in paragraaf 3.1 is genoemd, bestaat het slagkrachtmodel uit zeven vaste componenten (dimensies):

1. **Capaciteit** – hoeveel mensen, materieel, specialismen en logistieke middelen nodig zijn.
2. **Paraatheid** – hoe snel de inzet beschikbaar moet zijn en welke in de eerste uren kritiek zijn.
3. **Informatievoorziening** – welke informatiepositie nodig is en waar onzekerheden zitten.
4. **Opschaling** – hoe, wanneer en waarom opschaling plaatsvindt (tijdspad + omvang).
5. **Coördinatie** – welke afstemming, leidingstructuren en multidisciplinaire samenwerking noodzakelijk zijn.
6. **Ketenafhankelijkheid** – afhankelijkheden van infrastructuur, partners en ondersteunende diensten.
7. **Uithoudingsvermogen** – hoe lang inzet moet worden volgehouden en welke aflossing en voorzieningen nodig zijn.

Het model laat zien welke elementen in een slagkrachtprofiel aan bod moeten komen. Het slagkrachtprofiel maakt het inzichtelijk waar de belasting van het incident de reguliere vermogens overstijgt en waar aanvullende, gezamenlijke inzet nodig wordt.

Het slagkrachtprofiel wordt in dit onderzoek opgevat als een samenhangend systeem van vermogens dat zich manifesteert in drie organisatielagen: een bestuurlijke, tactische en operationele laag.

- > Op **bestuurlijk niveau** gaat het om normstelling, prioritering en legitimatie: het vaststellen wanneer gezamenlijke slagkracht nodig is, welke scenariopatronen daarbij leidend zijn en welke opschalings- en prioriteringsprincipes gelden bij schaarste en gelijktijdigheid.
- > Op **tactisch niveau** heeft slagkracht betrekking op de inrichting van inzetconcepten, bijstandsmechanismen, leiding- en coördinatiestructuren en de wijze waarop informatie, expertise en capaciteit worden samengebracht over regiogrenzen heen.

- > Op **operationeel niveau** komt slagkracht tot uitdrukking in het daadwerkelijke optreden ter plaatse, waar situationele kennis van de omgeving, vakmanschap, improvisatievermogen, evenals de samenwerking en inzet van beroeps- en vrijwilligerscapaciteit, bepalend zijn voor de effectiviteit van de inzet.

Deze driedeling maakt duidelijk dat slagkracht meer is dan alleen de uitvoering, en ook te maken heeft met aansturing, organisatie en verantwoording.

3.3 Het slagkrachtmodel in internationaal perspectief

Het slagkrachtmodel wordt onderbouwd door internationale beleids- en onderzoeksdocumenten waarin grootschalige incidenten worden geanalyseerd als complexe, dynamische systemen. Het *Wildfires Position Statement* van de National Fire Chiefs Council (NFCC) vormt hierbij een belangrijke referentie. In dit document wordt natuurbrand niet benaderd als een incidentele extremiteit, maar als een structureel en toenemend risico dat het brandweersysteem langdurig en regio-overstijgend belast (NFCC, z.d.). De problematiek die de NFCC schetst – waaronder gelijktijdige incidenten, capaciteitschaarste, beperkingen van bestaande opschalingsmechanismen, afhankelijkheid van ketenpartners en de noodzaak van uithoudingsvermogen – sluit nauw aan bij de zeven dimensies van het slagkrachtmodel.

Deze aansluiting is niet uniek voor het natuurbranddomein. Vergelijkbare patronen worden internationaal beschreven bij andere typen grootschalige incidenten, zoals overstromingen, instortingen en chemische of industriële incidenten. Zo laten Vylund et al. (2024) zien dat grootschalige noodsituaties worden gekenmerkt door toenemende complexiteit, niet-lineariteit en onzekerheid, waarbij traditionele command-and-control-benaderingen onder druk komen te staan en slagkracht vooral wordt bepaald door adaptieve capaciteit, informatievoorziening, coördinatie en interorganisatorische afhankelijkheden. Hun analyse, gebaseerd op uiteenlopende Scandinavische crisissituaties, laat zien dat deze vermogens scenario-overstijgend zijn en voortkomen uit systeemdynamiek, niet uit het type incident.

Ook in internationale evaluaties van grootschalige overstromingen wordt gewezen op vergelijkbare slagkrachtvraagstukken. Rapportages over onder meer overstromingen in Europa en Noord-Amerika benadrukken het belang van vroegtijdige paraatheid op basis van prognoses, regio-overstijgende coördinatie, robuuste informatievoorziening en langdurig organisatorisch uithoudingsvermogen in de nafase (bijvoorbeeld IPCC, 2022; FEMA, 2019). Deze studies laten zien dat juist de overgang van dreiging naar acute inzet en vervolgens naar herstel leidt tot verschuivende eisen aan slagkracht. Dit komt overeen met de fasering die in dit onderzoek wordt gehanteerd.

Ten slotte bevestigen analyses van grootschalige instortingen en chemische incidenten – zoals industriële explosies of grootschalige gevaarlijke-stoffenincidenten – dat effectieve respons sterk afhankelijk is van ketenafhankelijkheid, specialistische capaciteit en centrale coördinatie onder tijdsdruk (OECD, 2018; WHO, 2017). In deze scenario's blijken beperkingen in informatievoorziening en opschaling vaak bepalender voor de uitkomst dan het primaire incidenttype zelf.

Dat dezelfde slagkrachtcomponenten telkens terugkomen in internationale studies, ondersteunt het model. De sterke inhoudelijke overlap tussen het NFCC-position statement en internationale literatuur over andere scenario's bevestigt dat het model niet

scenario-specifiek is, maar een generiek referentiekader biedt voor het analyseren en versterken van gezamenlijke slagkracht bij complexe en grootschalige incidenten.

In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen het slagkrachtmodel als denkkader en als resultaat van het literatuuronderzoek. De analyse van historische incidenten is uitgevoerd met behulp van het kenmerkenmodel en scenariofasering, waarmee terugkerende scenariopatronen zijn geïdentificeerd. Het slagkrachtprofiel is vervolgens opgebouwd door deze patronen te koppelen aan het slagkrachtmodel. Het model komt dus voort uit de analyse en is niet vooraf bepaald.

Deel 2 – Scenarioanalyse

4 Vier onderzochte scenario's

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 1 'Welke historische nationale en internationale incidenten zijn relevant voor elk van de vier scenario's?', te weten: een overstroming van een rivier, gelijktijdige natuurbranden, een groot chemisch ongeval, en een grootschalige redding na instorting.

Eerst wordt ingegaan op de wijze waarop de onderscheiden incidenttypen aansluiten op de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid*. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de relevante casussen die in het onderzoek zijn meegenomen. Ten slotte wordt per scenario een toelichting gegeven op de bronnen die voor de analyse zijn gebruikt.

4.2 Aansluiting bij de Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid

4.2.1 Overstroming

Hoewel de onderzoeksopdracht zich richt op rivieroverstromingen, is het perspectief verbreed naar het scenario 'overstromingen', met de subscenario's: rivieroverstroming, kust- of zee-overstroming en pluviale overstroming (hevige neerslag). Door deze typen te vergelijken, worden verschillen in dreigingsduur, voorspelbaarheid en impact duidelijker, waardoor de specifieke kenmerken van rivieroverstromingen scherper naar voren komen.

Rivieroverstroming

In de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* (ANV, 2022a; 2022b) wordt het incident 'rivieroverstroming' aangeduid als een *enigszins waarschijnlijk* dreigende klimaat- en natuurramp met *zeer ernstige impact* op de nationale veiligheid. In Nederland zijn meerdere rivieroverstromingen geweest die hebben geleid tot een gezamenlijke brandweerinzet. Het gaat zowel om rivieroverstromingen met een lange aanlooperperiode, zoals van de Maas in 1993 (Wikipedia, z.d.-a) en 1995 (Reddingsbrigade Nederland, 2020) als om rivieroverstromingen met een korte aanlooperperiode, zoals in Zuid-Limburg in 2021 (Bakker e.a., 2022a en b; Deltares, 2022; Schopp e.a., 2023; Stoutjesdijk e.a., 2022; Veiligheidsregio Limburg-Noord, 2022; Waterschap Limburg & COT, 2022). Een incident in Groningen en Friesland uit 2012 is meegenomen, hoewel dit formeel buiten de afbakening valt, omdat er geen sprake was van een daadwerkelijke overstroming en er geen gezamenlijke brandweerinzet heeft plaatsgevonden. Dit incident is desondanks geanalyseerd, omdat het inhoudelijk relevant is: defensie heeft bijstand verleend en er zijn grootschalige preventieve evacuaties uitgevoerd (ANP/ NU.nl, 2012; BD.nl, 2012; Brandweerforum, 2012; GIC, 2012; NOS, 2012). Bovendien is de impact van het incident op de inwoners uitgebreid onderzocht (Crisislab, 2012). Daarmee biedt het waardevolle inzichten die vergelijkbaar zijn met de overige tien incidenten die wél binnen de afbakening vallen.

Overstroming zee

Een ander scenariotype in de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* is ‘Overstroming zee’: een weinig waarschijnlijke, maar catastrofale dreiging. De Watersnoodramp van 1953 in Zeeland valt binnen dit type (Ministerie van Defensie, z.d.; Rijkswaterstaat, z.d.; Wikipedia, z.d.-b). Hoewel een vergelijkbare ramp in Europa sindsdien niet meer is voorgevallen, komen extreme stormgedreven hoogwaters nog wel voor. Zo leidde een zware oostelijke storm in oktober 2023 tot een uitzonderlijke stormvloed aan de Duitse en Deense Oostkust (Wiedemann e.a., 2024; Frankfurter Allgemeine, 2023). Grote delen van de kustlijn overstromden, dijken raakten beschadigd en langdurige herstelwerkzaamheden waren nodig. Ondanks de omvang van het hoogwater – met een piek van 2,27 meter boven gemiddeld in Flensburg, 53 uur boven +1,0 meter en 9 uur boven +2,0 meter – waren evacuaties niet noodzakelijk. In Nederland kende de hoogwaterperiode Pia & Henk in 2023/2024 (Rijkswaterstaat, 2023) een uitzonderlijke samenloop van omstandigheden: langdurige neerslag, verzadigde bodems, hoge aanvoer vanuit de rivieren en beperkte spui-mogelijkheden door opgestuwd zeewater. Hierdoor bereikten het IJsselmeer en Markermeer recordstanden, en werden de stormvloedkeringen massaal ingezet om Nederland te beschermen.

Pluviale overstroming

Een pluviale overstroming ontstaat door extreme neerslag. Doorgaans is ook sprake van een flitsoverstroming, waarbij het waterpeil snel stijgt. Hoewel dit type stedelijke overstroming niet expliciet voorkomt in de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid*, is het wél relevant voor gezamenlijke slagkracht: buitenlandse incidenten tonen dat lokale diensten snel overvraagd raken, waardoor opschaling naar nationale capaciteit nodig wordt.

Tijdens de UK Summer Floods 2007 moesten duizenden mensen worden gered bij grootschalige stedelijke wateroverlast; meerdere regio's en zelfs militaire steun waren nodig omdat de regionale capaciteit tekortschoot. De daaropvolgende Pitt Review (Pitt, 2008; PreventionWeb, z.d.) moderniseerde het Britse overstromingsbeleid, met verbeteringen op het gebied van waarschuwingen, verantwoordelijkheden, infrastructuur, stedelijke waterafvoer en crisisrespons. Toch bleek in 2021 in Londen opnieuw dat risico's van extreme neerslag onderschat werden: extreem korte, intense regenval leidde tot ernstige stedelijke overstromingen, terwijl evaluaties (o.a. door Thames Water en GLA) wezen op tekortkomingen in voorbereiding, governance en samenwerking (Thames Water, 2021; Greater London Authority, 2022; London Fire Brigade, 2021). Deze bevindingen sluiten aan bij eerder geïdentificeerde aandachtspunten uit de Pitt Review (2008), wat suggereert dat niet alle lessen volledig zijn geïmplementeerd.

In diezelfde periode deden zich ook in Nederland, België en Duitsland overstromingen voor als gevolg van extreme neerslag. In alle drie de landen sprake was van aanzienlijke lokale impact en druk op de hulpverlening (ECDC, 2021; Lehmkuhl e.a., 2022; Rhein & Kreibich, 2025). In Limburg (2021) werd de incidentbestrijding sterk bepaald door rivierafvoer en had het incident daarmee kenmerken van een rivieroverstroming. In het Belgische Wallonië en het Duitse Ahrdal lag de nadruk minder op dit onderscheid in type incident, maar met name in Duitsland waren de gevolgen nog ingrijpender en trad de capaciteitsoverschrijding sneller en acuter op.

Deze casuïstiek laat zien dat de impact, schaal en gelijktijdigheid van incidenten in meerdere gevallen leiden tot druk op de beschikbare capaciteit, wat erop wijst dat bij dit type incidenten de benodigde inzet de capaciteit van één regio kan overstijgen. Dit geldt met

name in de Nederlandse context, met hoge bevolkingsdichtheid, kwetsbare infrastructuur en beperkte waterreddingscapaciteit per veiligheidsregio.

4.2.2 Onbeheersbare natuurbranden

In de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* (ANV, 2022a; 2022b) zijn natuurbranden opgenomen als scenario binnen het dreigingsthema klimaat- en natuurrampen. Daarbij wordt het optreden van onbeheersbare natuurbranden als (zeer) waarschijnlijk beschouwd, met een potentieel ernstige tot ontwrichtende impact. Ook andere studies (zoals Van Marle e.a., 2026; Boin & De Haan, 2025) onderstrepen dat het risico op natuurbranden in Nederland toeneemt als gevolg van klimaatverandering, waarbij warmere en drogere zomers leiden tot brandgevoelige vegetatie en intensere brandontwikkeling.

Concrete incidenten uit het recente verleden illustreren deze ontwikkeling. De natuurbrand op de Strabrechtse Heide (2010) trof circa 220 hectare en vergde grootschalige opschaling en interregionale bijstand (Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011b; Wikipedia, z.d.-c). In 2020 leidde de natuurbrand in de Deurnese Peel tot circa 710 hectare afgebrand natuurgebied – de grootste natuurbrand in Nederland tot op heden – (Staatsbosbeheer 2020) terwijl gelijktijdig andere branden woedden, zoals in Nationaal Park De Meinweg (Instituut Fysieke Veiligheid, 2020). Deze laatste brand ging gepaard met een evacuatie van onder anderen de inwoners van Herkenbosch, en vereiste de inzet van vele nationale en internationale brandweereenheden. Ook recentere incidenten, zoals de natuurbrand bij Ede in 2025 waarbij meer dan 500 brandweerlieden betrokken waren, tonen aan dat de bestrijding steeds vaker een groot beslag legt op beschikbare capaciteit (NOS, 2025).

Een complicerende factor is het gelijktijdig optreden van meerdere natuurbranden. In dergelijke situaties kan snel een tekort ontstaan aan beschikbare (specialistische) capaciteit, waardoor de beheersbaarheid onder druk komt te staan. Dit werd zichtbaar in 2020, toen de brandweer gelijktijdig moest optreden bij verschillende grote branden in Nederland en daarbij afhankelijk was van bovenregionale en internationale bijstand.

Hoewel de directe gevolgen van natuurbranden in Nederland tot op heden relatief beperkt zijn gebleven in termen van slachtoffers, is het beeld in andere Europese landen wezenlijk anders. In Zuid- en Oost-Europa leiden natuurbranden frequent tot dodelijke slachtoffers, grootschalige evacuaties en verwoesting van dorpen en infrastructuur. Zo kwamen in recente Europese natuurbrandseizoenen tientallen mensen om het leven en moesten duizenden inwoners worden geëvacueerd. Historisch gezien tonen gebeurtenissen zoals de bosbranden in Griekenland, waarbij tientallen doden zijn gevallen de potentieel catastrofale impact van onbeheersbare natuurbranden (Comissão Técnica Independente, 2018; Almeida et al., 2024).

4.2.3 Chemisch incident

Binnen het thema zware ongevallen worden in de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* (ANV, 2022a; 2022b) stralingsongevallen, chemische ongevallen en transportongevallen onderscheiden. In onze verdieping richten we ons specifiek op gaswolkincidenten en toxische rook/neerslag. Dit sluit namelijk direct aan op de scenario's in de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid*, waarin een treinramp met gaswolkbrand (chemisch) en het falen van een opslagtank met ammoniak specifiek worden genoemd, en die kenmerkend zijn voor incidenten met snelle verspreiding, grote onzekerheid en complexe opschalingsvraagstukken. Hoewel de nadruk ligt op ammoniakincidenten, is voor de analyse

breder gekeken en zijn ook andere chemische incidenten betrokken. Toxische rook en neerslag zijn veelal het gevolg van branden of explosies waarbij verbrandingsproducten, aerosolen of secundaire toxische componenten worden verspreid. Bij lekkages van gevaarlijke stoffen (niet alleen vloeistoffen) kan secundaire verspreiding optreden via riool- en watersystemen, waarbij vluchtige stoffen ook (opnieuw) als gas kunnen vrijkomen en zich via deze infrastructuur verspreiden, zoals onder meer is waargenomen bij de treinramp in Wetteren (België, 2013), waar acrylnitrildampen via het rioolsysteem tot extra blootstelling en evacuaties leidden; bij de brand bij Chemie-Pack Moerdijk (Nederland, 2011), waar verontreinigd bluswater via riool en oppervlaktewater verspreidde; en bij de Tokio metro-aanslag met sarin (Japan, 1995), waar secundaire verspreiding via infrastructuur en ketenprocessen optrad (De Regt & Zuidijk, 2013; Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011a; Okumura e.a., 1998).

Stralingsongevallen, zoals een incident bij kerncentrale Borssele of een extern stralingsincident met effect op Nederland, blijven buiten beschouwing. Hoewel de maatschappelijke impact aanzienlijk kan zijn, wijkt de aard van de incidentbestrijding wezenlijk af van die bij chemische incidenten. De respons is in sterke mate gericht op langdurige monitoring, modellering en bestuurlijke maatregelen, waarbij de directe operationele rol van de brandweer in de bron- en effectbestrijding beperkter en minder bepalend is.

Aanvullend op de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* nemen we wél de moedwillige verspreiding van een toxische stof in de publieke ruimte mee. Dit type scenario – zoals de sarin-aanvallen in Japan – vertoont sterke overeenkomsten met de chemische incidenten die wij analyseren: de acute blootstelling, snelle escalatie, grote aantallen slachtoffers en de medische ketensamenwerking komen sterk overeen met de effecten van grootschalige chemische incidenten. Ondanks het verschil in oorzaak (moedwillig tegenover niet-moedwillig) zijn de operationele gevolgen voor de brandweer grotendeels vergelijkbaar. Ze zijn meegenomen als referentie voor generieke CBRN⁴-slagkracht (triage, decontaminatie, coördinatie met veiligheidsdiensten), maar niet als primaire bouwsteen voor het ammoniakscenario.

4.2.4 Instorting

Binnen het thema instortingen wordt in deze verdieping, net als bij overstromingen, natuurbranden en chemische incidenten, aangesloten bij de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* (ANV, 2022a; 2022b). In deze analyse worden onder meer fysieke gebouwen (woon-, kantoor-, industriële en overige drukbezochte complexen) en infrastructuur benoemd die kunnen instorten als gevolg van aardbevingen door menselijk handelen (zoals in Groningen), chemische of transportongevallen (bijvoorbeeld explosies en (gaswolk)branden) en (meervoudige) terroristische aanslagen of sabotage.

Aanvullend op de *Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid* worden in dit onderzoek ook instortingen als gevolg van constructiefalen meegenomen, omdat uit de literatuur blijkt dat deze sterke gelijkenissen vertonen met bovengenoemde scenario's en dat de effecten en daaropvolgende operationele gevolgen voor de brandweer grotendeels vergelijkbaar zijn. Dit blijkt onder meer uit casussen zoals de instorting van Ronan Point (1968), World Trade Center (2001), Rana Plaza (2013) en Champlain Towers South (2021) (Ministry of Housing

⁴ Chemisch, biologisch, radiologisch en nucleair.

and Local Government, 1968; FEMA, 2002; ASK Investigation Unit, 2013; Feldman e.a., 2025).

4.3 Relevante casussen

4.3.1 Overstroming

Met een internetsearch zijn 21 relevante historische incidenten verzameld voor het scenario 'overstromingen'. Op basis van de bron van het water (rivier, regen, zee), de snelheid van ontstaan (geleidelijk of juist extreem snel) en de omgeving waarin het gebeurt (stedelijk, rivierengebied, kust, heuvelland) kunnen drie scenariotypen worden onderscheiden:

- > Rivier- of kanaaloverstroming (met dijkdoorbraak)
- > Pluviale stedelijke overstroming of flitsvloed
- > Zee-overstroming of stormvloed (met dijkdoorbraak).

In Bijlage 2 is een overzicht gegeven van de relevante casussen, inclusief een korte beschrijving van de relevantie. Over de volgende incidenten is literatuur bestudeerd:

Rivier- of kanaaloverstromingen

1. Maas/ Geul/ Gulp, Limburg (NL), juli 2021
2. Eemskanaal, Groningen (NL), januari 2012
3. Hunte/ Osternburger Kanal, Oldenburg (DE), december-januari 2023/24
4. Aa/ Liane, Pas de Calais (FR), november 2023
5. Seine/ Loire, Parijs (FR), mei-juni 2016
6. Cumbria Floods (VK), december 2015.

Flitsvloed of pluviale stedelijke overstromingen

7. Ahrtal (DE), juli 2021
8. Wallonië (BE), juli 2021
9. Londen (VK), juli 2021.

Stormvloed/ overstroming zee

10. Ostseesturmflut Noord-Duitsland (DE), oktober 2023.

4.3.2 Natuurbrand

Voor het scenario natuurbrand zijn 30 relevante historische incidenten verzameld. Deze incidenten zijn allemaal betrokken in de nadere analyse. In tegenstelling tot overstromingen en chemische incidenten, is deze set niet verder opgesplitst in specifieke typen natuurbranden. Dit omdat uit de analyse van de historische natuurbranden blijkt dat er – anders dan eventueel voorkomende gelijktijdigheid en de gevolgen daarvan voor de bestrijdingscapaciteit – weinig onderscheidend verschil is in het brandweeroptreden tussen de verschillende natuurbranden. De in dit onderzoek geïnccludeerde natuurbranden zijn:

1. Duinbrand Schoorl, Noord-Holland (NL), april 2010
2. Strabrechtse Heide, Noord-Brabant (NL), juli 2010
3. Natuurbrand Västmanland, Västmanland (SE), 31 juli–11 augustus 2014
4. Natuurbrand Pedrógão Grande, Leiria (PT), 17–24 juni 2017
5. Natuurbranden Centraal-Portugal, Portugal (PT), 15 oktober 2017
6. Natuurbrand Lousã, Coimbra (PT), oktober 2017

7. Natuurbrand Monchique, Algarve (PT), 3–17 augustus 2018
8. Natuurbrand Mati, Attica (GR), 23 juli 2018
9. Natuurbranden Ljusdal, Gävleborg (SE), juli–augustus 2018
10. Natuurbranden Ängra en Nötberget, Zweden (SE), augustus 2018
11. Natuurbranden Brandenburg, Brandenburg (DE), augustus 2018
12. Natuurbrand Deurnese Peel, Noord-Brabant/Limburg (NL), 20 april 2020
13. Natuurbrand De Meinweg, Limburg (NL), april 2020
14. Natuurbrand Castro Marim, Algarve (PT), augustus 2021
15. Natuurbrand Gonfaron, Var (FR), augustus 2021
16. Natuurbrand Montiferru, Sardinië (IT), juli–augustus 2021
17. Natuurbrand Varybobi, Attica (GR), augustus 2021
18. Natuurbrand Limni, Evia (GR), augustus 2021
19. Natuurbrand Arakapas, Limassol (CY), juli 2021
20. Natuurbrand Karstgebied, Italië/Slovenië (IT/SI), juli 2022
21. Natuurbranden Sierra de la Culebra, Castilië en León (ES), juni 2022
22. Natuurbranden La Teste-de-Buch en Landiras, Gironde (FR), juli–augustus 2022
23. Natuurbranden Gironde en Landes, Zuidwest-Frankrijk (FR), zomer 2022
24. Natuurbrand Boheems-Saksisch Zwitserland, Duitsland/Tsjechië (DE/CZ), juli–augustus 2022
25. Natuurbrand Dadia-Nationaal Park, Evros (GR), juli 2022
26. Natuurbrand Penteli, Attica (GR), 19–20 juli 2022
27. Natuurbrand Razdel, Bulgarije (BG), juli 2022
28. Gras- en rietbranden, Roemenië (RO), voorjaar–zomer 2022
29. Natuurbranden Alexandroupolis/Evros en Rhodos, Griekenland (GR), juli–augustus 2023

Van bovenstaande branden vonden verschillende branden gelijktijdig plaats, onder meer de branden in de Meinweg en de Deurnese Peel, evenals de branden in centraal Portugal in oktober 2017.

Internationale bijstand bij gelijktijdige natuurbranden, eind april 2026 in Nederland

Tijdens de uitvoering van het onderhavige onderzoek deden zich in Nederland gelijktijdig meerdere grootschalige en langdurige natuurbranden voor, waaronder de branden op de militaire oefenterreinen bij 't Harde, Weert en Oirschot. In deze periode is voor het eerst internationale bijstand ontvangen via het Europees Union Civil Protection Mechanism (UCPM), waarbij twee pelotons uit respectievelijk Frankrijk en Duitsland ingezet. Daarnaast is op grote schaal regionale bijstand en internationale ondersteuning via bilaterale of regionale afspraken verleend. Deze incidenten zijn niet meegenomen in de analyse, maar tonen de actualiteit en relevantie van het in dit onderzoek gehanteerde scenario van gelijktijdige grootschalige natuurbranden en de bijbehorende vragen rond gezamenlijke slagkracht.

4.3.3 Chemisch incident

Voor het bepalen van de benodigde brandweerslagkracht is het van belang onderscheid te maken tussen verschillende typen gevaarlijke-stoffenincidenten. Niet alleen de aard van de vrijgekomen stof, maar vooral de vorm van blootstelling en de locatie van de bron bepalen de operationele belasting, de mate van opschaling en de inzet van specialisten. In deze studie wordt daarom gewerkt met een driedeling die zowel het effecttype (gaswolk, rook/neerslag, moedwillige verspreiding) als de locatiecontext (vast of mobiel) onderscheidt, zie tabel 4.1:

1. Toxische gaswolk
 - a. Vaste bronlocatie (fabriek)

- b. Mobiele bronlocatie (transport/ pijpleiding)
- 2. Toxische rook/ neerslag
 - a. Vaste bronlocatie (fabriek)
 - b. Mobiele bronlocatie (transport/ pijpleiding)
- 3. Moedwillige verspreiding van een chemische stof in de publieke ruimte.

Onder mobiele bronlocaties vallen transportincidenten zoals lekkages bij spoor-, weg- of scheepstransport.

Tabel 4.1. Incidenttypematrix voor chemische incidenten

Effect	Vaste bronlocatie	Mobiele bronlocatie
1. Toxische gaswolk	1a. Gaswolk vanuit vaste installatie	1b. Gaswolk vanuit transport/ pijpleiding
2. Toxische rook/ neerslag	2a. Rook/ neerslag vanuit vaste installatie	2b. Rook/ neerslag vanuit transport/ongeval
3. Moedwillige verspreiding	3. Opzettelijke verspreiding in publieke ruimte (binnen of buiten)	

De volgende incidenten zijn meegenomen voor nadere bestudering:

Toxische gaswolk, vaste locatie

1. Bhopal, gasramp (IN, 1984 – methylisocyanat/ MIC)

Toxische gaswolk, mobiele locatie

2. Piroet, treinontsporing (RS, 2022 – ammoniak/ NH₃)
3. Graniteville, treinongeval (VS, 2005 – chloor/ Cl₂)
4. Ohio/ East Palestine, treinramp (VS, 2023 – vinylchloride/ C₂H₃Cl)

Toxische gaswolk en toxische rook/ neerslag, mobiele locatie

5. Wetteren, trein- en giframp (BE, 2013 – acrylonitril/ ACN)

Toxische rook/ neerslag, vaste locatie

6. Seveso, dioxineramp (IT, 1976 – 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine/ TCDD)
7. Schweizerhalle, chemiebrand Sandoz (CH, 1986 – vervuild bluswater)
8. Moerdijk, Chemie Pack brand (NL, 2011 – onder andere oplosmiddelen, pesticiden)
9. Toulouse, explosie AZF-fabriek (FR, 2001 – ammoniumnitraat/ NH₄NO₃)

Moedwillige verspreiding van toxische stof in publieke ruimte

10. Tokio, metro-aanval (Japan, 1995 – sarin).

De kern van de analyse richt zich op ammoniakincidenten (zoals de treinontsporing bij Piroet). Daarnaast zijn grote internationale casussen met andere toxische stoffen (Graniteville, Wetteren, East Palestine) bekeken, omdat zij vergelijkbare scenario's laten zien waarin bij spoorincidenten toxische stoffen vrijkomen, zich verspreiden en inzicht bieden in meldkamerbelasting, ketenafhankelijkheid en opschaling naar buiten de regio. Extreme

casussen zoals Bhopal zijn uitsluitend gebruikt om te laten zien wat er kan gebeuren als meerdere veiligheidsmaatregelen falen en er grote onzekerheid is over de situatie. Ze worden niet gezien als representatief voor de Nederlandse context.

4.3.4 Instortingen

Voor het scenario instortingen zijn er veertien relevante historische incidenten verzameld. Deze incidenten zijn alle betrokken in de nadere analyse en niet verder uitgesplitst naar type instorting. Hoewel de aanleiding van de in dit onderzoek geïnccludeerde instortingen verschilt, blijkt uit de analyse dat er in het brandweeroptreden na een instortingsincident weinig variatie bestaat. Geïnccludeerde instortingen zijn onder meer:

1. Canning Town (Ronan Point), Londen (VK), mei 1968
2. Oklahoma City (Alfred P. Murrah Federal Building), Oklahoma (VS), april 1995
3. Turkije & Taipei (aardbevingen), 1999
4. New York City (World Trade Center), New York (VS), september 2001
5. Algerije (aardbeving), mei 2003
6. Bam, Iran (aardbeving), december 2003
7. Marokko (aardbeving), 2004
8. Haiti (aardbeving), januari 2010
9. Christchurch (Canterbury Television Building), Nieuw Zeeland, februari 2011
10. Savar (Rana Plaza), Bangladesh, april 2013
11. Manabí–Pedernales, Ecuador, april 2016
12. Surfside (Champlain Towers South), Florida (VS), juni 2021
13. Zuid Turkije & Noord Syrië (aardbevingen), februari 2023
14. Tarwekamp, Den Haag (NL), december 2024.

4.4 Toelichting op de gebruikte bronnen

In deze paragraaf wordt per scenario ingegaan op de gebruikte bronnen. De volledige lijst is opgenomen in de bron- en literatuurlijst.

Overstromingen

De bestudeerde wetenschappelijke artikelen gaan in op de relatie tussen klimaatverandering en overstromingen in Nederland, België en Duitsland, op oorzaken van het hoge aantal slachtoffers, op tijdelijke noodvoorzieningen in de nafase en op spontane burgerhulpverlening tijdens rampen. Daarnaast zijn officiële evaluatierapporten en watersysteemanalyse-rapporten geraadpleegd van nationale overheden en kennisnetwerken, waaronder evaluaties van de Duitse federale regering en het Expertise Netwerk Waterveiligheid. Deze documenten bieden inzicht in systeemwerking, bestuurlijke besluitvorming en structurele verbeterpunten. Verder zijn praktijkgerichte operationele documenten gebruikt, zoals briefing notes van hulpdiensten, om zicht te krijgen op de feitelijke inzet, slagkracht en operationele afwegingen tijdens overstromingsincidenten. Er is nauwelijks literatuur gevonden met informatie over de brandweerinzet bij recente relevante stormvloed en aan de Europese kust. De informatie hierover beperkt zich tot nieuwsberichten.

Natuurbranden

De bestudeerde wetenschappelijke artikelen gaan in op de relatie tussen klimaat-, weers- en vegetatieomstandigheden en de frequentie en intensiteit van natuurbranden in Europa, op factoren die bijdragen aan snelle branduitbreiding en slachtofferrisico's, en op de complexiteit van evacuaties. Ook komt het gedrag van burgers in het effectgebied aan bod, onder meer met betrekking tot zelfredzaamheid, vlucht- en evacuatiegedrag, (informele) hulp van burgers bij brandbestrijding en hulpverlening, en ramptoerisme. Daarnaast zijn internationale beleids- en evaluatierapporten geraadpleegd van onder meer de Europese Unie en kennisorganisaties, die inzicht bieden in systeemwerking, governance, grensoverschrijdende samenwerking en structurele knelpunten in paraatheid en respons. Deze documenten laten zien dat verschillen in informatievoorziening, capaciteit en coördinatie een belangrijke rol spelen in de effectiviteit van het brandweeroptreden en de bescherming van burgers. Verder zijn praktijkgerichte evaluaties, incidentanalyses en operationele documenten gebruikt, waaronder casusstudies van grote natuurbranden (zoals in Portugal, Griekenland en Nederland), om zicht te krijgen op de feitelijke inzet, opschaling, besluitvorming en logistieke uitdagingen tijdens natuurbranden. Er is relatief veel gedetailleerde literatuur beschikbaar over brandverloop, inzetstrategieën en evacuaties, maar minder over specifieke brandweertactieken op microniveau; aanvullende informatie hierover is vaak afkomstig uit incidentrapportages en grijze literatuur.

Chemische incidenten

De bestudeerde wetenschappelijke artikelen bieden inzicht in gezondheidkundige effecten, blootstelling en medische respons na chemische ongevallen en aanslagen. Daarnaast zijn officiële ongevallen- en evaluatierapporten geraadpleegd van nationale en internationale onderzoeks- en toezichthoudende instanties, waarin het incidentverloop, de crisisrespons en lessen voor veiligheid en beleid centraal staan. Ook is gebruikgemaakt van beleids- en kennisrapporten van gespecialiseerde instituten en recente praktijkgerichte publicaties die aandacht besteden aan langdurige gevolgen voor milieu en leefomgeving.

Instortingen

De bestudeerde wetenschappelijke artikelen en rapporten richten zich op de mechanismen en oorzaken van (gedeeltelijke) gebouwinstortingen, op factoren die de kans op overleving en redding beïnvloeden, en op de complexiteit van zoek- en reddingsoperaties in instabiele en vaak moeilijk toegankelijke puinomgevingen. Daarbij is er aandacht voor de interactie tussen constructief falen, brand, explosies en de gevolgen daarvan voor inzetveiligheid, besluitvorming en tijdsdruk. Ook behandelen de geraadpleegde studies het gedrag van betrokkenen, onder wie hulpverleners en burgers, in sterk onzekere en risicovolle omstandigheden, met specifieke aandacht voor risicoafwegingen, improvisatie en samenwerking. Daarnaast zijn internationale evaluatierapporten en beleidsdocumenten gebruikt, onder meer van overheden en kennisorganisaties. Deze rapporten bieden inzicht in systeemwerking, commandovoering, interorganisatorische samenwerking en structurele kwetsbaarheden in voorbereiding en respons. Ze laten zien dat knelpunten in informatievoorziening, coördinatie en logistiek een grote invloed hebben op de effectiviteit van de hulpverlening en de veiligheid van hulpverleners. Verder zijn praktijkgerichte evaluaties, incidentanalyses en operationele documenten gebruikt, waaronder casusstudies van grote instortingsincidenten, om zicht te krijgen op feitelijke inzet, opschaling, capaciteitsmanagement en langdurige inzet van hulpdiensten.

5 Scenariowaarnemingen

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft antwoord op onderzoeksvraag 2 *‘Welke kwantitatieve en kwalitatieve gegevens over deze historische incidenten zijn beschikbaar?’* Hierbij wordt ingegaan op de volgende deelvragen:

- a) *Wat zijn de kenmerken van deze type incidenten?*
- b) *Wat zijn de taken die bij deze incidenten door de brandweer zijn uitgevoerd?*
- c) *Welke middelen zijn ingezet, in termen van expertise, materieel, mensen en coördinatie?*
- d) *Hoe verliepen de opschaling en samenwerking tussen betrokken regionale, landelijke en externe eenheden?*
- e) *Wat was de tijdsduur van de brandweerinzet?*

Deze vragen worden beantwoord met behulp van het kenmerkenmodel (zie paragraaf 2.1 en Bijlage 1). Paragraaf 5.2 gaat in op de kenmerken van de geanalyseerde incidenten en de impact daarvan op (het gedrag van) mens, dier, en gebouw en omgeving. Paragraaf 5.3 gaat vervolgens in op de interventiekenmerken. Hierbij wordt specifiek gekeken naar de taken van de brandweer gedurende deze incidenten, de ingezette capaciteit aan mensen en middelen, de duur van de inzet en de fasering daarvan. Om de leesbaarheid te bevorderen, worden niet alle bevindingen afzonderlijk voorzien van bronverwijzingen; de gebruikte bronnen zijn volledig opgenomen in de bron- en literatuurlijst.

5.2 Kenmerken van de incidenten en de impact op mens, dier en omgeving

Voor de beschrijving van de kenmerken van de incidenten is onderscheid gemaakt in de algemene typering van de scenario's (incidentkenmerken uit het kenmerkenmodel), de omvang van de incidenten (gebouwkenmerken en omgevingskenmerken) en de impact van deze incidenten op de getroffen (mensenkenmerken en dierenkenmerken).

5.2.1 Algemene typering van de scenario's: incidentkenmerken

Overstroming

Zoals eerder beschreven, kunnen overstromingen verschillende oorzaken hebben: extreme neerslag (pluviale overstromingen), het buiten de oevers treden van rivieren (bijvoorbeeld door een dijkdoorbraak) en het binnendringen van zeewater op land (kust- of mariene overstromingen). Doorgaans is sprake van een combinatie van meerdere waterproblemen tegelijk, elk in verschillende fasen van het incident (dreiging, acute inzet, herstel). De incidenten hebben een brede en verschuivende impactzone en leiden tot langdurige druk op hulpdiensten en infrastructuur. Het kan gaan om dreiging van een dijkdoorbraak, fluviale, mariene, pluviale overstroming of een gecombineerd scenario.

De variatie in schaal (één wijk tot een hele regio) en dynamiek (acute escalatie versus langdurige belasting) maakt dat, naarmate de complexiteit toeneemt, er gedurende het

incident steeds meer behoefte is aan centrale regie, regionale bijstand en gespecialiseerde waterexpertise.

Natuurbrand

Grootschalige natuurbranden ontstaan vaak door een samenloop van ongunstige omgevingscondities (hitte, lage luchtvochtigheid, wind en droogte), brandstofkenmerken en terreincondities. Doorgaans spelen meerdere brandprocessen gelijktijdig, zoals snelle oppervlakkige uitbreiding, overslag richting bebouwing en langdurige smeulfasen in de bodem of veen. De incidenten kennen een brede en verschuivende impactzone, met toenemende druk op hulpdiensten door evacuaties, objectbescherming, water- en bereikbaarheidsproblemen en langdurige nablissing. De variatie in schaal (lokaal tot nationaal) en dynamiek (snelle escalatie versus langdurige belasting) maakt dat, naarmate de complexiteit toeneemt, er gedurende het incident steeds meer behoefte ontstaat aan centrale regie, regionale en internationale bijstand en gespecialiseerde natuurbrandexpertise.

Chemisch incident

Chemische incidenten worden gekenmerkt door een sterke dynamiek en grote onzekerheid in de eerste fase, met snelle verspreiding van stoffen, mogelijke secundaire escalaties en een onvolledig incidentbeeld, terwijl tegelijkertijd grote aantallen burgers kunnen worden blootgesteld aan de betreffende stoffen. De acute impact op burgers leidt tot spontaan gedrag zoals zelfevacuatie, massale hulpvragen aan meldkamers en zorginstellingen en ad-hoc gebruik van voertuigen voor evacuatie en gebouwen als schuil-, decontaminatie- of triagelocatie. Bronbestrijding is niet effectief, of niet mogelijk vanwege een onveilige situatie of beperkte beschermingsmiddelen voor de eerste (vaak vrijwillige) brandweerteams. Verspreiding via lucht, water, bodem en infrastructuur (zoals het riool) kan op onverwachte plaatsen tot nieuwe hotspots leiden en maakt langdurige monitoring en herstel noodzakelijk.

Voor de hulpdiensten gaan grootschalige chemische incidenten gepaard met een snelle overbelasting van de meldkamer en coördinatieketen, en een grote behoefte aan multidisciplinaire en vaak (boven)regionale opschaling. Vroege besluitvorming is cruciaal: een verkeerde inschatting in de beginfase, bijvoorbeeld rond schuilen of evacueren, heeft vaak langdurige gevolgen. Niet zozeer het type chemische stof, maar de omgeving en de slachtoffers bepalen de druk op de brandweer. Vaak is sprake van meerdere inzetlocaties, gelijktijdige taken en meerdere incidenten naast elkaar (chemisch én brand én technische hulpverlening). Interventies verlopen daarbij gefaseerd van acute dreiging naar herstel, telkens met andere eisen aan slagkracht, expertise en samenwerking binnen de keten. Chemische incidenten kenmerken zich door een langdurige nafase met inzet van brandweerfunctionarissen met chemische expertise.

Instorting

Instortingsincidenten kenmerken zich door een zeer snelle en vaak onverwachte escalatie in de acute fase, waarbij het primaire effectgebied meestal start bij het oppervlak van één gebouw, maar door puin, brokstukken en instabiliteit kan doorwerken naar omliggende straten, belendingen en infrastructuur. Een belangrijk kenmerk is dat instorting zich progressief kan ontwikkelen: een initiële instorting kan leiden tot kettingreacties (secundaire instortingen) en daarmee tot een groei of verschuiving van de instortingszone tijdens de inzet. Hierdoor is de dynamiek vaak 'sprongsgewijs' (plots een groter risico- en werkgebied) in plaats van geleidelijk.

Doorgaans speelt het incident zich af in meerdere fasen (acute instorting, gevolgd door redding en zoeken, stabilisatie en veiligheidsbeheer, en daarna sanering en/herstel), waarbij de omvang van het werkgebied (verboden gebied voor omstanders en getroffen) en de inzetdruk per fase verandert. Door het aanhoudende risico op instabiliteit en secundaire instorting zijn vaak veiligheidsbuffers en toegangsrestricties nodig, wat de bereikbaarheid beperkt en het operationele effectgebied vergroot. Restricties, monitoring en herstel kunnen dagen tot weken duren, mede doordat toegang en veiligheid stapsgewijs moeten worden vrijgegeven.

De variatie in schaal is groot: de feitelijke instortingszone kan beperkt blijven tot het gebouwoppervlak (in de orde van ~20–50 meter), maar in de praktijk wordt het werkgebied vaak groter door brokstukken en veiligheidsgebieden. In de waarnemingen uit de bestudeerde literatuur komen veiligheidsbuffers van circa 20 tot 1.000 meter terug (afhankelijk van instabiliteit en secundaire risico's), wat directe gevolgen heeft voor ontruiming, afzettingen en logistiek. De omvangdynamiek (progressieve instorting) kan zich daarbij binnen minuten tot uren voltrekken, waardoor de inzet continu moet worden herijkt.

Voor hulpdiensten betekent dit dat instortingen niet alleen 'technische hulpverlening op één locatie' zijn, maar vaak een complex veiligheids- en coördinatievraagstuk met gefaseerde inzet: snel opschalen voor redding en stabilisatie, vervolgens langdurig borgen van veiligheid en bereikbaarheid, en daarna (multidisciplinair) herstel en vrijgave. Naarmate het incident zich uitbreidt naar belendingen of/infrastructuur en het veiligheidsgebied groter wordt, neemt de behoefte toe aan centrale regie en afstemming over zonering, toegang, logistiek en ketenpartners (bijvoorbeeld bouwkundige, forensische en/of gemeentelijke partners).

5.2.2 Omvang van de incidenten (gebouw- en omgevingskenmerken)

De aanwezigheid en dichtheid van bebouwing in het getroffen gebied, én de functie van gebouwen (waarin bijvoorbeeld kwetsbare doelgroepen wonen of zich vitale infrastructuur bevindt), bepalen in hoge mate de feitelijke omvang en complexiteit van het incident. Met name het aantal bewoners of aanwezigen en de aanwezigheid van kwetsbare personen is daarbij maatgevend.

Vaak is sprake van gelijktijdige inzet op meerdere locaties, waarbij samenhangende gebeurtenissen en nevenincidenten leiden tot een complexe brandweerinzet. De impact wordt daarbij doorgaans niet alleen bepaald door de bron, maar vooral door cascade-effecten: bijvoorbeeld de noodzaak om snel een groot gebied te evacueren (of veel kwetsbare personen), vaak in combinatie met stroomuitval en het wegvallen of bedreigd raken van infrastructuur zoals wegen en bruggen. Hierdoor kunnen getroffen geïsoleerd raken en voor hulpverleners lastig te bereiken.

De fysieke omgeving wordt vaak op grote schaal ontwricht: hele wijken, dorpen of tientallen tot honderden gemeenten worden getroffen, waarbij in meerdere incidenten sprake is van langdurige schade aan gebouwen, infrastructuur en de leefomgeving. Omgevingsfactoren zoals topografie (hoogteverschillen en laagtes), weersinvloeden (wind, regen, hitte) en bereikbaarheid (wegen, bruggen), bepalen daarbij in belangrijke mate de contouren van het effectgebied. Gebouw- en omgevingsfactoren sturen ook vaak de dynamiek van de omvang, bijvoorbeeld door plotselinge uitbreiding na winddraaiing, doorbraak van een waterkering, progressieve instorting of secundaire verspreiding van chemische stoffen via infrastructuur

(zoals het riool). Uit de incidenten is bovendien gebleken dat hierdoor het getroffen gebied (vele malen) groter kan zijn dan wat de prognoses en risicomodellen aangeven.

5.2.3 Impact op de getroffen en (mens- en dieren)merken)

Overkoepelend

Ongeacht het type scenario zijn er veel getroffen, variërend van honderden tot tienduizenden personen per incident. Bij alle vier scenario's is sprake van noodzaak tot evacuatie, variërend van ongeveer 500 personen (lokale incidenten) tot meer dan 50.000 personen (grootschalige overstromingen). Ook kan sprake zijn van doden als gevolg van de incidenten, variërend van 0-10 personen (chemische incidenten en/natuurbranden) tot meer dan 1.000 personen (instortingen). Verder kunnen er gewonden of blootgestelden zijn, van enkele tientallen tot duizenden (chemische incidenten en instortingen). Met name bij chemische incidenten vallen ook gewonden bij brandweerpersoneel.

Ook voor dieren is de impact in dergelijke scenario's groot en concreet. Bij evacuaties moeten soms binnen korte tijd duizenden dieren worden verplaatst, zoals bij het onderbrengen van circa 2.000 koeien en honderden schapen, wat aanzienlijke logistieke uitdagingen oplevert (Crisislab, 2012). Dit leidt er regelmatig toe dat veehouders hun vertrek uitstellen of afzien van evacuatie vanwege hun dieren, ondanks risico's voor de eigen veiligheid (Wiedemann e.a., 2024). Tegelijkertijd kunnen incidenten directe grootschalige sterfte veroorzaken, zoals bij natuurbranden waarbij duizenden landbouwhuisdieren en tientallen miljoenen bijen omkomen en ecosystemen en agrarische producties zwaar worden aangetast (Almeida e.a., 2024). Er zijn ook voorbeelden waarbij evacuaties van dieren goed verlopen, zoals het in veiligheid brengen van tientallen honden en katten, terwijl het ontbreken van een evacuatieplan elders juist tot onnodige sterfte leidt (Almeida e.a., 2024).

Bij alle vier scenario's is voor de getroffen in eerste instantie sprake van onduidelijkheid en onzekerheid, die samengaan met een informatiehonger en een geruchtenstroom via sociale media. Die onduidelijkheid en onzekerheid bepalen in grote mate het gedrag van de inwoners in het getroffen gebied. Een deel van de mensen wacht af, een deel handelt meteen. Kwetsbare groepen kunnen vaak niet zelfstandig handelen of ontvangen de waarschuwingen en instructies niet.

Mensen vertonen doorgaans zelfredzaam gedrag: ze vertrekken op eigen initiatief, zoeken hun naasten op, bellen massaal hulpdiensten, melden zich bij ziekenhuizen of ondernemen acties om het incident te bestrijden, slachtoffers te helpen of hun woning te beschermen. Daarbij spelen dieren een zichtbare rol in het gedrag van mensen: bewoners proberen hun dieren te redden, stellen evacuatie uit of keren terug naar risicogebieden, en moeten onder hoge tijdsdruk beslissen welke dieren meegenomen kunnen worden en welke niet. Hiermee beïnvloeden dieren niet alleen de impact van incidenten, maar ook het verloop van evacuaties en hulpverlening.

Overstroming

Specifiek bij overstromingen moeten veel personen evacueren, waarbij kan worden uitgegaan van 10.000 tot 50.000 evacués (Task Force Fact Finding hoogwater, 2021). Dergelijke incidenten hebben disproportionele impact op kwetsbare groepen, zoals ouderen en bewoners van zorginstellingen. Ook kan sprake zijn van evacuatie van grote aantallen vee, waarbij niet alleen de verplaatsing zelf, maar ook de opvanglocatie een uitdaging vormt. Wat betreft slachtoffers kan worden uitgegaan van een bandbreedte van tientallen tot ruim

180 doden en tot meer dan 750 gewonden, zoals bleek bij de overstromingen in Duitsland (onder meer in het Ahrtal) in 2021 (Lehmkuhl e.a., 2022). Bovendien kan worden uitgegaan van zeer grote aantallen getroffen, die ook na de acute fase vaak nog maanden tot jaren nadelige gevolgen van het incident ondervinden.

In het begin is vaak sprake van een langere dreigingsperiode, waarin de getroffen onzeker zijn over de ernst van de situatie en het handelingsperspectief. Maar bij een daadwerkelijke overstroming verandert de situatie plots tot acuut gevaar, met massa-evacuaties, waterreddingen en hoge slachtoffers, vooral onder ouderen en mensen met beperkingen. Verder kunnen getroffen door het water ingesloten raken, onbereikbaar voor hulpverleners. Dit alles heeft doorgaans een diep psychosociaal effect op de getroffen gemeenschappen.

Voorbeeld van een relevante gebeurtenis: de overstroming bij Altenahr

Waarschuwingen en evacuaties kwamen voor inwoners te laat; ongeveer een derde van de inwoners ontving helemaal geen waarschuwing. De evacuatie in Altenahr startte nádat het water al levensgevaarlijk hoog stond. Er vielen meer dan 130 doden; 80 % van de overledenen was 60+. Omdat vluchten vaak niet meer mogelijk was, overleed 65 % van de slachtoffers binnen, vaak in de kelder (bijvoorbeeld om schade te beperken of spullen te redden) of op de begane grond. Buiten overleed 18 % op straat, soms bij relatief ondiep water met een sterke stroming ($> 1 \text{ m}^2/\text{s}$) (Ahrtal Duitsland 2021 – Rhein & Kreibich, 2025)

Natuurbrand

Ook bij natuurbranden kan evacuatie nodig zijn, bijvoorbeeld van campings in natuurgebied. Er kan worden uitgegaan van duizenden evacués: zo moesten bij de brand in De Meinweg in Noord-Limburg een dorp en meerdere vakantieparken worden geëvacueerd, in totaal circa 4.200 mensen (Instituut Fysieke Veiligheid, 2020). Bij de brand in Gonfaron (Frankrijk) betrof het ongeveer 10.000 bewoners van zogenoemde WUI-gebieden (Wildland–Urban Interface), gebieden waar woningen en infrastructuur direct grenzen aan of verweven zijn met vegetatie (Almeida et al., 2024). Tijdens de brand in Castro Marim (Portugal) zijn daarnaast ook dieren geëvacueerd, waaronder 80 honden en 110 katten uit een gemeentelijke kennel (Almeida e.a., 2024). De brand in Attica (Griekenland) had zeer ernstige gevolgen: meer dan 100 mensen kwamen om het leven en ruim 600 raakten gewond, met name door een gebrek aan vluchtmogelijkheden toen mensen ingesloten raakten tussen het vuur, steile kliffen en de zee (Almeida et al., 2024).

Wanneer de windrichting verandert en rook richting bewoond gebied trekt, kan dit leiden tot directe impact op bewoners, waardoor publiekswaarschuwing noodzakelijk is. Daarnaast kan sprake zijn van een verhoogd risico op overslag naar gebouwen. Hoewel natuurbranden, net als overstromingen, doorgaans een langere dreigingsfase kennen als gevolg van aanhoudende droogte, kan de situatie bij een daadwerkelijke brand plotseling omslaan en acuut gevaar opleveren.

Chemisch incident

Bij chemische incidenten is doorgaans geen sprake van een dreigingsfase, maar dient zich plots een acute situatie aan. Blootgestelden aan de chemische stof ervaren doorgaans meteen klachten. Afhankelijk van de locatie van het incident, kan het gaan om honderden tot duizenden personen met klachten. Zo hebben bij het incident in Graniteville 554 personen zich, doorgaans op eigen initiatief, bij het ziekenhuis gemeld. Van hen zijn 75 opgenomen en

9 overleden (National Transportation Safety Board, 2005). Wat betreft evacuaties kan het gaan om enkele honderden tot duizenden: zo zijn meer dan 1.900 personen geëvacueerd bij het incident in Wetteren (De Regt & Zuidijk, 2013), en meer dan 5.400 bij Graniteville (National Transportation Safety Board, 2005). Ook kan het nodig zijn om mensen te redden. Daarbij ontstaan dilemma's tussen een snelle redding en de veiligheid van hulpverleners. Er is namelijk doorgaans sprake van een direct (gezondheids)risico voor hulpverleners (National Transportation Safety Board, 2005). De psychosociale impact van dergelijke incidenten is groot, vanwege langdurige gezondheidsmonitoring en de juridische nasleep (Duyvis e.a., 2014; Dhara, 2002).

Instorting

Een instorting gebeurt doorgaans plotsklaps. Voor de mensen in of direct rond het object is de impact extreem: beknelling, verwonding en paniek. In de eerste fase is vaak sprake van spontane en snelle (grijp)reddingen door omstanders en eerste hulpverleners, gericht op het direct bevrijden van zichtbare slachtoffers. Dit beeld komt onder meer naar voren bij de instorting van Ronan Point, waar omstanders direct betrokken waren bij reddingspogingen (Ministry of Housing and Local Government, 1968). Tegelijkertijd bewegen ongeruste naasten en nieuwsgierigen zich massaal naar het gebied, zoals ook zichtbaar was bij grootschalige instortingen waarbij direct na het incident veel mensen toestromen en hulpverlening in eerste instantie deels ongecoördineerd plaatsvindt (ASK Investigation Unit, 2013)..

Na deze eerste fase verschuift de inzet naar een meer georganiseerde en langdurige zoek- en reddingsoperatie, gericht op slachtoffers die zich (mogelijk) nog onder het puin bevinden. Casuïstiek laat zien dat deze fase dagen tot zelfs weken kan duren, zoals bij Rana Plaza waar langdurig naar overlevenden werd gezocht (ASK Investigation Unit, 2013). Ook bij het incident aan de Tarwekamp was sprake van een grootschalige reddings- en bergingsoperatie die een intensieve en langdurige inzet van hulpdiensten vergde (NIPV, 2025).

Voor de grotere omgeving volgt daarna een andere impact: afzettingen, ontruiming en onzekerheid. Mensen mogen niet terug naar huis of werk, soms dagen of weken. Het gebied blijft afgesloten, terwijl het incident zelf al voorbij lijkt. Daarmee reikt de impact van instortingen verder dan het acute moment en is er sprake van een maatschappelijke impact die langdurig aanhoudt (Ministry of Housing and Local Government, 1968; ASK Investigation Unit, 2013; Feldman e.a., 2025; NIPV, 2025).

5.2.4 Gedrag van burgers

Behalve incident-specifieke literatuur zijn ook meerdere studies over het gedrag van burgers bestudeerd, waarbij het in Duyvis et al. (2014) nadrukkelijk gaat om zelfredzaamheid en CBRN. In Rohaert (2025) gaat het over het rijgedrag van mensen die per auto evacueren tijdens natuurbranden, in Freeman et al. (2021) over publiekscommunicatie voor evacuatie en 'shelter-in-place', in Bouwmeester et al. (2021) over zelfredzaamheid en burgerhulp bij rampen en crises, en in Ruitenbergh en Helsloot (2004) om zelfredzaamheid van burgers bij rampen en zware ongevallen.

Uit deze studies en de literatuur over de historische incidenten komt naar voren dat grote incidenten een directe en vaak ontwrichtende impact hebben op burgers, maar ook op de incidentbestrijding:

- > In alle geanalyseerde casussen reageren burgers sneller dan de officiële waarschuwingen beschikbaar komen door spontaan te vluchten, te schuilen of anderen te helpen, vaak gestuurd door zichtbare of zintuiglijke aanwijzingen zoals rook, geur of ademhalingsklachten.
- > Burgers bellen massaal naar de noodnummers, waardoor meldkamers overbelast raken.
- > Tegelijk leidt onzekerheid of gebrek aan eenduidige informatie tot risicovol gedrag, variërend van het terugkeren naar het incidentgebied tot het vluchten in gevaarlijke omstandigheden.
- > Sociale dynamiek versterkt deze patronen: burgers nemen beslissingen op basis van het gedrag van burens, verkeer en omgeving.
- > Bij overstromingen is een hoge mate van spontane burgerhulp waargenomen, bijvoorbeeld bij het versterken van dijken. Deze inzet vergroot de maatschappelijke veerkracht en het probleemoplossend vermogen ter plaatse, maar roept tegelijkertijd vragen op over afstemming, veiligheid en regie, en legt daarmee extra druk op de incidentbestrijdingsorganisatie.
- > De chemische incidenten kenmerken zich verder door massale zelfpresentatie bij ziekenhuizen, inclusief grote aantallen 'worried well', wat de zorgketen onder hoge druk zet en het risico op secundaire besmetting vergroot.
- > Natuurbranden leiden steeds vaker tot grootschalige evacuaties waarbij het wegennet snel overbelast raakt. Hierdoor raken toegangswegen tot het incidentgebied geblokkeerd. Het vastlopende evacuatieverkeer in de eerste uren heeft in verschillende branden bijgedragen aan een aanzienlijk deel van de dodelijke slachtoffers als gevolg van verbranding of rookinhalatie in of rond voertuigen.
- > Onder omstandigheden met rook en verminderd zicht ontstaan kop-staart-botsingen, waardoor er sprake is van gelijktijdige incidenten (verkeersongeval én natuurbrand of chemisch incident).
- > De langdurige effecten – zoals stress, wantrouwen en onzekerheid over de gezondheid – blijven lang na de acute fase zichtbaar, vooral wanneer acuut (vaak 's nachts) is geëvacueerd of wanneer terugkeercriteria onduidelijk blijken.

Bovenstaande waarnemingen benadrukken dat de bescherming van burgers sterk afhankelijk is van snelle, duidelijke en handelingsgerichte publiekscommunicatie, en van gecoördineerde evacuatie- en triagecapaciteit.

5.3 Interventiekenmerken

Deze paragraaf brengt de kenmerken van de brandweerinzet bij de onderzochte scenario-typen in beeld. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen (1) de taken van de inzet, (2) de daadwerkelijk ingezette capaciteit aan personeel en materieel en de duur daarvan, en (3) de wijze van opschaling en coördinatie. Daarnaast wordt de brandweerinzet per scenariotype bekeken per fase: de dreigingsfase, de acute fase en de nafase. Dit maakt zichtbaar hoe het optreden, de taken en de benodigde capaciteit in de tijd veranderen.

5.3.1 Doelstellingen en taken van de brandweerinzet

De literatuur laat zien dat de taken van de brandweerinzet variëren per scenariotype, maar deels ook overeenkomen. Enerzijds gaat het om scenario-overstijgende taken die in verschillende typen scenario terugkeren. Anderzijds zijn er taken die specifiek samenhangen met de aard, dynamiek en risico's van een bepaald scenariotype.

Overkoepelend

Scenario overstijgend ligt de nadruk in de literatuur allereerst op het beschermen en redden van mensen. De brandweer evacueert bewoners, aanwezigen en andere direct bedreigde personen uit risicogebieden, zoekt naar en lokaliseert slachtoffers in bedreigde of moeilijk toegankelijke gebieden en voert (grijp)reddingen uit waar dat nodig is. Daarbij staat de bescherming van leven en gezondheid centraal in zowel de inzet als de besluitvorming. Ook het afzetten van risicogebieden en het vrijhouden van toegangs-, hulpverlenings- en evacuateroutes behoort tot deze terugkerende kerntaken. Daarnaast komt in meerdere incidenttypen naar voren dat de brandweer een belangrijke rol vervult in het waarschuwen en informeren van de bevolking en in het bieden van handelingsperspectief. Dat gebeurt via uiteenlopende communicatiekanalen, waaronder NL-Alert, sirenes, geluidswagens, huis-aan-huiscommunicatie, rampenzenders, liveblogs, sociale media en radio. Juist bij snel veranderende of tegenstrijdige informatie is het van belang dat burgers duidelijke instructies krijgen en dat verwarring, geruchten en tegenstrijdige boodschappen zo veel mogelijk worden tegengegaan. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met verschillen in zelfredzaamheid, risicoperceptie en spontaan burgerinitiatief.

Een tweede incidentoverstijgende lijn in de literatuur betreft het coördineren van inzet, opschaling en middelen. Bij grootschalige incidenten moet de crisisorganisatie snel worden opgeschaald en moeten commandostructuren worden ingericht die passen bij de omvang en complexiteit van het incident. Dit vraagt om coördinatie van gelijktijdige inzetten, specialisten en ondersteunende eenheden, maar ook om afstemming met lokale, regionale, nationale en waar nodig internationale partners. Daarbij spelen logistiek, transport, materieel, bevoorrading en ondersteunende faciliteiten een belangrijke rol, evenals het organiseren van aflossing, roostering en inzetcontinuïteit bij langdurige of meerdaagse operaties. Daarnaast blijkt uit de literatuur dat informatie, verkenning en besluitvorming een structureel onderdeel van de brandweerinzet vormen. Het gaat dan om het verkennen van het incidentgebied, het in beeld brengen van risico's, bereikbaarheid, slachtoffers en inzetmogelijkheden, het continu monitoren van de ontwikkeling van het incident en het benutten van meetgegevens, kaarten, modellen, luchtbeelden en andere informatiebronnen om het operationeel beeld te verbeteren. Op basis daarvan moeten evacuatie-, veiligheids- en inzetbeslissingen worden onderbouwd. Ten slotte is ook de bescherming van hulpverleners zelf een terugkerende doelstelling. In verschillende incidenttypen is sprake van inzet onder fysiek en mentaal belastende omstandigheden, waardoor passende beschermingsmiddelen, veilige werkmethoden, veiligheidsbewaking, aflossing en ondersteuning voor het eigen personeel noodzakelijk zijn.

Naast deze generieke doelstellingen laat de literatuur ook duidelijke incident-specifieke accenten zien. Die worden hieronder besproken.

Overstromingen

Bij overstromingen richt de brandweerinzet zich onder meer op het ondersteunen van de verschillende domeinexpertises (zoals waterschappen) bij dijkbewaking, het versterken van dijken en keringen met zandzakken, aanleggen van noodkeringen en nooddammen, en het grootschalig wegpompen van water. Ook het beschermen van woongebieden, vitale infrastructuur en essentiële voorzieningen, zoals elektriciteit, drinkwater, telecom, wegen, spoor en ziekenhuizen, is daarbij een belangrijke taak. Verder blijkt uit de literatuur dat de brandweer bij overstromingen vaak een rol speelt in noodopvang, terugkeer en herstel,

bijvoorbeeld door opvang voor geëvacueerden te ondersteunen, de terugkeer van bewoners te begeleiden en bij te dragen aan opruim-, herstel- en schoonmaakwerkzaamheden en aan tijdelijke voorzieningen voor basisvoorzieningen en kritieke infrastructuur, zoals drinkwater- en sanitaire voorzieningen, mobiele energievoorziening, tijdelijke communicatiemiddelen en noodbruggen of -wegen.

Natuurbranden

Bij natuurbranden ligt de nadruk in het bijzonder op het beheersen en onderdrukken van de brand. De inzet richt zich dan op directe brandbestrijding op de grond en vanuit de lucht, het stabiliseren van vuurfronten, voorkomen van overslag, nablussen en monitoren van hotspots en het aanleggen en gebruiken van stoplijnen en brandgangen. In sommige gevallen wordt ook tactisch vuur ingezet. Daarnaast is bij natuurbranden sprake van specifieke aandacht voor de bescherming van bebouwing, infrastructuur en erfgoed, evenals voor de bescherming van ecologisch waardevolle gebieden en kwetsbare natuur- en recreatiegebieden.

Chemische incidenten

Bij chemische incidenten ligt het specifieke accent op het beperken van de bron, het meten en monitoren van de verspreiding en de escalatie van het incident. Dat betekent onder meer dat het brongebied en de hot zone onder toxische omstandigheden moeten worden benaderd en betreden, dat wagons, tanks of andere bedreigde objecten moeten worden gekoeld en dat waterschermen kunnen worden ingezet om toxische rook of dampen neer te slaan. Ook het veilig uitschakelen of stabiliseren van processen en installaties om secundaire incidenten te voorkomen is daarbij een terugkerende taak. Daarnaast vragen chemische incidenten specifiek om ontsmetting en ondersteuning van de medische keten. De literatuur noemt hier onder meer het inrichten van ontsmettingseenheden in het veld, het gebruik van publieke voorzieningen als ontsmettings- en opvanglocatie, het organiseren van ontsmetting als onderdeel van de evacuatieleroute en het afstemmen met ambulancediensten, triagepunten en ziekenhuizen over toestroom, overdracht en spreiding van slachtoffers. Tot slot is bij chemische incidenten ook het herstel van het getroffen gebied een nadrukkelijke doelstelling, met langdurige metingen en monitoring van lucht, water, riool en gebouwen, het reinigen en saneren van besmette compartimenten en het gefaseerd mogelijk maken van terugkeer en vrijgave.

Instortingen

Bij instortingen komen vooral doelstellingen naar voren die samenhangen met zoeken en bergen in ingestorte structuren, het veiligstellen van het gebouw en het beheersen van nevengevaren. De brandweer kan veilige toegangsroutes creëren tot slachtoffers, specialistische USAR-technieken inzetten, puin en slachtoffers handmatig of mechanisch bergen en zoek- en reddingsacties prioriteren op basis van overlevingskansen, instortingspatroon en toegankelijkheid. Tegelijkertijd moet de constructieve veiligheid voortdurend worden bewaakt, moeten instabiele delen worden beoordeeld op risico van secundaire instorting en kunnen technische interventies nodig zijn om gevaarlijke delen gecontroleerd neer te halen of te stabiliseren. Bij instortingen spelen bovendien vaak nevengevaren, zoals brand, gaslekken, elektrocutiegevaar of rook, en is regelmatig sprake van multi-hazardscenario's waarin explosie, brand, instorting en infrastructuurschade gelijktijdig optreden. Ten slotte laat de literatuur zien dat bij instortingen de reddingsoperatie vaak moet worden afgestemd met forensisch onderzoek en herstel, inclusief berging, sloop, het verwijderen van puin en ondersteuning van opvang, herhuisvesting en maatschappelijke nazorg voor getroffen en getroffen.

5.3.2 Ingezette brandweercapaciteit en duur van deze inzet

Voortbouwend op de taken genoemd in de vorige paragraaf, richt deze paragraaf zich op de brandweercapaciteit die nodig is om deze taken te realiseren. De literatuur laat zien dat de omvang en samenstelling van deze capaciteit sterk verschillen per incidenttype. Daarom wordt de inzet hieronder per incidenttype beschreven, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen personeel, materieel, en de duur van de inzet.

Overstroming

Bij overstromingen loopt de personele inzet van de brandweer al snel op tot honderden of zelfs duizenden brandweermensen per dag, afhankelijk van het type overstroming, de duur en de geografische omvang. Rivier- en kanaaloverstromingen vragen vooral een langdurige en zware inzet, terwijl stormvloed korter duren maar piekintensief zijn. Pluviale overstromingen en flitsvloed kennen vaak een explosief begin, gevolgd door een langer durend vervolg. In de literatuur worden onder meer de inzet van ongeveer twee derde van de totale brandweesterkte van Cumbria en pieken van meer dan 4.100 hulpverleners per dag bij het THW⁵ in Duitsland genoemd. De personele inzet bestaat daarbij niet alleen uit reguliere brandweereenheden, maar ook uit opschaling van de meldkamer, inzet van reddingsvlootteams – waaronder de inzet van alle 88 eenheden van de Nationale Reddingsvloot tijdens het hoogwater in Limburg in 2021 – dijkbewakingsteams en schaarse sleutelfunctionarissen op het gebied van waterexpertise, leiding en coördinatie. Dergelijke functionarissen zijn nodig, omdat de inzet vaak gelijktijdig draait om redding, dreigingsduiding, evacuatiebesluitvorming, logistiek en afstemming met meerdere partners. Tegelijkertijd blijkt dat langdurige inzet snel leidt tot vermoeidheid, schaarste aan sleutelpersonen en spanning tussen regionale inzet en het overeind houden van de lokale basisorganisatie.

Voor het operationeel beeld en de besluitvorming is de brandweer bij overstromingen in belangrijke mate afhankelijk van externe partners. Het waterschap en Rijkswaterstaat leveren informatie over waterstanden, afvoeren, zwakke plekken in waterkeringen en mogelijke faalindicatoren, die door veiligheidsregio's en gemeenten moeten worden vertaald naar evacuatiegebieden en inzetprioriteiten. In de praktijk blijkt dat niet eenvoudig, onder meer door wisselende prognoses, onduidelijkheid over de herkomst van het water, misinterpretaties van waterstromen en het ontbreken van passende kaartlagen in LCMS. Ook nationale en internationale informatiebronnen kunnen nodig zijn, zoals van de Copernicus Emergency Management Service voor satellietbeelden en analyses, of specialistische simulaties rond mogelijk damfalen. Externe partners leveren daarmee niet alleen ondersteuning, maar ook essentiële beslisinformatie over overstromingsomvang, risico's voor dijken en dammen, bereikbaarheid en de prioritering van evacuaties.

De materieelinzet bestaat in de basis uit zandzakken, pompen, voertuigen (geschikt om door water te rijden), waarschuwingsmiddelen en middelen voor dijkbewaking. In zwaardere scenario's groeit dit uit tot grote materieelclusters met boten, noodkeringen, nooddammen, high volume pumps, specialistische waterreddingsmiddelen, persoonlijke beschermingsmiddelen en extra commandofaciliteiten. In Limburg werden bijvoorbeeld 120.000 zandzakken, tientallen noodkeringen en grote aantallen pompen ingezet, terwijl in Londen specialistische 'flood rescue units', 'tactical advisors' en aparte gespreksgroepen voor onderlinge aansturing beschikbaar waren. Bij langdurige inzet verschuift de druk vervolgens naar logistiek en continuïteit: trekkende voertuigen voor boten, aflossing van eenheden,

⁵ Het Technisches Hilfswerk (THW) is de federale organisatie voor civiele bescherming en technische hulpverlening in Duitsland.

onderhoud en verplaatsing van materieel, herstel van bereikbaarheid en het waarborgen van redundante communicatie wanneer stroom, telecom, wegen of spoor uitvallen.

Natuurbrand

Bij natuurbranden varieert de personele inzet van enkele tientallen mensen bij lokale incidenten tot grote aantallen hulpverleners en honderden of duizenden inzeturen bij grootschalige branden. De inzet bestaat uit lokale, regionale en nationale brandweereenheden en wordt in sommige gevallen aangevuld met vrijwilligers en militaire ondersteuning. Daarnaast worden specialistische teams ingezet, zoals handcrewteams, heli-teams en droneteams. De duur van de inzet hangt sterk samen met het brandverloop: sommige branden zijn binnen uren of een etmaal onder controle, terwijl andere dagenlang of langer aanhouden. Daardoor zijn roulatie van personeel, behoud van restdekking en ondersteuning bij fysieke belasting belangrijke aandachtspunten.

De materieelinzet bestaat in de basis uit terreinvaardige tankautospuiten, tankwagens, zware watertrucks, bulldozers, crashtenders en sleepwagens. Voor het aanleggen van stoplijnen en brandgangen worden zware middelen gebruikt, terwijl de waterlogistiek sterk kan opschalen, bijvoorbeeld door middel van de inzet van (meerdere) groot water transport eenheden. Bij grotere natuurbranden vormen luchtmiddelen een belangrijk deel van de slagkracht, variërend van enkele helikopters of vliegtuigen tot grotere luchtvlotten. Daarnaast worden drones, luchtbeelden, satellietinformatie, warmtebeeldcamera's en cartografie ingezet voor verkenning en situational awareness. Om langdurige inzet mogelijk te maken, zijn ook logistieke voorzieningen, medische ondersteuning en opslag- of bergingstanks nodig.

Chemisch incident

Chemische incidenten vragen om specialistische en vaak langdurig inzetbare personele capaciteit. De personele druk kan snel oplopen doordat redding, triage, evacuatie, ontsmetting, metingen en zonebewaking gelijktijdig plaatsvinden. Zo werden in Graniteville honderden personen blootgesteld blootgestelde, meerdere ontsmettingseenheden ingezet en waren er circa 5.400 evacués; in Piroot waren grote aantallen brandweerlieden nodig voor evacuatie op meerdere locaties, ademluchtrotatie, metingen, redding van verkeersslachtoffers en ondersteuning van politie, forensische teams en ambulancezorg. De personele inzet bestaat daarmee niet alleen uit brandweer- en CBRN-capaciteit, maar ook uit functies voor medische afstemming, logistiek, verkeersgeleiding, informatiemanagement en afstemming met ziekenhuizen, milieudiensten, nutsbedrijven en bedrijfsverantwoordelijken.

Ook voor het operationeel beeld is de brandweer bij chemische incidenten sterk afhankelijk van externe partners. Ziekenhuizen en ambulancediensten zijn nodig om de aard en omvang van de slachtofferinstroom te duiden; spoorwegbedrijven of bedrijfsverantwoordelijken leveren informatie over treinsamenstelling, lading en de mogelijke omvang van de verspreiding; nutsbedrijven schakelen bijvoorbeeld stroom af bij beschadigde infrastructuur; milieudiensten ondersteunen met water- en luchtmetingen ten behoeve van vrijgave en afschaling. In meerdere casussen waren daarnaast drones, luchtwaarneming en meetploegen nodig om de verspreiding van de wolk, veranderingen in windrichting en de begrenzing van blootstellingsgebieden te bepalen. Chemische incidenten zijn daarmee sterk ketenafhankelijk: zonder tijdige externe broninformatie en meetresultaten is een veilig en actueel operationeel beeld moeilijk op te bouwen.

De materieelinzet bestaat uit meetmiddelen, persoonlijke beschermingsmiddelen, ademlucht, afzettingsmiddelen en voorzieningen voor commandovoering, aangevuld met specialistisch CBRN-materieel, ontsmettingseenheden, voertuigen voor entry teams, verkeers- en evacuatiemiddelen en verkenningmiddelen zoals drones. Met name de ontsmettingseenheden zijn cruciaal, evenals meetapparatuur voor lucht, water, gebouwen en soms rioolstelsels. Daarnaast zijn middelen nodig voor monitoring, ventilatie, sanering, reinigen, spoelen en het veilig vrijgeven van de besmette omgeving en van besmette objecten. De materieelinzet is daarmee niet alleen specialistisch, maar ook sterk afhankelijk van de persistentie en de verspreidingsroutes van de vrijgekomen stof.

Instorting

Bij instortingen gaat het ook bij lokale incidenten al snel om tientallen tot enkele honderden hulpverleners, terwijl bij grootschalige incidenten, aardbevingen en aanslagen wordt opgeschaald naar multidisciplinaire, nationale en internationale teams. De kern van de personele inzet bestaat uit brandweer, USAR-teams, politie, ambulancediensten en soms militaire eenheden. Daarnaast zijn constructeurs en andere technische deskundigen nodig om de stabiliteit van resterende gebouwdelen te beoordelen, medische specialisten voor crushletsel en multitrauma, forensische experts bij plaats-delictsituaties en logistieke en psychosociale ondersteuning bij langdurige zoek- en bergingsoperaties. In meerdere casussen speelden ook vrijwilligers en de lokale bevolking in de eerste uren een rol bij reddingsacties, vervoer en opvang. De inzetduur is vaak aanzienlijk: in Oklahoma City duurde de zoek- en reddingsoperatie 17 dagen en in Surfside meerdere weken. Daardoor verschuift de personele belasting gaandeweg van snelle redding naar langdurige berging, forensische afstemming, roulatie en mentale ondersteuning.

Het operationeel beeld bij instortingen is sterk afhankelijk van externe technische expertise. Constructeurs en ingenieurs ondersteunen de incidentleiding bij de beoordeling van instortingsgevaar, de resterende stabiliteit en veilige inzetgrenzen. In andere casussen waren juist GIS, satellietbeelden, drones en instortingssimulaties van belang om gebouw-schade, wegblokkades, overlevingsruimten en de complexiteit van reddingsroutes in beeld te brengen. Bij explosies en aanslagen is bovendien afstemming nodig met justitie en forensische ketenpartners, omdat het incidentterrein tegelijk plaats incident en plaats delict kan zijn. Daarmee reikt de inzet ook hier verder dan de brandweer alleen en is technische, medische en forensische informatie essentieel voor een bruikbaar operationeel beeld.

De materieelinzet bestaat in de basis uit standaard blus- en reddingsvoertuigen, aangevuld met gespecialiseerde USAR-uitrusting. Voor daadwerkelijke toegang en puinruiming zijn vaak zware civieltechnische middelen nodig, zoals kranen, bulldozers, graafmachines en ander zwaar materieel. Daarnaast zijn stutmateriaal en andere constructieve ondersteuning nodig om instabiele delen te stabiliseren en reddingswerk mogelijk te maken. Voor lokalisatie worden searchcams, akoestische detectie, sensortechnologie, speurhonden en drones ingezet. Logistiek en continuïteit vragen om tijdelijke behandel- en triagevoorzieningen, verlichting, rustplaatsen, voeding, persoonlijke beschermingsmiddelen en betrouwbare communicatie-infrastructuur. In meerdere gevallen verschoof de materieelinzet van reddingsmiddelen naar zwaar bergings- en sloopmaterieel naarmate de inzet langer duurde.

5.3.3 Opschaling en samenwerking brandweerinzet

Bij grootschalige incidenten vindt opschaling doorgaans snel plaats, zodra duidelijk wordt dat de lokale capaciteit ontoereikend is of wanneer meerdere belastende factoren gelijktijdig optreden. Bij instortingen gebeurt dat vaak abrupt, doordat de omvang van de schade, het aantal mogelijke slachtoffers en het instortingsgevaar direct zichtbaar zijn. Bij overstromingen volgt snelle opschaling, vooral wanneer waterdreiging, evacuatieopgaven, uitval van vitale infrastructuur en langdurige belasting samenkomen; in de casus Limburg 2021 leidde dit onder meer tot snelle GRIP-opschaling, inzet van meerdere CoPI's en grootschalige inzet van de Nationale Reddingsvloot. Bij natuurbranden wordt vooral opgeschaald wanneer snelle branduitbreiding samenvalt met wind en droogte, moeilijk begaanbaar terrein, meerdere brandhaarden, beperkte bluswatervoorziening en effecten op infrastructuur of over de (regionale)grens. Bij chemische incidenten vindt opschaling plaats wanneer sprake is van een onduidelijk incidentbeeld, grote aantallen blootgestelde personen, noodzaak tot evacuatie en ontsmetting, en behoefte aan specialistische meet- en CBRN-capaciteit.

De casussen laten zien dat samenwerking en coördinatie daarbij niet vanzelfsprekend goed verlopen. Knelpunten ontstaan onder meer door onduidelijke alarmeringsprocedures, onheldere rol- en taakverdelingen, spanningen tussen lokaal mandaat en regionale of landelijke sturing, en gebrekkige afstemming tussen operationeel, tactisch en bestuurlijk niveau. Bij overstromingen bleek bijvoorbeeld dat wisselende waterinformatie van Rijkswaterstaat en het waterschap lastig was te vertalen naar eenduidige risicoscenario's, terwijl ook onduidelijkheid bestond over de rol van de Nationale Reddingsvloot en de inzet van burgerinitiatieven. Bij chemische incidenten spelen daarnaast problemen rond meldkamerbelasting, onzekerheid over stoffeigenschaften, afhankelijkheid van informatie van spoorbedrijven of bedrijfsverantwoordelijken en de aansluiting van politie, ziekenhuizen, milieudiensten en nutsbedrijven op het operationele optreden. Bij instortingen doen zich vergelijkbare knelpunten voor bij de aansluiting van specialistische USAR-capaciteit, constructeurs, forensische partijen en justitie, met name wanneer het incidentterrein tegelijk plaats incident en plaats delict is. Ook grensoverschrijdende samenwerking en formele procedures voor regionale of internationale bijstand blijken in de praktijk – om veelal dezelfde redenen – niet altijd soepel te verlopen.

Tegelijk blijkt uit meerdere casussen dat een helder ingerichte commandostructuur, een duidelijke rolverdeling, goede liaisonfuncties en tijdige informatie-uitwisseling essentieel zijn om middelen, informatie en besluitvorming te stroomlijnen. Bij overstromingen droegen snelle GRIP-opschaling, actieve inzet van ROT, RBT en CoPI en de koppeling met partners als Rijkswaterstaat, het waterschap, Defensie en het Landelijk Coördinatiecentrum Patiënten Spreiding bij aan meer structuur in besluitvorming en uitvoering. Bij chemische incidenten zijn juist een actueel operationeel beeld, snelle meetgegevens, duidelijke zonering, tijdige afstemming met ziekenhuizen en inzet van ontsmettingseenheden en specialistische teams bepalend voor een werkbare coördinatie. Bij instortingen blijkt vooral de combinatie van één duidelijke commandostructuur, technische advisering door constructeurs en een goede afstemming tussen redding, veiligheid en forensische belangen van groot belang. Snelle opschaling alleen is daarmee niet voldoende; vooral de kwaliteit van de coördinatie bepaalt in belangrijke mate de effectiviteit van de brandweerinzet.

5.3.4 Fasering van de brandweerinzet

De analyse van historische incidenten laat zien dat slagkracht geen statisch gegeven is, maar zich verschillend manifesteert naarmate een incident zich in de tijd ontwikkelt. We maken onderscheid in de dreigingsfase, de acute fase en de nafase.

Dreigingsfase

De dreigingsfase kent een verschillend karakter per scenariotype. Bij overstromingen en natuurbranden is vaak sprake van een langere aanloop, waarin signalen zich geleidelijk opbouwen op basis van prognoses, weersontwikkelingen of omgevingscondities. De acute dreiging ontwikkelt zich hier meestal minder abrupt, maar de potentiële impact is groot en langdurig. Bij chemische incidenten en instortingen daarentegen ontbreekt veelal een herkenbare of langdurige dreigingsfase en manifesteert de dreiging zich plotseling en direct, waardoor de overgang naar acute inzet vrijwel onmiddellijk plaatsvindt.

In de dreigingsfase blijken informatievoorziening, opschaling en leiding & coördinatie bepalend voor het verdere verloop van het incident, waarbij vertraging of terughoudendheid in meerdere gevallen samenhangt met een zwaardere belasting in latere fasen.

Acute fase

Tijdens de overgang van de dreigingsfase naar de vroege acute fase komt vooral een vorm van slagkracht naar voren die in dit onderzoek wordt aangeduid als flitskracht. Deze flitskracht is geen toevallig of incident-specifiek vermogen, maar hangt samen met de basisinrichting van de brandweerorganisatie, die is gericht op snelle paraatheid en eerste inzet bij alledaagse incidenten en daardoor juist in de dreigingsfase en vroege acute fase van grootschalige incidenten tot haar recht komt.

Voorbeelden van relevante gebeurtenissen wat betreft flitskracht

- > Brandweervrijwilligers leverden door hun lokale binding en spreiding een belangrijke bijdrage aan de dekking en het handelingsvermogen bij natuurbranden (Natuurbranden Brandenburg 2018–2022 – Mendes e.a., 2025).
- > De samenwerking tussen Brandweer Haaglanden, STH, USAR en sloopbedrijf Knijnenburg berustte vooral op onderling vertrouwen en eerdere ervaringen; zonder formeel contract kon toch snel zwaar materieel worden ingezet in de reddings- en bergingsoperatie (Explosie Tarwekamp Den Haag 2024 – Kox e.a., 2025).
- > De brandweer improviseerde door privé-pick-uptrucks te gebruiken als shuttlevoertuigen voor entry teams om snel heen-en-weer te rijden tussen hot zone en decontaminatiestations, wat effectief bleek om blootgestelde burgers te kunnen evacueren (Graniteville VS 2005 - National Transportation Safety Board, 2005).

De historische incidenten laten zien dat de vroege acute fase sterk afhankelijk is van de context, en dat het optreden in de praktijk vooral wordt bepaald door regionale structuren, lokale kennis en het vermogen om situationeel en improviserend te handelen.

Naarmate een incident zich ontwikkelt richting de latere acute fase, verschuift het zwaartepunt van slagkracht naar wat in deze analyse wordt aangeduid als duurkracht. Dit betreft onder meer het realiseren van aflossing, het borgen van logistiek en ketenafhankelijkheden, het omgaan met schaarste en gelijktijdigheid en het behouden van samenhang in een complex netwerk van betrokken organisaties. In deze fase worden uithoudingsvermogen, paraatheid en ketenafhankelijkheid steeds dominanter. Tegelijkertijd blijkt uit de analyse

dat de kwaliteit van het optreden in de vroege fasen van invloed is op de mate waarin deze langdurige belasting beheersbaar blijft.

Voorbeelden van relevante gebeurtenissen wat betreft duurkracht

- > Professionele hulpdiensten raakten tijdens de overstroming snel overbelast en konden slechts beperkt functioneren, waardoor ondersteuning door burgers noodzakelijk werd. Burgers waren vaak eerder aanwezig, brachten lokale kennis in en startten direct met hulpverlening. Lokale organisaties zoals wijncoöperaties, buurtschappen en verenigingen speelden daarbij een belangrijke rol in de organisatie van hulp (Ahrtal Duitsland 2021 – Dittmer & Lorenz, 2024).
- > De meldkamer had in de eerste uren een beperkt overzicht van de locaties van eenheden en functionarissen, waardoor zij de coördinerende rol onvoldoende kon vervullen (Strabrechtse Heide 2010 - Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011b).
- > De brandweer vraagt in de eerste uren bijstand van de bedrijfsbrandweer van BASF Antwerpen voor deskundigheid en specifiek brandbestrijdingsmaterieel, waardoor zij wordt versterkt en de omgeving profiteert van betere risicobeheersing (Trein- en giframp Wetteren België 2013 - De Regt & Zuidijk, 2014).

Nafase

In de nafase verschuift het accent van directe incidentbestrijding naar het herstellen en het beperken van langetermijngevolgen. Deze fase kent, net als de eerdere fasen, een sterk contextgebonden karakter: de aard van het incident (overstroming, natuurbrand, chemisch incident of instorting) bepaalt in hoge mate de duur, complexiteit en betrokken actoren. Waar bij sommige incidenten relatief snel kan worden overgegaan tot herstel van fysieke schade, vraagt herstel in andere gevallen langdurige aandacht vanwege milieuschade, infrastructuuruitval of sociale ontwrichting.

Kenmerkend voor deze fase is dat de regie geleidelijk verschuift van de primaire hulpdiensten naar een breder netwerk van overheden, nutsbedrijven, maatschappelijke organisaties en private partijen. Samenwerking, afstemming en prioritering worden hierbij bepalend voor de effectiviteit van het herstel. Tegelijkertijd blijft er vaak sprake van onzekerheid, bijvoorbeeld over de veiligheid van gebieden, de omvang van schade of de snelheid van herstelprocessen.

Daarbij blijkt het in de praktijk vaak lastig om beheerst af te schalen. Organisaties hebben in de acute fase opgeschaald onder hoge urgentie en onzekerheid, maar het moment en tempo van afschaling zijn minder eenduidig. Verschillende partijen hanteren uiteenlopende beelden van risico's en herstellprioriteiten, waardoor de inzet soms langer wordt voortgezet dan strikt noodzakelijk, of juist te vroeg wordt afgebouwd. Dit kan leiden tot frictie in de samenwerking, onduidelijkheid over verantwoordelijkheden en spanning tussen operationele en bestuurlijke afwegingen. Een zorgvuldige en afgestemde afschaling vraagt daarom expliciete aandacht, heldere criteria en continue informatie-uitwisseling tussen betrokken partijen.

Voorbeeld van langdurige nafase

Bij grote incidenten zoals de overstroming in het Duitse Ahtal (2021) bleken tijdelijke voorzieningen nog maanden nodig. De brandweer vormde een belangrijke schakel binnen een breed samenwerkingsverband van crisispartners. Zij werkte daar samen met onder meer het THW, gemeenten, waterbeheerorganisaties, civiele bescherming, de Bundeswehr, het Rode Kruis, de Federale Politie, andere hulporganisaties en vele

vrijwilligers bij het bouwen van tijdelijke voorzieningen en het herstellen van kritieke infrastructuur. Het THW vervulde een centrale rol in het tijdelijk herstel van elektriciteit, voorzien in drinkwater, afvoer van afvalwater en de aanleg van tijdelijke bruggen, terwijl de Bundeswehr vooral materieel en logistieke ondersteuning leverde. Ingenieurs verzorgden ontwerp- en constructieberekeningen, wat snelle besluitvorming mogelijk maakte bij het tijdelijk herstellen van beschadigde infrastructuur (Schaum e.a, 2025).

5.3.5 Geheel overziend

Wanneer men de brandweertaken, de daarvoor benodigde capaciteit aan menskracht en materieel en de duur van deze inzet afzet tegen de fasering van de incidenten, namelijk de dreigings-, acute inzet-, en nazorgfase, is te zien dat zowel de verschillende incidenten als de afzonderlijke fases in elk incidenttype een eigen dynamiek kennen. Tabel 5.1 geeft de duur per scenariotype en fase. Tabel 5.2 geeft vervolgens de taken van de brandweerinzet per scenariotype en fase. Tot slot geeft tabel 5.3 de benodigde capaciteit aan mensen en middelen per scenariotype en fase

Tabel 5.1. Duur per scenariotype en per fase

Scenariotype	Dreigingsfase	Acute inzet	Herstel/ nazorg
Overstroming	Uren tot enkele dagen.	Uren tot enkele dagen.	Dagen tot maanden.
Natuurbranden	Uren tot dagen voorafgaand aan een incident; bij snel omslaande weersomstandigheden soms zeer kort.	Uren tot dagen; bij grote natuurbranden kan de acute inzet uitlopen tot meerdere weken.	Dagen tot weken, en voor herstel van het gebied en voorzieningen soms maanden tot jaren.
Chemisch incident	Vrijwel geen waarschuwing; verspreiding begint abrupt.	Uren tot één à twee dagen.	Dagen tot weken, soms langer.
Instortingen	Vrijwel geen waarschuwing	Uren tot dagen.	Dagen tot weken.

Tabel 5.2. Taken per scenariotype en per fase

Scenariotype	Dreigingsfase	Acute inzet	Herstel/ nazorg
Overstroming	Vroegtijdig waarschuwen, situational awareness opbouwen, dreiging duiden, evacuatie voorbereiden, waterredding en noodmaatregelen voorbereiden.	Redden en evacueren, afzetten van gevaarlijke locaties, doorzoeken van overstromde objecten, beschermen van mensen, kwetsbare instellingen en vitale functies, versterken van waterkeringen en ondersteunen van noodmaatregelen.	Ondersteunen bij het begeleiden van terugkerende evacuees, ondersteunen van opruimen en herstel, herstellen van bereikbaarheid en vitale infrastructuur, beperken van milieu- en gezondheidsrisico's en continueren van informatievoorziening.
Natuurbranden	Vroegtijdig signaleren, risico duiden, middelen positioneren, bevolking waarschuwen en voorbereiden op evacuatie of zelfbescherming.	Beschermen en redden van mensen, uitvoeren van evacuaties, beperken van branduitbreiding, beschermen van bebouwing, vitale infrastructuur, erfgoed en natuurwaarden, en voorkomen dat nieuwe uitbraken van brand escaleren.	Nablussen en bewaken van herontstekingen, beperken van rook- en gezondheidsbelasting, gefaseerde terugkeer, schade- en effectbeoordeling, herstellen van bereikbaarheid en evalueren van de inzet.
Chemisch incident	Niet van toepassing	Redden, evacueren, ontsmetten, triëren, afzetten en beheersen van de bron en de verspreiding.	Vrijgave, sanering, monitoring van lucht, water en gebouwen, gefaseerde terugkeer; bestuurlijke afstemming over terugkeer en afschaling.
Instortingen	Niet van toepassing	Zoeken en redden, lokaliseren van slachtoffers, veiligstellen van het gebouw en puinveld, beheersen van brand en andere nevengevaren.	Berging, forensische afstemming, sloop en puinverwijdering, nazorg en herhuisvesting.

Tabel 5.3. Mensen/ middelen per scenariotype en per fase

Scenariotype	Dreigingsfase	Acute inzet	Herstel/ nazorg
Overstroming	Voorbereiden meldkamer-op-schaling, waterreddings-teams, verkenning, waar-schuwingmiddelen, eerste pomp- en afzetcapaciteit. Ondersteunen dijkbe-wa-kingsteams, waterschap, Rijkswaterstaat, CoPI/ ROT/ RBT, Nationale Reddings-vloot, zandzakken, noodkeringen en scenario-en kaartinformatie.	Basiseenheden, water-reddingsteams, boten, droge pakken, werp-lijnen, pompcapaciteit, specialistische adviseurs, zandzakken, pompen, nooddammen en afzettingsmiddelen.	Aflossing van reddings-eenheden, informatie-management, regionale en interregionale functionarissen, langdurige regionale bijstand, pomp- en dijk-verdedigingseenheden, middelen voor nood-stroom en drinkwater, milieu-capaciteit en logistieke ondersteuning.
Natuurbranden	Meldkamer en leiding, risicoanalyse en natuurbrandvoorspellingen, vroegdetectiesystemen, camerabewaking, satelliet-beelden, EFFIS/ Copernicus, voorgeposi-tioneerde eenheden, extra personele paraatheid, rupsvoertuigen/tractoren, luchtwaarneming en publiekswaarschuwing via sms of 112-berichten.	Grootschalige inzet van brandweereenheden uit meerdere regio's of landen, vrijwilligers, Defensie, terreinbeheer-ders en bosbouwteams; luchtmiddelen zoals blushelikopters en blus-vliegtuigen; handcrews, droneteams, speciale bosbrand-teams, rups-voertuigen, bulldozers, lange-afstand-water-transport, stoplijnen, tactische branden en opvangcapaciteit voor evacuees.	Nablus- en monitoringscapaciteit, terreinbeheerders en bosbeheerders, meet- en waarschuwingcapaciteit voor rookbelasting, publiekscommunicatie, logistieke ondersteuning.
Instortingen	Vrijwel geen waarschuwing; instorting begint abrupt.	Brandweer, USAR, politie, ambulancezorg, soms militaire een-heden, constructeurs, speurhonden, search-cams, stutmateriaal, zwaar materieel en hulpmiddelen voor technische redding	Langdurige USAR-inzet, forensische keten, ge-meenten, sloopbedrijven, logistieke ondersteuning, verlichting, rust- en verzorgingsvoorzie-ningen.
Chemisch incident	Vrijwel geen waarschuwing	Basiseenheden, CBRN-/ hazmatcapaciteit, ontsmettingseenheden, ambulancezorg, politie, meetploegen, adem-luchtteams, voertuigen voor entry teams	Meetploegen, milieu-diensten, logistieke ondersteuning, middelen voor ventilatie, reiniging en sanering.

Deel 3 – Bouwstenen voor een landelijk referentiekader

6 Typische omstandigheden en structurele patronen

In dit hoofdstuk wordt in paragraaf 6.2 antwoord gegeven op onderzoeksvraag 3: *‘Welke belangrijke lessen kunnen wij trekken ten aanzien van de vier scenario’s?’* Paragraaf 6.3 geeft antwoord op onderzoeksvraag 4: *‘Welke structurele patronen komen naar voren voor wat betreft de benodigde en daadwerkelijk ingezette (boven)regionale slagkracht – inclusief opschaling, middelen, specialismen en inzetduur – en over de samenwerking en mandatering?’*

6.1 Inleiding

De analyse van historische incidenten laat zien dat de druk op slagkracht zelden voortkomt uit uitzonderlijke, unieke situaties. Integendeel, het zijn juist terugkerende omstandigheden die in uiteenlopende incidenten steeds weer naar voren komen en het optreden bemoeilijken. Hoewel de concrete context per scenario verschilt, blijkt de onderliggende dynamiek opvallend vergelijkbaar. Door incidenten systematisch te onderzoeken met het kenmerkenmodel en het slagkrachtmodel, en deze te ordenen naar incidentfasen, wordt zichtbaar hoe combinaties van incident-, omgevings-, mens- en interventiekenmerken telkens samenkomen in herkenbare patronen. Alleen de patronen die zich consequent voordoen én leiden tot aanhoudende inzetdruk en afhankelijkheid van regionale ondersteuning zijn meegenomen in dit onderzoek. Deze benadering maakt inzichtelijk dat slagkracht niet zozeer voortkomt uit het type incident, maar uit de manier waarop met terugkerende vormen van complexiteit wordt omgegaan. Daarmee verschuift de focus: niet het voorbereiden op specifieke scenario’s staat centraal, maar het versterken van het handelen onder omstandigheden die kenmerkend zijn voor grootschalige en specialistische incidenten.

In de volgende paragrafen worden de terugkerende omstandigheden en scenariopatronen verder uitgewerkt en verbonden met het slagkrachtmodel.

6.2 Typische omstandigheden bij grootschalige en specialistische incidenten

De typische omstandigheden die voorkomen bij grootschalige en specialistische incidenten en druk leggen op de slagkracht zijn:

- > Onvolledige en snel veranderende informatie bemoeilijkt besluitvorming.
- > De hulpvraag groeit sneller dan de beschikbare capaciteit.
- > Opschaling vergroot de coördinatiecomplexiteit.
- > Langdurige belasting van (schaarse) functionarissen en middelen vraagt om uithoudingsvermogen.
- > Het optreden is sterk afhankelijk van samenwerking met andere partijen.

- > Burgers handelen vaak zelfstandig, wat enerzijds helpt, maar ook extra druk kan opleveren.

Deze omstandigheden staan niet op zichzelf, maar hangen onderling samen en versterken elkaar. Voor de verdere analyse worden zij geordend in drie samenhangende dimensies:

- > onzekerheid door blijvende en vaak onvolledige informatie
- > capaciteit en opschaling
- > bredere context van dynamiek, duur en burgergedrag.

6.2.1 Onzekerheid door blijvende en vaak onvolledige informatie

Uit vrijwel alle incidenten blijkt dat het beschikbare informatiebeeld onvolledig, gefragmenteerd of veranderlijk is. Onzekerheid over de aard en omvang van het incident, het ontbreken van meetdata en foutieve eerste interpretaties leiden tot vertraging of verkeerde keuzes. Tegelijkertijd ontstaat in de praktijk vaak een sterke focus op het verzamelen van aanvullende informatie. Deze nadruk op informatieverzameling leidt echter niet vanzelfsprekend tot een beter handelingsperspectief. In situaties waarin het beeld diffuus blijft, kan dit juist bijdragen aan besluitvormingsvertraging, terwijl handelen onder onzekerheid onvermijdelijk is. Daarbij geldt dat ook burgers afhankelijk zijn van duiding en handelingsperspectief. Bij het ontbreken daarvan ontstaat uitstelgedrag, eigen risicobeoordeling of ongecoördineerde actie.

Dit betekent dat besluitvorming plaatsvindt onder omstandigheden waarin volledige zekerheid ontbreekt, en dat zowel professionals als burgers handelen op basis van een beperkt en dynamisch informatiebeeld. Met name aan het begin van de acute fase (flitskracht) staan het accepteren van onzekerheid, het wendbaar inspelen op veranderingen en het tijdig bieden van richting en handelingsperspectief centraal.

6.2.2 Capaciteit en opschaling

Historische incidenten laten zien dat de hulpvraag bij grootschalige gebeurtenissen snel toeneemt en moeilijk te begrenzen is. Tegelijkertijd blijft de beschikbare professionele capaciteit per definitie begrensd. Hoewel in reactie hierop vaak grootschalig wordt opgeschaald en extra middelen en eenheden worden ingezet, is in de praktijk niet altijd duidelijk in hoeverre deze capaciteit daadwerkelijk wordt benut en hoe effectief zij bijdraagt aan het incidentverloop. Daarnaast blijkt dat opschaling, hoewel noodzakelijk, de complexiteit van de inzet vergroot. Het aantal betrokken partijen, niveaus en informatiestromen neemt toe, waardoor coördinatie en besluitvorming ingewikkelder worden. Een grotere inzet leidt daarbij niet vanzelfsprekend tot een beter overzicht of effectievere sturing, mede doordat informatie en verantwoordelijkheden versnipperen. Hierdoor ontstaat ook de vraag wat 'voldoende capaciteit' is. De casuïstiek laat zien dat slagkracht niet eenduidig te koppelen is aan aantallen voertuigen of personeel alleen, en dat het effect van extra inzet sterk afhankelijk is van andere factoren, zoals overzicht, aansturing en informatiepositie.

Dit betekent dat er een structurele spanning bestaat tussen de omvang van de hulpvraag en de beschikbare capaciteit, terwijl tegelijkertijd onduidelijk blijft hoe capaciteit zich vertaalt naar effectiviteit van het optreden.

6.2.3 Bredere context van dynamiek, duur en burgergedrag

Complexe incidenten ontwikkelen zich vaak niet lineair, maar worden gekenmerkt door gelijktijdige effecten, onverwachte wendingen en onderlinge afhankelijkheden tussen proces-

sen. Hierdoor verandert het karakter van het incident tijdens het verloop en moeten aanpak en strategieën continu worden heroverwogen. Tevens kennen veel incidenten een langere duur dan aanvankelijk voorzien, bijvoorbeeld door evacuaties, nazorg, monitoring of herstel. Deze langdurigheid vraagt om inzet over langere tijd, terwijl personeel, middelen en organisatie tegelijkertijd onder druk staan: er ontstaat schaarste.

Recent onderzoek over omgaan met gelijktijdigheid en schaarste

Recente studies naar klimaatdreigingen, cascade-effecten en schaarste laten zien dat de aard van incidenten verandert en daarmee ook de eisen aan de brandweerszorg.

In *Klimaatdreigingen, bijbehorende cascade-effecten en gevolgen voor crisisrespons* (Van Marle e.a., 2026) wordt beschreven hoe klimaatgerelateerde dreigingen leiden tot crises die zich kenmerken door gelijktijdigheid, langdurigheid en incidentstapeling. Voor de brandweer betekent dit dat incidentbestrijding steeds vaker plaatsvindt in een context waarin meerdere incidenten en effecten tegelijk optreden en elkaar versterken. Deze ontwikkelingen zetten de operationele vermogens van de brandweer onder druk, zoals het gelijktijdig optreden, het verplaatsen van inzetcapaciteit en het waarborgen van continuïteit. Door cascade-effecten en gelijktijdige belasting kan schaarste aan personeel, materieel en bereikbaarheid een structureel karakter krijgen, wat leidt tot keuzes in prioritering en inzet. In het rapport ligt de nadruk vooral op systeemdruk, vermogens en de dilemma's die ontstaan bij complexe crisissomstandigheden. Daarnaast maakt het rapport duidelijk dat de hulpverlening in sterke mate afhankelijk is van vitale infrastructuur en andere sectoren, waardoor samenwerking en afstemming steeds belangrijker worden. Tegelijkertijd blijkt dat hulp en bijstand uit andere regio's en landelijke partijen bij grootschalige en gelijktijdige crises niet vanzelfsprekend beschikbaar is. Het rapport laat zien dat gezamenlijke slagkracht onder deze omstandigheden vooral wordt bepaald door capaciteit, coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen. Daarbij vraagt het optreden steeds vaker om een combinatie van snelle inzet en langdurig volhouden, waardoor flitskracht en duurkracht in de praktijk samenkomen. Elementen zoals informatievoorziening en de rol van burgers komen ook aan bod, bijvoorbeeld in relatie tot communicatie en zelfredzaamheid, maar worden minder expliciet uitgewerkt als afzonderlijke vermogens of sturingsdimensies.

In *Strategieën voor schaarste* (Boin & De Haan, 2025) worden zes strategieën onderscheiden voor het omgaan met acute schaarste in de hulpverlening: capaciteit uitbreiden, efficiëntie verhogen, risico's voor hulpverleners verhogen, prioriteren, kwaliteitsnormen verlagen en de hulpvraag verlagen. Daarbij wordt schaarste niet alleen gezien als een capaciteitsprobleem, maar ook als een besluitvormingsvraagstuk. De zes strategieën raken aan meerdere dimensies van het slagkrachtmodel, zoals capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, leiding en coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen. Ook kunnen de strategieën worden geplaatst in het onderscheid tussen flitskracht en duurkracht: in de vroege fase van een incident zijn vooral strategieën van belang die helpen om snel te duiden, te prioriteren en eerste keuzes te maken, terwijl in latere en langdurige fasen vragen centraal staan rond aflossing, restdekking, interregionale samenwerking, kwaliteitsafwegingen en bestuurlijke prioritering. Op bestuurlijk niveau raken de strategieën aan normstelling, prioritering en de vraag welke keuzes in tijden van schaarste aanvaardbaar en uitlegbaar zijn. Op tactisch niveau gaan zij over de inrichting van de inzet, de verdeling van capaciteit, de organisatie van bijstand en de afstemming tussen regio's en partners. Op operationeel niveau hebben zij betrekking op het optreden ter plaatse, waar onder tijdsdruk keuzes moeten worden gemaakt over inzet, veiligheid, kwaliteit van hulp en de verdeling van schaarse middelen. In die zin is het rapport relevant voor het denken over gezamenlijke slagkracht, omdat het zichtbaar maakt hoe in situaties van schaarste wordt omgegaan met druk op beschikbare vermogens.

Daarnaast spelen burgers in vrijwel alle incidenten een actieve rol in het verloop van de situatie. Dit varieert van zelfredzaamheid en onderlinge hulp tot spontane evacuaties, toestroom naar ziekenhuizen of ongecoördineerde hulpinitiatieven. Dit gedrag kan de

hulpverlening ontlasten, maar kan ook leiden tot extra druk op systemen en nieuwe coördinatievraagstukken.

Dit betekent dat het optreden plaatsvindt in een dynamische en moeilijk voorspelbare omgeving, waarin burgers mede het verloop van het incident bepalen en waarin de inzet zowel in de tijd als qua aanpak voortdurend onder druk staat.

6.3 Overkoepelende scenariopatronen

Hoewel de gebruikte casuïstiek vaak een multidisciplinair karakter heeft, richten de geanalyseerde patronen zich op omstandigheden die direct doorwerken in het brandweeroptreden. Juist doordat deze incidenten de interactie tussen disciplines zichtbaar maken, bieden zij inzicht in de wijze waarop de brandweer functioneert binnen het bredere systeem van crisisbeheersing en welke factoren de slagkracht van de brandweerorganisatie structureel beïnvloeden.

De geïdentificeerde scenariopatronen zijn samengebracht in tien overkoepelende patronen. Deze patronen maken inzichtelijk waar in het stelsel structurele spanningen optreden tussen belasting en beschikbaar vermogen. Zij beschrijven daarmee algemene vormen van systeembelasting die in uiteenlopende scenario's optreden en vormen een basis voor het begrijpen van de aard en samenhang van de uitdagingen voor de gezamenlijke slagkracht.

De tien geïdentificeerde overkoepelende patronen zijn:

1. Langdurige onzekerheid & snelle escalatie
2. Ruimtelijk gespreide gelijktijdigheid en/of cascade-effecten
3. Schaarse specialistische capaciteit
4. Complexe & veiligheidskritische werkomgeving
5. Grensoverschrijdende/ gezamenlijke inzet
6. Massale blootstelling & maatschappelijke impact
7. Ketenafhankelijk & netwerkgestuurde inzet
8. Bestuurlijke complexiteit & maatschappelijke druk
9. Technologische afhankelijkheid & systeemuitval
10. Langdurige inzet & systeemvermoeidheid.

De onderstaande definities beschrijven per patroon de specifieke vorm van operationele belasting die centraal staat, zoals die blijkt uit de analyse van historische incidenten. Verder zijn per patroon voorbeelden gegeven van gebeurtenissen die het patroon illustreren. Hierbij is waar mogelijk een voorbeeld gegeven voor alle vier scenario's, aangegeven met (O) overstroming, (N) natuurbrand, (C) chemisch incident of (I) instorting. In paragraaf 6.4 worden de terugkerende scenariopatronen vervolgens gerelateerd aan de vermogens die de gezamenlijke slagkracht vormen.

1. Langdurige onzekerheid & snelle escalatie

Situaties met een onvolledig of tegenstrijdig beeld tijdens de dreigingsfase en acute inzetfase, snelle omslagpunten en hoge tijdsdruk, die zich binnen korte tijd ontwikkelen tot een grootschalig en urgent incident. Hierbij is vroeg en doortastend handelen nodig om escalatie te voorkomen.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Zo'n 550 bewoners in kwetsbaar gebied (woonwijk) moest 5 uur eerder dan gepland evacueren. Door sneller stijgend water werden bewoners om 06:00 uur 's ochtends via megafoons en een NL-Alert gewekt met de opdracht om uiterlijk 07:00 uur te vertrekken. (Limburg 2021 - COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord, 2021)
- > (N) Na sein 'brand meester' veroorzaakte een herontbranding bij Vale da Amoreira een snelle escalatie; de personele en materiële inzet namen weer snel toe (Serra da Estrela Portugal 2022 – Almeida e.a., 2024).
- > (C) Bij aankomst is onduidelijk welke stoffen branden en moet de brandweer rekening houden met een mogelijke BLEVE, waardoor verkenning risicovol is en omwonenden groot gevaar lopen (Trein- en giframp Wetteren België 2013 - De Regt & Zuidijk, 2014).
- > (I) In de eerste minuten schaalden de meldkamer en (H)OvD's snel op van brandgerucht naar zeer grote brand en GRIP-2, waardoor in korte tijd veel mensen en materieel beschikbaar kwamen maar ook logistieke druk en overzichtsproblemen ontstonden (Explosie Tarwekamp Den Haag 2024 – Kox e.a., 2025).

2. Ruimtelijk gespreide gelijktijdigheid en/of cascade-effecten

Situaties met meerdere incidenten tegelijkertijd, waarbij effecten en hulpvragen gelijktijdig op meerdere locaties optreden, vaak zonder duidelijke centrale incidentlocatie maar verspreid over een gebied of meerdere regio's. Het kan gaan om meerdere gelijksoortige incidenten (bijvoorbeeld meerdere natuurbranden) of cascade-effecten in de vorm van andersoortige incidenten (bijvoorbeeld stroomuitval bij overstroming en kettingbotsing bij natuurbranden). Er is noodzaak tot snelle prioritering en verdeling van schaarse middelen.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Meerdere gemeenten kregen vrijwel gelijktijdig te maken met wateroverlast en evacuaties, terwijl onzekerheid bestond over waar en wanneer keringen zouden falen (Limburg 2021 - Task Force Fact Finding Hoogwater, 2021).
- > (N) De branden ontstonden bijna tegelijk op vier locaties, wat ertoe leidde dat de beschikbare brandweer- en beschermingsmiddelen niet in staat waren om in de eerste uren een effectieve initiële aanval uit te voeren (Pedrógão Grande Portugal 2017 - San-Miguel-Ayaz e.a., 2020).
- > (C) De brandweer opereerde gelijktijdig op meerdere punten, waardoor de capaciteit breed moest worden verdeeld (Pirok Servië 2022 - Center for Investigation of Accidents in Transport, 2023).
- > (I) Een ANFO-bom in een vrachtwagen voor de noordgevel van het Murrah-gebouw vernietigde in één klap ongeveer twee-derde van de gevel en een derde van de vloeren, terwijl omliggende gebouwen in een aanzienlijk gebied (48 gebouwblokken) zware schade opliepen (Alfred P. Murrah Federal Building Bombing Oklahoma City 1995 - Oklahoma City Fire Department. (z.d.).

3. Schaarse specialistische capaciteit

Situaties die specialistische kennis, middelen of vaardigheden vereisen die niet standaard of lokaal beschikbaar zijn. De inzet is afhankelijk van zichtbaarheid, activering en gerichte toewijzing van specialismen (denk aan meetploegen en adviseurs gevaarlijke stoffen, USAR- en instortingsexpertise, hoogwatermaterieel, of natuurbrand specialismen).

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) In Cumbria meldden bemanningen kou en uitputting door lange onafgebroken inzet en gebrek aan flood-PPE (Cumbria VK 2015 - Fire Brigades Union, 2015).
- > (N) De uitgebreide aanvalsfase werd al vroeg ingezet (omstreeks 15 uur op de eerste dag), met snelle opschaling naar versterkingsgroepen uit andere districten, zware machines, speciale

bosbrandteams en militaire eenheden (Incêndio de Monchique Portugal 2018 - Observatório Técnico Independente, 2019).

- > (C) De decontaminatiecapaciteit moet snel opgeschaald worden; er was onvoldoende CBRN-capaciteit in de keten (Graniteville VS 2005 - National Transportation Safety Board, 2005).
- > (I) Specialistische teams STH en USAR werden al in de eerste fase gealarmeerd om de stabiliteit te bewaken en te zoeken onder het puin, waardoor de basisbrandweezorg snel werd aangevuld met instortings- en reddingsexpertise (Explosie Tarwekamp Den Haag 2024 – Kox e.a., 2025).

4. Complex & veiligheidskritische werkomgeving

Situaties met instabiele en gevaarlijke werkomstandigheden, waarin veiligheidsrisico's hoog zijn en keuzes onder operationele druk directe veiligheidsconsequenties hebben voor hulpverleners (denk aan instorting, toxische wolken, vuurfronten, sterk stromend water en risico op secundaire incidenten). De werkomstandigheden leggen structurele beperkingen op aan aanwezigheid en handelen van hulpverleners.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Hoge stroomsnelheden (vaak >1 m/s), ook bij relatief ondiep water, maakten evacuatie laat op de avond en in de nacht vrijwel onmogelijk (Ahrtal Duitsland 2021 - Bundesministerium des Innern und für Heimat & Bundesministerium der Finanzen, 2022).
- > (N) Bij de eerste inzet werd met een Snel Inzetbaar Voertuig op de flank met drukluchtschuim geprobeerd de kop van de brand te bereiken. Deze inzet werd echter gestaakt door slechte zichtomstandigheden en hoge vuurintensiteit (De Meinweg 2020 – Schuijn, 2020)).
- > (C) De eerste brandweer- en sheriffseenheden ervaren direct ademhalingsproblemen bij nadering van het spoor, waardoor zij zich moeten terugtrekken tot een veilige afstand en alleen hulpverleners met PBM/ persluchttoestel in pick-uptrucks als "entry teams" worden ingezet; dit beperkt de bereikbaarheid van slachtoffers in de hot zone en vereist aangepaste logistiek om burgers toch snel te vinden en te evacueren (Graniteville VS 2005 - National Transportation Safety Board, 2005).
- > (I) In de eerste uren na het incident stond het redden van slachtoffers op gespannen voet met eigen veiligheid door instortingsgevaar, brand, gas, elektra en rook (Explosie Tarwekamp Den Haag 2024 - Kox e.a., 2025).

5. Grensoverschrijdende en gezamenlijke inzet

Situaties die meerdere regio's of landen raken en/ of samenwerking met andere regio's of internationale eenheden vereisen en waarbij leiding en coördinatie een uitdaging vormen. Historisch ligt de nadruk op flitskracht, terwijl mechanismen voor gezamenlijke slagkracht (nationaal) en internationale bijstand nauwelijks worden ingezet: opschaling en samenwerking vinden vaak plaats via informele netwerken; internationale capaciteit blijft onderbenut.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Functionarissen uit andere regio's konden door hun bekendheid met de werkwijze en processen direct meedraaien, waardoor de organisatie snel kon opschalen en continuïteit in communicatie en informatiemanagement behouden bleef (Limburg 2021 - COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord, 2021).
- > (N) Bij de Strabrechtse Heide was de feitelijke brandbestrijding sterk afhankelijk van bijstand uit andere regio's en van Defensie, inclusief de inzet van een Cougar-blushelikopter en honderden militairen voor nablissing (Strabrechtse Heide 2010 - Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011b).

- > (C) De primaire brandweerorganisatie is een vrijwillig korps met een beperkt verzorgingsgebied, maar moet direct een grootschalig toxisch incident managen, wat laat zien dat opschaling buiten de regio cruciaal is bij dit type scenario (Graniteville VS 2005 - National Transportation Safety Board, 2005).
- > (I) De leiding koos er bewust voor om één geïntegreerde commandostructuur voor alle getroffen gebouwen te hanteren, met divisies per gebouw, in plaats van meerdere, losstaande commando's, om schaarse middelen efficiënt te sturen (Alfred P. Murrah Federal Building Bombing Oklahoma City VS 1995 - Oklahoma City Fire Department, z.d.).

6. Massale blootstelling & maatschappelijke impact

Situaties waarbij grote groepen mensen worden blootgesteld of getroffen (bijvoorbeeld door rook, toxische stoffen of waterschade). Hierdoor zijn grootschalige evacuaties nodig en ontstaan langdurige maatschappelijke gevolgen voor zorg, opvang en communicatie. Daarnaast is sprake van zelfredzaam gedrag van burgers, waaronder spontane burgerhulpverlening, zelfevacuatie en massale zelfpresentatie bij ziekenhuizen. Dit leidt tot een ongestuurde hulpvraag en legt druk op het adaptief vermogen.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Inwoners worden in de nacht wakker door helikopters, ME-busjes en berichten op sociale media en radio. Bewoners beschrijven de situatie met de uitspraak: 'Het leek wel oorlog' door grote legervoertuigen in het donker en het bonzen op deuren met de opdracht direct te vertrekken (Groningen 2012 – Crisislab, 2012).
- > (N) De natuurbrand op de Meinweg leidde tot de grootste evacuatie vanwege een niet-watergerelateerde calamiteit sinds 1945, met circa 4200 inwoners van Herkenbosch die hun woningen verlieten (De Meinweg 2020 – Instituut Fysieke Veiligheid, 2020).
- > (C) In Wetteren moest de brandweerorganisatie samen met bestuurders herhaaldelijk opschalen voor evacuatie en revacuatie: in totaal werden 1979 inwoners uit 691 woningen verplaatst, soms meerdere keren, terwijl de bestrijdingsoperatie bijna drie weken duurde; dit legde grote druk op de operationele organisatie maar voorkwam langdurige blootstelling van burgers aan acrylnitrildampen (Wetteren België 2013 – De Regt & Zuidijk, 2014).
- > (I) De gedeeltelijke instorting van de twaalf verdiepingen tellende Champlain Towers South vond 's nachts plaats terwijl de meeste bewoners sliepen; 55 van de 136 appartementen stortten in, waardoor direct een massaal reddingsscenario met veel ingesloten slachtoffers ontstond (Surfside VS 2021 – Dikiy, 2024).

7. Ketenafhankelijk & netwerkgestuurde inzet

Situaties waarin het verloop en succes sterk afhangen van samenwerking met andere publieke en private partijen en informele netwerken (denk aan waterbeheer, netbeheerders, gemeenten, industrie, zorg, vrijwilligers en burgers).

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) LCMS had in de eerste fase alleen een maximaal scenario beschikbaar, gericht op situaties mét dijkdoorbraken. Dit was niet passend bij de daadwerkelijke situatie. Pas op de tweede dag kon, samen met Rijkswaterstaat, een actuele inundatiekaart worden toegevoegd. Tot dat moment gebruikten teams verschillende openbare kaarten van Rijkswaterstaat en het waterschap, die op detailniveau van elkaar verschilden, wat leidde tot verwarring en frustratie (Limburg 2021 - COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord, 2021).
- > (N) Naast het reguliere apparaat werden meer dan 2.300 extra personeelsleden ingezet via de speciale interventie- en reddingsgroep van de gendarmerie, de natuur- en bosbeheerautoriteit en de branche van de pulpindustrie, die elk hun eigen middelen inbrachten in de brandbestrijding (Natuurbranden Portugal 2017 - San-Miguel-Ayaz e.a., 2020).

- > (C) De brandweer werkte samen met milieudiensten die water- en luchtmonsters analyseerden. Pas na gunstige meetresultaten konden brandweer en gemeente burgers gefaseerd laten terugkeren, wat laat zien hoe afhankelijk de brandweer is van ketenpartners om de inzet en afschaling te sturen (Pirrot Servië 2022 – Nikolić e.a., 2024).
- > (I) Het incidentverslag benadrukt dat grote rampen alleen beheersbaar zijn met een geïntegreerde multidisciplinaire inzet, vooraf opgebouwde relaties met politie, nutsbedrijven en vrijwilligersorganisaties, en heldere afspraken over rollen en bevoegdheden (Alfred P. Murrah Federal Building Bombing Oklahoma City VS 1995 - Oklahoma City Fire Department, z.d.).

8. Bestuurlijke complexiteit & maatschappelijke druk

Situaties met een (langdurige) dreigings- en nafase met secundaire brandweertaken die capaciteit binden en de overgang naar de acute fase bemoeilijken, in een context van bestuurlijke en maatschappelijke dynamiek met veel bestuurlijke actoren, media-aandacht en politieke belangen. Bestuurlijke besluitvorming, publieke perceptie en maatschappelijke druk worden onderdeel van het incidentverloop. Hierdoor staat de prioritering van brandweertaken onder druk.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Het was lastig om de wisselende waterinformatie van Rijkswaterstaat en het waterschap om te zetten naar betrouwbare risicoscenario's voor gemeenten. Door fluctuerende waterstanden ontstond onzekerheid, zochten diensten en inwoners naar andere informatiebronnen en ontstonden verschillen in risicoperceptie, soms leidend tot geen, te late, te vroege of juist ongewenste maatregelen. Dit leidde tot frustratie bij betrokkenen (Limburg 2021 - COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord, 2021).
- > (N) Als argumenten vóór evacuatie golden overlast en gezondheidsgevaar door rook en (dreigend) hoge CO-waarden bij aanhoudende brand. De evaluatie concludeert achteraf dat de evacuatie van het dorp vanuit gezondheidsrisico's niet strikt noodzakelijk was, maar gezien de rookoverlast en onzekerheid wel begrijpelijk (Natuurbrand Meinweg 2020 - Instituut Fysieke Veiligheid, 2020).
- > (C) Chemie-Pack had geen bedrijfsbrandweer, terwijl het wel BRZO-bedrijf was met een bedrijfsbrandweerrapport. De overheid heeft het bedrijf niet aangewezen als bedrijfsbrandweerplichtig, waardoor in de acute fase alle initiële zware brandweerlast bij de overheidsbrandweer lag en burgers volledig afhankelijk waren van publieke slagkracht in plaats van een eerste specialistische bedrijfsinzet (Brand Chemie-Pack Moerdijk 2011 - Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011a).
- > (I) De inrichting van een Multi-Agency Coordination Center en Joint Information Center in de Myriad Convention Center verbeterde de informatie-uitwisseling en gecoördineerde publieke communicatie, wat essentieel was vanwege de grote media-aandacht (Alfred P. Murrah Federal Building Bombing Oklahoma City VS 1995 - Oklahoma City Fire Department, z.d.).

9. Technologische afhankelijkheid & systeemuitval

Situaties waarin uitval of verstoring van communicatie, ICT of vitale infrastructuur het operationeel optreden belemmert.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Stroomuitval bij 6.000–7.000 huishoudens; telecom- en drinkwaterproblemen; spoor en wegen werden afgesloten (Limburg 2021 - Task Force Fact Finding hoogwater, 2021).
- > (O) Infrastructuur zwaar beschadigd: 103 bruggen in het Ahrdal waren vernietigd of zwaar beschadigd. Hele dorpen in rivierdalen (Ahr, Veldre, Sauer) waren zwaar tot volledig verwoest. Herstel duurt jaren, en risico's blijven langdurig bestaan (Ahrdal Duitsland 2021 - Bundesministerium des Innern und für Heimat, & Bundesministerium der Finanzen, 2022).

- > (N) Tijdens de Arakapas-brand waren verschillende waterpompen en hydranten buiten werking door stroomuitval, waardoor voertuigen extra tijd nodig hadden om alternatieve waterbronnen te vinden (Arakapas Cyprus 2021 – Almeida e.a., 2024).
- > (N) Communicatie tussen Nederlandse en Duitse ploegen was in delen van De Meinweg vrijwel onmogelijk door slechte netwerkdekking en incompatibele communicatieapparatuur (Natuurbrand Meinweg 2020 - Claassen & Reynders, 2021).
- > (C) Binnen minuten na het ongeval ontving 911 een eerste melding en vervolgens in het eerste uur circa een dozijn meldingen plus ~80 telefoontjes op de niet-spoedlijn; binnen enkele uren werden >200 noodoproepen en ~200 niet-spoedmeldingen geregistreerd, wat de belasting van de meldkamer en coördinatie van brandweer- en hulpdiensten sterk verhoogde, terwijl burgers massaal hulp zochten (Graniteville VS 2005 - National Transportation Safety Board, 2005).
- > (I) EMS-dispatch raakte overbelast door een combinatie van radiocongestie, een enorme hoeveelheid SPRINT-meldingen uit het 911-systeem en telefoons van ambulances en ziekenhuizen, waardoor medewerkers nauwelijks alle informatie konden verwerken (WTC-aanslagen New York VS 2001 - McKinsey & Company, 2002).

10. Langdurige inzet & systeemvermoeidheid

Incidenten met een inzet die dagen tot weken duurt – met noodzaak tot aflossing en herstelwerkzaamheden – en die leiden tot oplopende mentale, fysieke en organisatorische belasting. De inzetten eindigen niet na de acute fase, maar houden langdurig aan. Hierdoor bepalen tijd en herhaling de complexiteit. Ook schaarste aan sleutelfunctionarissen, die bovendien vaak dubbele rollen vervullen, leidt bij langdurige inzet tot uitval en systeemvermoeidheid.

Waarnemingen uit historische incidenten

- > (O) Professionele hulpdiensten raakten tijdens de overstroming snel overbelast en konden slechts beperkt functioneren, waardoor ondersteuning door burgers noodzakelijk werd. Lokale organisaties zoals wijncoöperaties, buurtschappen en verenigingen speelden daarbij een belangrijke rol in de organisatie van hulp (Ahrtal Duitsland 2021 - Dittmer & Lorenz, 2024).
- > (N) De brandweerlieden werkten zeer lange diensten onder zware omstandigheden, vaak zonder structurele ploegenwisseling; het rapport beschrijft dat de personele belasting en vermoeidheid een rol speelden in het verliezen van stoplijnen en in de veiligheid (Skogsbrand Västmanland Zweden 2014 - Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2014).
- > (C) Aflossing van eenheden vond vaak pas plaats na gemiddeld 9,5 uur, waarbij aflossing door ploegen zelf werd geregeld en niet centraal werd aangestuurd. Hierdoor raakten brandweermensen fysiek en mentaal uitgeput, wat de duurzaamheid van de inzet beperkte, en daarmee ook de continuïteit van de bescherming van burgers (Chemie-pack Moerdijk 2011 - Inspectie Openbare Orde en Veiligheid, 2011a).
- > (I) De reddingsoperatie duurde weken, waarbij hulpdiensten dag en nacht bleven zoeken naar overlevenden en lichamen onder extreem zware omstandigheden (Rana Plaza building collapse Bangladesh 2013 – ActionAid Bangladesh, 2013).

6.4 Relatie tussen scenariopatronen en het slagkrachtmodel

De waarnemingen uit de historische incidenten vormen de basis voor het analyseren van de gezamenlijke slagkracht bij grootschalige en specialistische incidenten. Er zijn tien overkoepelende scenariopatronen onderscheiden, die inzicht geven in de situaties en omstandigheden die structureel leiden tot verhoogde complexiteit en inzetdruk over de regiogrenzen heen. Deze scenariopatronen maken zichtbaar onder welke omstandigheden het optreden plaatsvindt. Door ze te relateren aan de dimensies van het slagkrachtmodel

wordt inzichtelijk hoe de onderliggende organisatorische en operationele vermogens van de brandweer zich onder druk manifesteren. Deze terugkerende uitingsvormen worden in dit onderzoek aangeduid als slagkrachtpatronen. Zij maken zichtbaar welke vermogens onder verschillende omstandigheden bepalend zijn voor effectief optreden en waar versterking van de gezamenlijke slagkracht noodzakelijk is.

Het in paragraaf 3.2 beschreven slagkrachtmodel met zijn zeven dimensies biedt een analytisch kader. Door de scenariopatronen systematisch te koppelen aan deze dimensies wordt inzichtelijk welke onderdelen van de slagkracht bij verschillende typen systeem-belasting onder druk komen te staan. In tabel 6.1 is per scenariopatroon weergegeven welke dimensies daarbij structureel worden belast.

Tabel 6.1. Koppeling tussen scenariopatronen en slagkracht

• Primair (dominant); ○ Secundair (ondersteunend); + Contextueel (niet bepalend)

	Capaciteit	Paraatheid	Informatievoorziening	Opschaling	Leiding & coördinatie	Ketenafhankelijkheid	Uithoudingsvermogen
1. Langdurige onzekerheid & snelle escalatie	○	○	•	•	•	•	+
2. Ruimtelijk gespreide gelijktijdigheid en/ of cascade-effecten	•	○	○	•	•	○	•
3. Schaarse specialistische capaciteit	•	•	○	•	•	○	○
4. Complexe & veiligheidskritische werkomgeving	•	•	•	○	•	•	○
5. Grensoverschrijdende/ gezamenlijke inzet	○	○	•	•	•	•	○
6. Massale blootstelling & maatschappelijke impact	○	○	•	•	•	•	•
7. Ketenafhankelijk & netwerkgestuurde inzet	+	○	•	○	•	•	○
8. Bestuurlijke complexiteit & maatschappelijke druk	+	+	•	•	•	•	○
9. Technologische afhankelijkheid & systeemuitval	+	•	•	○	•	○	•
10. Langdurige inzet & systeemvermoeidheid	○	•	○	○	•	•	•

Om de samenhang concreet te maken, worden de scenariopatronen hieronder uitgewerkt in termen van slagkrachtpatronen en gekoppeld aan de dimensies van het slagkrachtmodel. De scenariopatronen zelf zijn al eerder besproken in paragraaf 6.3.

1. Langdurige onzekerheid & snelle escalatie

Slagkrachtpatroon: Bij langdurige onzekerheid en snelle escalatie ontstaat een terugkerend patroon waarin informatievoorziening achterblijft bij de dynamiek van het incident. Hierdoor vindt besluitvorming plaats onder hoge tijdsdruk en met onvolledige informatie. In de vroege acute fase wordt de effectiviteit primair begrensd door informatiekwaliteit en overzicht, niet

door capaciteit. Dit vraagt om het vermogen om met informatie-onzekerheid om te gaan en te improviseren.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Informatievoorziening: Een onzeker en fragmentarisch beeld vraagt snelle duiding, interpretatie en bijstelling.
- > Opschaling: Door tijdsdruk is snelle (vaak preventieve) opschaling nodig.
- > Leiding & coördinatie: Besluitvorming moet plaatsvinden zonder volledig beeld.
- > Ketenafhankelijkheid: Informatie en acties van andere partijen zijn nodig om onzekerheid te reduceren.
- > Capaciteit, paraatheid: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.
- > Uithoudingsvermogen: Nog beperkt relevant in de vroege fase.

2. Ruimtelijk gespreide gelijktijdigheid en/of cascade-effecten

Slagkrachtpatroon: Bij gelijktijdige en ruimtelijk gespreide incidenten ontstaat een patroon waarin beschikbare capaciteit moet worden verdeeld over meerdere locaties, waardoor prioritering, herverdeling en centrale sturing noodzakelijk worden. Niet de aard van het incident en de specialistische kennis, maar de ruimtelijke spreiding maakt het scenario zwaar. Dit vraagt om samenhangende sturing, voortdurende afstemming en keuzes in inzetverdeling.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Capaciteit: Eenheden moeten tegelijk op meerdere locaties inzetbaar zijn.
- > Opschaling: Lokale capaciteit schiet snel tekort door spreiding.
- > Leiding & coördinatie: Prioriteren en aansturen over meerdere locaties is complex.
- > Uithoudingsvermogen: Gelijktijdigheid vergroot de personele en logistieke belasting.
- > Paraatheid, informatievoorziening, ketenafhankelijkheid: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

3. Schaarse specialistische capaciteit

Slagkrachtpatroon: Bij incidenten die specialistische expertise vereisen en waarbij sprake is van een groeiende hulpvraag, ontstaat een patroon waarin de vraag sneller groeit dan het aanbod. De schaarste concentreert in zich specifieke functies, teams of middelen. Dit maakt scherpe prioritering en doelgerichte inzet noodzakelijk en vraagt om opschaling en inter-regionale samenwerking.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Capaciteit: Specifieke middelen en expertise zijn schaars.
- > Paraatheid: Specialistische kennis is niet standaard beschikbaar.
- > Opschaling: Landelijke mobilisatie is noodzakelijk.
- > Leiding & coördinatie: Tijdige herkenning van benodigde specialistische inzet en gerichte aansturing daarvan.
- > Informatievoorziening, ketenafhankelijkheid, uithoudingsvermogen: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

4. Complexe & veiligheidskritische werkomgeving

Slagkrachtpatroon: In complexe en veiligheidskritische omgevingen ontstaat een patroon waarin operationele mogelijkheden worden begrensd door risico's voor hulpverleners. Daardoor kan de inzet trager, voorzichtiger en minder effectief zijn. De omgeving zelf

beperkt het handelen structureel. Veilig werken vraagt om informatie, discipline en afstemming met partners.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Capaciteit: Beperkte inzetduur door PBM, ademlucht en veiligheid.
- > Paraatheid: Er worden hoge eisen gesteld aan vakbekwaamheid en discipline.
- > Informatievoorziening: Continue metingen en risico-inschatting zijn nodig.
- > Leiding & coördinatie: Veiligheidsafwegingen vragen strakke en mogelijk specialistische aansturing.
- > Ketenafhankelijkheid: Afstemming met meetdiensten en experts is essentieel.
- > Opschaling, uithoudingsvermogen: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

5. Grensoverschrijdende/ gezamenlijke inzet

Slagkrachtpatroon: Bij een grensoverschrijdende en gecombineerde inzet ontstaat een patroon waarin de effectiviteit van de inzet afhankelijk wordt van afstemming, coördinatie en samenwerking tussen regio's en landen. De complexiteit ontstaat door bestuurlijke en organisatorische fragmentatie. Dit vraagt om gecoördineerde opschaling, waarbij afstemming en informatie-uitwisseling kritischer zijn dan het toevoegen van extra personeel.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Informatievoorziening: Verschillende systemen en beelden moeten worden verbonden.
- > Opschaling: Regionale of internationale bijstand is vereist.
- > Leiding & coördinatie: Afstemming over grenzen heen is complex, vraagt om tijdige herkenning en mogelijk specialistische aansturing.
- > Ketenafhankelijkheid: Er is sprake van meerdere bestuurlijke en operationele ketens.
- > Capaciteit, paraatheid, uithoudingsvermogen: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

6. Massale blootstelling & maatschappelijke impact

Slagkrachtpatroon: Bij massale blootstelling en grote maatschappelijke impact ontstaat een patroon waarin de hulpvraag zeer snel toeneemt en spontaan burgergedrag de incident-dynamiek versterkt. Dit leidt tot dilemma's in prioritering, inzet en afstemming, terwijl de centrale coördinatie onder druk staat en verschillende teams deels autonoom opereren vanuit de eigen expertise. Dit vraagt om adaptief vermogen, improvisatie en het vermogen om onder hoge maatschappelijke en operationele druk te handelen.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Informatievoorziening: Publieksinformatie en risicocommunicatie zijn cruciaal.
- > Opschaling: De grote aantallen getroffen mensen vragen om snelle schaalvergroting.
- > Leiding & coördinatie: Multidisciplinaire afstemming is noodzakelijk, maar staat onder druk door de schaal en snelheid van het incident.
- > Ketenafhankelijkheid: Zorg, bestuur en maatschappelijke voorzieningen zijn bepalend.
- > Uithoudingsvermogen: De maatschappelijke impact en de nafase kunnen langdurig doorwerken.
- > Capaciteit, paraatheid: Spelen nadrukkelijk mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

7. Ketenaafhankelijk & netwerkgestuurde inzet

Slagkrachtpatroon: Bij inzet in complexe systemen ontstaat een patroon waarin het succes van de brandweerinzet afhankelijk is van samenwerking met een breed netwerk van publieke, private en maatschappelijke partners. De complexiteit ligt in het netwerk, niet in de inzet zelf. De voortgang hangt af van anderen (bijvoorbeeld waterschappen, zorgorganisaties, milieudiensten, nutsbedrijven). Daarom zijn afstemming en informatie-uitwisseling bepalender dan de eigen capaciteit, en is het optreden mede afhankelijk van lokale inbedding en bestaande samenwerkingsrelaties.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Informatievoorziening: Besluitvorming is afhankelijk van data en adviezen van partners.
- > Leiding & coördinatie: Afstemming tussen organisaties bepaalt de voortgang.
- > Ketenaafhankelijkheid: Geen enkele partij kan autonoom handelen.
- > Paraatheid, opschaling, uithoudingsvermogen: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.
- > Capaciteit: Kan meespelen, maar is zelden doorslaggevend.

8. Bestuurlijke complexiteit & maatschappelijke druk

Slagkrachtpatroon: Bij bestuurlijke complexiteit en maatschappelijke druk ontstaat een patroon waarin besluitvorming niet alleen operationeel, maar ook politiek-bestuurlijk wordt beïnvloed. Bestuurlijke besluitvorming en publieke druk sturen het verloop. Operationele slagkracht is belangrijk, maar bestuur en communicatie zijn bepalend.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Informatievoorziening: Transparantie en uitlegbaarheid sturen de besluitvorming.
- > Opschaling: Formele bestuurlijke opschaling en mandaten zijn nodig.
- > Leiding & coördinatie: Het operationeel en bestuurlijk niveau zijn sterk verweven.
- > Ketenaafhankelijkheid: Besluiten raken meerdere domeinen en organisaties.
- > Capaciteit, paraatheid: Zijn relevant, maar niet bepalend.
- > Uithoudingsvermogen: Speelt mee, maar is niet de primaire beperkende factor.

9. Technologische afhankelijkheid & systeemuitval

Slagkrachtpatroon: Bij uitval van systemen ontstaat een patroon waarin informatievoorziening, communicatie, coördinatie en bereikbaarheid worden belemmerd. Hierdoor neemt de onzekerheid toe en ontstaan nieuwe problemen, vooral wanneer de verstoring langer aanhoudt. Techniek vormt daarbij zowel een randvoorwaarde voor, als een kwetsbaarheid van het optreden. Dit maakt redundantie en improvisatie cruciaal.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Paraatheid: Afhangelijkheid van technologie vraagt voorbereiding en redundantie.
- > Informatievoorziening: Falen van systemen vergroot onzekerheid.
- > Leiding & coördinatie: Besluiten moeten worden genomen bij incomplete of falende systemen.
- > Uithoudingsvermogen: Verschuiving van een kortdurende operationele respons naar een langdurige, improviserende werkwijze onder suboptimale omstandigheden.
- > Capaciteit: Kan geraakt worden door uitval of contaminatie.
- > Opschaling, ketenaafhankelijkheid: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

10. Langdurige inzet & systeemvermoeidheid

Slagkrachtpatroon: Bij langdurige incidenten ontstaat een patroon waarin het uithoudingsvermogen onder druk komt te staan, met gevolgen voor personeel, logistiek en continuïteit van de inzet. Naarmate het incident voortduurt, neemt de mentale, fysieke en organisatorische belasting bij sleutelfunctionarissen en ander brandweerpersoneel toe. De uitdaging ligt in het langdurig volhouden, overdragen, samenwerken en omgaan met de organisatorische en maatschappelijke doorwerking van het incident.

Koppeling met het slagkrachtmodel:

- > Paraatheid: Langdurige inzet vraagt om structurele beschikbaarheid.
- > Leiding & coördinatie: Overdracht, continuïteit en herprioritering zijn cruciaal.
- > Ketenafhankelijkheid: Zorg, opvang, herstel en nazorg zijn langdurig nodig.
- > Uithoudingsvermogen: Tijd wordt de dominante belastingsfactor.
- > Capaciteit, informatievoorziening, opschaling: Spelen mee, maar zijn niet de primaire beperkende factoren.

6.5 Duiding van de resultaten

In de praktijk wordt bij grootschalige en complexe incidenten vanwege toenemende druk vaak gekozen voor het vergroten van de inzetcapaciteit en het intensiveren van de informatieverzameling. Deze reactie ligt voor de hand en sluit aan bij de operationele gerichtheid van de brandweer. Tegelijkertijd laat de analyse zien dat de effectiviteit van deze reflex niet vanzelfsprekend is. Het toevoegen van capaciteit vergroot namelijk ook de behoefte aan afstemming en daarmee de coördinatiecomplexiteit. Ook leidt een groeiende stroom aan informatie niet automatisch tot meer duidelijkheid. De veronderstelling dat 'meer' gelijkstaat aan 'effectiever', staat daarmee ter discussie. Bovendien is niet altijd helder op welk moment wordt opgeschaald en welke triggers daarbij bepalend zijn.

Hiermee wordt een fundamentele spanning zichtbaar. Enerzijds bestaat de behoefte om snel en zichtbaar te handelen, anderzijds kenmerken de omstandigheden zich juist door onzekerheid, dynamiek en afhankelijkheid van andere partijen. In dergelijke situaties blijkt niet de hoeveelheid beschikbare capaciteit doorslaggevend, maar het vermogen om richting, samenhang en afstemming te organiseren, terwijl het operationeel beeld nog in ontwikkeling is. Juist dit vermogen krijgt in de praktijk relatief weinig nadruk, doordat de respons in eerste instantie gericht is op opschaling en verdere informatieverzameling.

De scenariopatronen laten zien dat in de dreigingsfase en de vroege acute fase structurele spanningen ontstaan rond informatie, besluitvorming en coördinatie. Deze spanningen worden versterkt doordat veel benodigde vermogens regionaal zijn georganiseerd en afhankelijk zijn van uiteenlopende keuzes, procedures en beschikbaarheid. Bij toenemende complexiteit of gelijktijdige incidenten leidt dit voorspelbaar tot vertraging, versnippering en beperkingen in de beschikbaarheid van bijstand. Opvallend is dat juist deze organisatorische dimensie van optreden – de manier waarop opschaling, leiding en coördinatie vorm krijgen – in de literatuur relatief onderbelicht blijft, terwijl hierin een belangrijk deel van de verklaring ligt voor het al dan niet realiseren van gezamenlijke slagkracht. Vanuit dit perspectief helpt het weinig om complexe scenario's te blijven beschouwen als unieke en zeldzame gebeurtenissen waarvoor nauwelijks voorbereiding mogelijk is.

Deze observaties maken duidelijk waar de kern van de opgave ligt: niet alleen in het vergroten van middelen, maar vooral in het beter begrijpen en organiseren van het handelen onder complexe, terugkerende omstandigheden. De geïdentificeerde scenariopatronen bieden daarmee aanknopingspunten om te bepalen welke vermogens hierin doorslaggevend zijn.

7 Referentiekader voor gezamenlijke slagkracht

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag: *Welke kerninzichten uit nationale en internationale literatuur en historische incidenten over de volgende vier grootschalige en specialistische scenario's – te weten: een overstroming van een rivier, gelijktijdige natuurbranden, een groot chemisch ongeval, en een grootschalige redding na instorting – kunnen dienen als bouwstenen voor een landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht?*

7.1 Inleiding

Uit de analyse van historische incidenten komt een consistent beeld naar voren. Ondanks een onvolledig en soms tegenstrijdig informatiebeeld wordt de operationele taak in de praktijk doorgaans volbracht, wat wijst op een sterke kernkwaliteit van de brandweer: het vermogen om onder hoge tijdsdruk snel en adaptief te handelen. Tegelijkertijd laten de geïdentificeerde scenariopatronen zien dat deze kracht bij grootschalige en langdurige incidenten structureel onder druk komt te staan wanneer afstemming tussen regio's, opschaling en volhouden noodzakelijk wordt.

In dit hoofdstuk worden deze inzichten systematisch gekoppeld aan het slagkrachtmodel en uitgewerkt tot bouwstenen en ontwerpprincipes per slagkrachtdimensie, als basis voor een landelijk referentiekader voor gezamenlijke slagkracht.

7.2 Ontwerpprincipes voor de gezamenlijke slagkracht

De ontwerpprincipes zijn afgeleid door de in hoofdstuk 6 geïdentificeerde scenariopatronen te koppelen aan de slagkrachtdimensies die daarbij herhaaldelijk onder druk staan. Waar de scenariopatronen laten zien welke systeembelasting structureel optreedt, maken de ontwerpprincipes duidelijk wat dit vraagt van de inrichting van slagkracht. Het gaat daarbij om scenario-overstijgende ontwerpkeuzes, niet om oplossingen voor afzonderlijke incidenten.

Het referentiekader met ontwerpprincipes dat uit de analyse voortkomt, maakt zichtbaar dat het ontbreken van landelijke afspraken over opschaling, prioritering en de inzet van leiding en coördinatie een structurele kwetsbaarheid vormt. Onder omstandigheden van hoge en gelijktijdige systeembelasting kan dit de tijdigheid en samenhang van het optreden onder druk zetten.

Op de volgende pagina zijn de ontwerpprincipes per slagkrachtdimensie beschreven.

Ontwerpprincipes capaciteit

De scenariopatronen laten zien dat de inzetdruk vooral ontstaat door gelijktijdigheid, schaarste aan specialistische expertise en spreiding over regio's. Hierdoor raakt de regionaal beschikbare capaciteit snel overvraagd en ontstaat de noodzaak om capaciteit gezamenlijk te organiseren en flexibel in te zetten over regiogrenzen heen. Dit is uitgewerkt in de onderstaande ontwerpprincipes.

- > C1 – Capaciteit is modulair en combineerbaar georganiseerd.
De capaciteit is zodanig ingericht dat regio's elkaars inzet direct kunnen herkennen, combineren en opschalen, zonder voorafgaande maatwerkafstemming.
- > C2 – Schaarse specialismen staan onder landelijke regie.
Specialistische capaciteit wordt niet primair regionaal geoptimaliseerd, maar collectief toegewezen op basis van scenario-ontwikkeling, risico en duur.
- > C3 – Capaciteit is ontworpen voor gelijktijdigheid.
Het capaciteitsontwerp gaat uit van meerdere gelijktijdige inzetten en spreiding over regio's, niet van één dominante inzet.

Ontwerpprincipes paraatheid

Uit de scenariopatronen blijkt dat onzekerheid, snelle veranderingen en langdurige dreiging structureel voorkomen, terwijl gezamenlijke paraatheid in de praktijk vaak pas wordt versterkt wanneer het beeld is verduidelijkt; dit vraagt om een paraatheidsconcept dat expliciet is ingericht op anticipatie onder onzekerheid en collectieve afstemming, zoals uitgewerkt in de onderstaande ontwerpprincipes.

- > P1 – Paraatheid is gebaseerd op onzekerheid, niet op zekerheid.
Gezamenlijke paraatheid wordt geactiveerd op basis van scenario-ontwikkeling en prognoses, ook wanneer informatie onvolledig is.
- > P2 – Paraatheid is collectief afgestemd, niet regionaal geïsoleerd.
Verhoogde paraatheid in één regio heeft altijd betekenis voor het collectief van 25 regio's en wordt als zodanig gedeeld en gedeeld.
- > P3 – Paraatheid is fasering-bewust.
Het paraatheidsconcept onderscheidt expliciet dreiging, acute inzet en herstel, en voorkomt structurele overbelasting in langdurige situaties.

Ontwerpprincipes informatievoorziening

De terugkerende patronen van een onvolledig, tegenstrijdig en dynamisch incidentbeeld maken duidelijk dat informatievoorziening primair moet zijn gericht op gezamenlijke duiding en interpretatie, vergelijkbaar moet zijn, en ook bij technische verstoringen moet blijven functioneren om besluitvorming onder onzekerheid te ondersteunen. Dit is uitgewerkt in de onderstaande ontwerpprincipes.

- > I1 – Informatievoorziening is primair ingericht op duiding.
Het gezamenlijke informatie-ontwerp ondersteunt het gezamenlijk begrijpen van onzekerheid, scenario's en handelingsopties, niet alleen het delen van data.
- > I2 – Informatie is gedeeld, vergelijkbaar en eenduidig te interpreteren.
Regio's gebruiken een gedeelde begrippenstructuur en beeldlogica, zodat informatie onder tijdsdruk direct bruikbaar is voor andere regio's.
- > I3 – Informatievoorziening is robuust bij verstoring.
Het informatieontwerp voorziet expliciet in alternatieven bij uitval van digitale of communicatieve systemen.

Ontwerpprincipes opschaling

De scenariopatronen laten zien dat grootschalige incidenten zich ontwikkelen via meerdere fasen en gelijktijdige belasting, waardoor opschaling niet kan worden opgevat als een eenmalig moment, maar als een voorspelbaar en herhaalbaar proces dat gericht is op tijdige spreiding van inzet en belasting over regio's en tijd. Dit is uitgewerkt in de onderstaande ontwerpprincipes.

- > O1 – Opschaling is een proces, geen moment.
Opschaling is ontworpen als een herhaalbaar proces van op-, af- en heropschalen, passend bij veranderende scenario's en inzetduur.
- > O2 – Opschaling is voorspelbaar.
Voor alle regio's is helder wie wanneer initiatief neemt tot opschaling buiten de regio en hoe dat proces verloopt.
- > O3 – Opschaling faciliteert spreiding van belasting.
Het opschalingsontwerp ondersteunt het bewust verdelen van de inzet en belasting over regio's en tijd.

Ontwerpprincipes leiding en coördinatie

De scenariopatronen laten zien dat gelijktijdige inzetten, bestuurlijke druk, onzekerheid en externe afhankelijkheden structureel voorkomen, waardoor leiding en coördinatie steeds opnieuw worden belast. Dit maakt een ontwerp noodzakelijk waarin leiding en coördinatie meerschallig en rolvast zijn ingericht, ontvankelijk zijn voor opschaling en besluitvorming onder onzekerheid ondersteunen, zonder dat samenhang verloren gaat.

- > LC1 – Leiding en coördinatie zijn meerschallig en rolvast ingericht.
Leiding en coördinatie bij grootschalig en specialistisch optreden kennen vaste rollen en verantwoordelijkheden die ook onder druk en bij langdurige inzet herkenbaar blijven.
- > LC2 – Leiding en coördinatie ondersteunen gelijktijdigheid.
Het coördinatiemodel is ontworpen om meerdere inzetten parallel te ondersteunen zonder verlies van overzicht of prioritering.
- > LC3 – Leiding en coördinatie zijn ingericht op tijdige onderkenning en ontvankelijkheid voor opschaling en externe bijstand.
Leiding en coördinatie zijn zodanig ingericht, dat de noodzaak tot opschaling buiten de regio en tot specialistische of internationale opschaling tijdig wordt herkend, en dat externe en internationale bijstand zonder drempels kan worden aangevraagd, ontvangen en geïntegreerd in de bestaande organisatiestructuur.
- > LC4 – Leiding en coördinatie zijn ingericht op besluitvorming onder onzekerheid.
Leiding en coördinatie zijn zodanig ingericht, dat ook bij onvolledige, tegenstrijdige of snel veranderende informatie tijdig besluiten kunnen worden genomen en bijgesteld, zonder verlies van samenhang of legitimiteit.
- > LC5 – Leiding en coördinatie scheiden besluitvorming en uitvoering.
Bestuurlijke, operationele en tactische afwegingen zijn duidelijk onderscheiden, maar functioneel verbonden.

Ontwerpprincipes ketenafhankelijkheid

De scenariopatronen maken zichtbaar dat grootschalige en langdurige incidenten niet door de brandweer alleen kunnen worden beheerst, maar afhankelijk zijn van samenwerking binnen een breed netwerk van publieke en private partijen en maatschappelijke actoren, waaronder andere hulpdiensten, civiele organisaties en burgers. Hierdoor moet ketenafhankelijkheid structureel worden georganiseerd en expliciet onderdeel zijn van duiding en besluitvorming.

- > K1 – Ketenafhankelijkheid is structureel georganiseerd.
Samenwerking met de belangrijkste ketenpartners is vooraf ingericht en maakt onderdeel uit van gezamenlijke slagkracht.
- > K2 – Ketenafspraken ondersteunen langdurige inzet.
Het ketenontwerp is gericht op continuïteit in herstel en nazorg, niet alleen op acute respons.
- > K3 – Ketenpartners zijn onderdeel van duiding en besluitvorming.
Keteninformatie en -belangen worden expliciet meegenomen in duiding van grootschalige en/of specialistische scenario's.

Ontwerpprincipes uithoudingsvermogen

De patronen van langdurige inzet, systeemvermoeidheid en technologische kwetsbaarheid laten zien dat slagkracht niet wordt begrensd door de eerste piek, maar door het vermogen om dagen tot weken te blijven functioneren, waardoor uithoudingsvermogen als collectieve, personele en organisatorische ontwerpuitgangspunt centraal moet staan.

- > U1 – Uithoudingsvermogen is een primair ontwerpuitgangspunt.
Het slagkrachtprofiel gaat uit van een inzet van dagen tot weken, niet van een incidentele piekinzet.
- > U2 – Uithoudingsvermogen is collectief georganiseerd.
Verdeling, aflossing en herstel van personeel en middelen worden tussen regio's afgestemd en gespreid.
- > U3 – Uithoudingsvermogen omvat ook mentale en organisatorische belasting.
Het ontwerp houdt er rekening mee dat slagkracht niet alleen wordt begrensd door middelen, maar ook omdat mensen – en zeker sleutelfunctionarissen en brandweervrijwilligers – niet altijd langdurig of gelijktijdig inzetbaar zijn en vaak beperkte ervaring hebben met complexe, langdurige incidenten.

Voor 'leiding en coördinatie' zijn meer ontwerpprincipes geformuleerd dan voor andere slagkrachtdimensies. Dit is een bewuste keuze. Leiding en coördinatie vervullen een centrale, systeemoverstijgende rol en worden in vrijwel alle scenariopatronen aangesproken, maar telkens vanuit verschillende spanningsvelden zoals schaal, gelijktijdigheid, onzekerheid, bestuurlijke druk, veiligheid en opschaling. Deze uiteenlopende vormen van belasting laten zich niet vangen in een beperkt aantal generieke principes. Voor andere elementen zijn de ontwerpgegevens eenduidiger en homogener, waardoor drie ontwerpprincipes volstaan.

7.3 Duiding van de resultaten

De kerninzichten uit literatuur en historische incidenten laten zien dat de omstandigheden bij grootschalige en complexe incidenten geen uitzonderingen zijn, maar worden gekenmerkt door terugkerende scenariopatronen die structureel druk zetten op het stelsel. De in de vorige paragraaf beschreven spanningen rond informatie, opschaling en leiding en coördinatie hangen nauw met elkaar samen en zijn geen losse verschijnselen. Door deze patronen te koppelen aan het slagkrachtmodel zijn zeven slagkrachtdimensies geïdentificeerd als bouwstenen voor gezamenlijke slagkracht. Dit slagkrachtmodel vormt het belangrijkste resultaat van dit onderzoek: een samenhangend analytisch kader om te duiden welk vermogen nodig is om verschillende typen grootschalige incidenten effectief te beheersen.

Het slagkrachtprofiel maakt deze vermogens concreet door op basis van scenariopatronen en scenariofasering zichtbaar te maken welke dimensies in onderlinge samenhang bepalend zijn. Uit deze analyse komt naar voren dat met name informatievoorziening, opschaling en leiding en coördinatie in meerdere scenariopatronen stelselbepalend zijn. Dit suggereert dat juist deze vermogens cruciaal zijn voor het functioneren van de brandweer bij grootschalige en complexe incidenten. Tegelijkertijd wijst de analyse op een mogelijke spanning tussen de relevantie van deze vermogens en de wijze waarop zij organisatorisch zijn ingericht. Waar de genoemde vermogens scenario-overstijgend en systeemkritisch lijken te zijn, zijn zij in de praktijk grotendeels regionaal georganiseerd.

Deze spanning krijgt verdere betekenis wanneer wordt gekeken naar de verschillende organisatielagen. De analyse laat zien dat de belangrijkste ontwerpkeuzes voor gezamenlijke slagkracht zich concentreren op de bestuurlijke en tactische lagen, omdat hier besluiten worden genomen over opschaling, afstemming en inzet op grotere schaal en langere termijn. Tegelijkertijd komt de operationele slagkracht naar voren als relatief autonoom en sterk afhankelijk van lokale kennis, vakmanschap en improvisatievermogen.

Deze observatie maakt duidelijk dat gezamenlijke slagkracht niet eenduidig kan worden georganiseerd, maar vraagt om differentiatie naar organisatielaag. Enerzijds lijkt landelijke borging passend waar samenhang, standaardisatie en gezamenlijke sturing noodzakelijk zijn. Anderzijds blijft ruimte voor regionale en lokale autonomie essentieel waar adaptief handelen en contextspecifieke afwegingen bepalend zijn voor effectief optreden.

Het landelijk referentiekader geeft richting door duidelijk te maken welke vermogens voor alle scenario's belangrijk zijn en waarvoor landelijke borging zinvol kan zijn. Het slagkrachtprofiel maakt deze vermogens concreet. Samen zorgen zij voor een meer systematische en voorspelbare brandweerinzet.

Bron- en literatuurlijst

De voor dit onderzoek gebruikte bronnen en literatuur zijn gerangschikt per hoofdstuk.

Literatuur deel 1: Theoretisch kader

- > Brandweer Nederland. (2021). *Doorontwikkeling grootschalig brandweeroptreden – Visie 2.0*.
- > Evaluatiecommissie Wet veiligheidsregio's. (2024). *Evaluatie Wet veiligheidsregio's naar toekomstbestendige crisisbeheersing en brandweertzorg*.
- > European Commission. (2024). *Commission recommendation (EU) 2024/8339 of 29 November 2024 on EU host nation support guidelines*. Publications Office of the European Union.
- > Ewalds, P., Döpp, B., & Schimmel, R. (2024). *Dekkingsplan 4.0: Herziene handreiking – landelijk uniforme systematiek voor dekkingssystemen*. Lokale Regelgeving.
- > Federal Emergency Management Agency. (2019). *After-action report: Major flooding events and emergency management lessons learned*. U.S. Department of Homeland Security.
- > Gaspar, V., & Leene, M. (2025). *Brandweer in Europa: Een vergelijking van de brandweerstelsels in Nederland, Duitsland, België, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Zweden*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Hermans, J., Otten, T., & Janssen, G. (2026). *Paraatheid vrijwillige brandweerposten*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Inspectie Justitie en Veiligheid. (2020). *Staat van de rampenbestrijding*.
- > Inspectie Justitie en Veiligheid. (2025). *Grenzen bereikt: samenwerking veiligheidsregio's onder druk bij grootschalig brandweeroptreden en specialistische inzet*.
- > Instituut Fysieke Veiligheid. (2015). *Handreiking dekkingssystemen brandweertzorg*.
- > Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Sixth assessment report: Impacts, adaptation and vulnerability*.
- > Ministerie van Justitie en Veiligheid. (2022). *Contourennota versterking crisisbeheersing en brandweertzorg*.
- > National Fire Chiefs Council. (z.d.). *Wildfires position statement*. <https://nfcc.org.uk/our-services/public-policy/position-statements/wildfires-position-statement/>
- > Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *Chemical accident prevention, preparedness and response*.
- > Tanck, I., Jansen, V., Verhoeven, B., de Raad, F., & Van den Dikkenberg, R. (2025). *Slagkracht bij bovenregionale bestrijding van natuurbranden*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland. (z.d.). *Processtap 2 – dekking beschrijven: dekkingssystemen brandweer 2025–2028*.
- > Veiligheidsregio Twente. (2021). *Dekkingsplan brandweer Twente 2021–2024*.

- > Vylund, L., Johansson, A., & Lundberg, J. (2021). *Managing complexity in large-scale emergency response: Implications for command, control and coordination*. Swedish Civil Contingencies Agency (MSB).
- > World Health Organization. (2017). *Emergency response framework*. WHO Press.

Websites

- > Brandweer Nederland. (z.d.). *Landelijke brandweerspecialismen*.
<https://landelijkebrandweerspecialismen.nl/>
- > Rijksoverheid. (2010). *Wet veiligheidsregio's*.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0027466/>

Literatuur deel 2: Scenarioanalyse

- > ActionAid Bangladesh. (2013). *Assessment report on the rehabilitation and reintegration of Rana Plaza victims*.
- > Alam, S., Alam, R., Islam, M., & Salek, A. (2016). Pattern of injuries and treatment given to victims of Rana Plaza tragedy in a level II armed forces medical facility in Bangladesh. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 1–4.
- > Almeida, M., Soviev, M., San-Miguel, J., et al. (2024). *Report on the large wildfires of 2022 in Europe* (JRC138859). Publications Office of the European Union.
- > ANV. (2022a). *Rijksbrede risicoanalyse nationale veiligheid*. Analistennetwerk Nationale Veiligheid.
- > ANV. (2022b). *Themarapportage klimaat en natuurrampen 2022*. Analistennetwerk Nationale Veiligheid.
- > ASK Investigation Unit. (2013). *Primary fact-finding report on the collapse of Rana Plaza building in Savar, Bangladesh*.
- > Bakker, M., Broeder, S., Wijkhuijs, V., Karacan, O., & Van Duin, M. (2022a). *De inzet van de Nationale Reddingsvloot bij de watersnood in Limburg en België*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Bakker, M., Berger, E., Van Duin, M., Broeder, S., & Karacan, O. (2022b). *Hoogwater in Limburg: De aanpak van Rijkswaterstaat*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Bertazzi, P. A., Bernucci, I., Brambilla, G., Consonni, D., & Pesatori, A. C. (1998). The Seveso studies on early and long-term effects of dioxin exposure: A review. *Environmental Health Perspectives*, 106 (Suppl 2), 625–633.
- > Bouwmeester, J., Ten Doeschot, F., Mathurin, A., Van Straaten, G., Stel, M., Kuttschreuter, M., & Haandrikman, M. (2021). *Zelfredzaamheid en burgerhulp bij rampen en crises*. WODC.
- > Bundesministerium des Innern und für Heimat, & Bundesministerium der Finanzen. (2022). *Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021*.
- > Capote, J. A., Alvear, D., Lázaro, M., Espina, P., Fletcher, I., Welch, S., & Torero, J. L. (2006). Analysis of thermal fields generated by natural fires on the structural elements of tall buildings. In *Proceedings of the International Congress on Fire Safety in Tall Buildings* (Santander, Spain, October 19, 2006).
- > Ceferino, L., Merino, Y., Pizarro, S., Moya, L., & Ozturk, B. (2024). Placing engineering in the earthquake response and the survival chain. *Nature Communications*, 15, 4298.

- > Center for Investigation of Accidents in Transport. (2023). *Final report on serious accident investigation: Derailment of train No. 45010, Piroć, Serbia.*
- > Claassen, A., & Reynders, L. (2021). De brand op de Meinweg in april 2020. *Natuurhistorisch Maandblad*, 110(5), 87–89.
- > Comissão Técnica Independente. (2018). *Relatório sobre os incêndios florestais de 2017 em Portugal.*
- > COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord (2021). *Rapportage Leerevaluatie Hoogwater Maas en Roer.*
- > Crisislab. (2012). *Publieksonderzoek evacuatie Groningen (Woltersum/Ten Boer).*
- > De Goër de Herve, M. & Pot, W.D. (2024). When, at what speed, and how? Resilient transformation of the Vesdre river basin (Belgium) following the 2021 floods. *Environmental Sciences Europe* 36, 105.
- > De Graeff, J. J. (2020). *De Peel in brand: Onderzoek aanpak brandpreventie in de Deurnese Peel.* Staatsbosbeheer
- > De Jong, J., & Asselman, N. (2022). *Analyse overstromingen Geulmonding: Watersysteemevaluatie Waterschap Limburg.* Deltares.
- > De Regt, A., & Zuidijk, H. (2014). Trein- en giframp in het Belgische Wetteren. In M. van Duin. & V. Wijkhuijs (Red.), *Lessen uit crises en mini-crisis 2013* (pp. 132–151). Instituut Fysieke Veiligheid.
- > De Smedt, T., De Cremer, K., Vleminckx, C., Fierens, S., Mertens, B., Van Overmeire, I., De Paepe, P., Göen, T., Nemery, B., Schettgen, T., Stove, C., Van Oyen, H., Van Loc, J., & Van Nieuwenhuysse, A. (2014). Acrylonitrile exposure in the general population following a major train accident in Belgium. *Toxicology Letters*, 231, 344–351.
- > Dechy, N., Bourdeaux, T., Ayrault, N., Kordek, M.-A., & Le Coze, J.-C. (2004). First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster. *Journal of Hazardous Materials*, 111, 131–138.
- > Deeming, H., & Otley, C. (2018). *Storm Desmond recovery report.* Cumbria County Council.
- > Deltares. (2022). *Analyse overstromingen Geulmonding (Meerssen–Maas).*
- > Dhara, V. R., & Dhara, R. (2002). The Union Carbide disaster in Bhopal: A review of health effects. *Archives of Environmental Health*, 57(5), 391–404.
- > Dikiy, W. (2024). *Surfside building collapse, 2021: A case study report.* New York, NY. New York University, Global Health Disasters Preparedness and Response.
- > Dittmer, C., & Lorenz, D. F. (2024). Citizen disaster response in the German Ahr valley flood. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 105, 104394.
- > Duyvis, M., Kobes, M., Oberijé, N., & Roos, M. (2014). *Zelfredzaamheid en CBRN.* Instituut Fysieke Veiligheid.
- > ECDC. (2021). *Extreme rainfall and catastrophic floods in Western Europe.*
- > European Commission/ Copernicus Emergency Management Service. (z.d.). *European forest fire information system (EFFIS).*
- > Federal Emergency Management Agency. (2002). *World Trade Center building performance study: Data collection, preliminary observations, and recommendations* (FEMA 403).
- > Feldman, C. L., Elharar, S., Edry, E., & Davidtz, J. (2025). Case report: Insights from the Champlain Towers Surfside building collapse on prolonged disaster response and first responders. *Medical Research Archives*, 13 (5).

- > Fire Brigades Union. (2015). *December 2015 floods report*.
- > Freeman, C., Nunnari, N., Edgemon, L., & Marsh, K. (2021). *Improving public messaging for evacuation and shelter-in-place*. FEMA/ Argonne National Laboratory.
- > Freistaat Sachsen. (2023). *Bericht der Expertenkommission Waldbrände Sommer 2022 Sachsen*. Sächsische Staatsregierung.
- > FrieslandCampina. (2025). *Voorlopige bevindingen tankincident Borculo*.
- > Giger, W. (2009). The Rhine red, the fish dead. *Environmental Science and Pollution Research*, 16(1), 98–111.
- > Greater London Authority. (2022). *Surface water flooding in London: Roundtable progress report*.
- > Inspectie Openbare Orde en Veiligheid. (2011a). Brand Chemie-Pack Moerdijk.
- > Inspectie Openbare Orde en Veiligheid. (2011b). *Brand Strabrechtse Heide. Deel 2: De feitelijke bestrijding van de natuurbrand*.
- > Inspection générale de l'administration. (2022). *RETEX incendies – Gironde et Landes – juillet-août 2022*. Ministère de l'Intérieur.
- > Instituut Fysieke Veiligheid. (2020). *Factsheet Natuurbrand in De Meinweg en de evacuatie van Herkenbosch*.
- > Kox, J., Van Duin, M., De Haan, A., Leentvaar, E., & Weimar, T. (2025). *Hoe gegaan, hoe gedaan? Leeronderzoek operationeel optreden explosie Tarwekamp (2024)*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Landelijk Team Natuurbrandonderzoek. (2020). *Natuurbrandonderzoek De Meinweg Herkenbosch (29 en 30 mei 2020)*. Veiligheidsregio Limburg-Noord.
- > Lehmkuhl, F., Schüttrumpf, H., Schwarzbauer, J., Brüll, C., Dietze, M., Letmathe, P., Völker, C., & Hollert, H. (2022). Assessment of the 2021 summer flood in Central Europe. *Environmental Sciences Europe*, 34 (107).
- > London Fire Brigade. (2021). *Major incident due to adverse weather conditions: Briefing note*.
- > McKinsey & Company. (2002). *Increasing FDNY's preparedness*. Fire Department of the City of New York.
- > Mendes, C., Negro, D., Piñeiro, A., Rodríguez, C., Casartelli, V., Marengo, A., Melinato, S., Mysiak, J., Mohammadi S., Salpina, D., Brăilescu, C., Sørensen, & J., Griem, G. (2025). *UCPM Wildfire Peer review report: Land Brandenburg 2025*. European Commission (DG ECHO).
- > Ministry of Housing and Local Government. (1968). *Report of the inquiry into the collapse of flats at Ronan Point, Canning Town*. Her Majesty's Stationery Office.
- > Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2014). *Olycksutredning: Skogsbrand Västmanland 2014*. MSB.
- > Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2020). *Olycksutredning 2020:5 – Skogsbränderna 2018*. MSB.National Institute of Standards and Technology. (2008). *Final report on the collapse of World Trade Center Building 7 (NIST NCSTAR 1A)*.
- > National Transportation Safety Board. (2005). *Collision of Norfolk Southern freight train 192 With Standing Norfolk Southern Local Train P22 With Subsequent Hazardous Materials Release at Graniteville, South Carolina January 6, 2005. Railroad Accident Report NTSB/RAR-05/04*.

- > Nikolić, N., Đorđević Nikolić, J., & Grozdanović, J. (2024). Managing hazardous material incidents. *Southeast European Journal of Emergency and Disaster Medicine* 10 (2), 23–34.
- > Observatório Técnico Independente. (2019). *Relatório incêndios de Monchique*.
- > Oklahoma Department of Civil Emergency Management. (1996). *After-action report: Alfred P. Murrah Federal Building bombing, 19 April 1995, Oklahoma City, Oklahoma*.
- > Okumura, T., Suzuki, K., Fukuda, A., Kohama, A., Takasu, N., Ishimatsu, S., & Hinohara, S. (1998a). The Tokyo subway sarin attack: Community emergency response. *Academic Emergency Medicine*, 5(6), 613–617.
- > Okumura, T., Suzuki, K., Fukuda, A., Kohama, A., Takasu, N., Ishimatsu, S., & Hinohara, S. (1998b). The Tokyo subway sarin attack: Hospital response. *Academic Emergency Medicine*, 5(6), 618–624.
- > Pardo Ríos, M., Morales Sánchez, C., Parra Beneitez, Y., López Guardiola, P., Lanchares Ortiz, A., Pedreño Rosique, A., Roza Alonso, C., & Castro Delgado, R. (2023). Urban search and rescue operations (USAR) in collapsed buildings after the 2023 earthquake in Türkiye. *Emergencias*, 35, 288–296.
- > Perrin, F., Sauzey, P., Menoret, B., & Roche, P.-A. (2017). *Inondations de mai et juin 2016 dans les bassins moyens de la Seine et de la Loire (Rapport n° 010743-01 & 16080-R)*. Conseil général de l'environnement et du développement durable & Inspection générale de l'administration.
- > Pilling, C., Millard, J., Perez, J., Turner, R., Duke, A., & Egan, K. (2023a). 2021 UK floods: Event summaries. *Hydrology Research*, 54(12), 1490–1504.
- > Pilling, C., Millard, J., Perez, J., Egan, K., Turner, R., & Duke, A. (2023b). 2021 UK floods: Improvements and recommendations. *Hydrology Research*, 54(12), 1477–1489.
- > Pitt, M. (2008). *Learning lessons from the 2007 floods: Final report*. Cabinet Office, UK.
- > Préfecture du Pas-de-Calais. (2023). *Épisode de crues exceptionnelles*.
- > Ramos, M. H., Perrin, C., Andréassian, V., Delaigue, O., & Viatgé, J. (2017). *Assessment report on the 2016 flood event on the Seine and Loire basins (France)*. IRSTEA.
- > Rhein, B., & Kreibich, H. (2025). Causes of fatalities in the Ahr valley flood. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25, 581–589.
- > Rohaert, A. (2025). *Driving behaviour during wildfire evacuation* (Doctoral dissertation, Lund University).
- > Royal Commission of Inquiry. (2012). *Final report, Volume 6: Canterbury Television Building*.
- > Ruitenbergh, A. G. W., & Helsloot, I. (2004). *Zelfredzaamheid van burgers bij rampen en zware ongevallen*. Boom Juridische uitgevers.
- > Schaum, S., Stenger-Wolf, S., Schüttrumpf, H., & Jüpner, R. (2025). Long-term temporaries after flood disasters. *Journal of Flood Risk Management*, 18(3), e70109.
- > Schopp, N., Drews, K., & Eversheim, A. (2023). Hochwasser 2021: Was folgt aus den Erkenntnissen? *Bevölkerungsschutz-Magazin*, (2), Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.
- > Schuijn, M. (2020). *Natuurbrandonderzoek De Meinweg (Herkenbosch, mei 2020)*. Brandweer Nederland/ IFV.
- > Secretariat of Risk Management. (2016). *Report on the results of the lessons learned workshop on the urban search and rescue operations: Earthquake of April 16, 2016, Ecuador*. Secretariat of Risk Management & INSARAG Secretariat.

- > Soares, F., Schmidt, L., & Delicado, A. (2025). Adapting whilst recovering: Local responses to the 2017 wildfires in Portugal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 124, 105536.
- > Statens offentliga utredningar. (2019). *Skogsbränderna sommaren 2018 (SOU 2019:7)*. Regeringskansliet.
- > Statheropoulos, M., Agapiou, A., Pallis, G. C., et al. (2015). Factors that affect rescue time in urban search and rescue operations. *Natural Hazards*, 75, 57–69.
- > Stoof, C.R., Tapia, V.M., Cardil, A., Marcotte, A.L., Stoorvogel, J.J., & Castellnou, M. (2020). *Relatie tussen natuurbeheer en brandveiligheid in de Deurnese Peel; Onderzoek naar aanleiding van de brand in de Deurnese Peel van 20 april 2020*. Wageningen University & Research.
- > Stoutjesdijk, T., Van der Meij, R., Caspers, J., & Halbmeijer, L. (2022). *Analyse waterkeringen Limburg hoogwater juli 2021*. Rijkswaterstaat.
- > U.S. Government Accountability Office. (2024). *Disaster assistance: Information on the 2021 condominium collapse in Surfside, Florida (GAO-24-106558)*.
- > Veiligheidsregio Limburg-Noord. (2022). *Leerevaluatie hoogwater Maas en Roer*.
- > Verde, J.C., Torres, J.S., Marques, R., Franc, R., Flores, E., Casartelli, V., Marengo, A., Melinato, S., Mysiak, J., Salpina, D., Brăilescu, C., Marteil, E., Sørensen, J., & Spitoni, G. (2024). *UCPM wildfire peer review report: Italy 2024*. European Commission (DG ECHO).
- > Waterschap Limburg & COT. (2022). *Leerevaluatie watercrisis juli 2021*.
- > Wiedemann, M., Schütte, M., Loer, K., Gerdes, A., & Thate, S. (2024). Evaluation of incident management system. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 113, 104939.
- > World Bank Group. (2025). *Management of wildfire risk in the European Union*.
- > Wu, Y., Xu, Z., Yang, Y., Deng, X., Xu, M., & Xu, X. (2025). Quantifying urban seismic rescue difficulty: A policy-oriented assessment methodology based on building collapse patterns. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 16(1), 2555727.
- > Yousefi, M.H., Behnam, B. & Farahani, S. (2024). An auxiliary framework to facilitate earthquake search and rescue operations in urban regions. *Natural Hazards* 120, 11107–11131.

Websites

- > ANP/ NU.nl. (2012). *Honderden evacuaties om dreigende dijkdoorbraak*.
<https://www.nu.nl/algemeen/2708609/honderden-evacuaties-om-dreigende-dijkdoorbraak.html>
- > BD.nl. (2012). *Evacuatie bij Tolbert wegens dreigende dijkdoorbraak*.
<https://www.bd.nl/binnenland/evacuatie-bij-tolbert-wegens-dreigende-dijkdoorbraak~aabf0733/>
- > Binnenlands Bestuur. (z.d.). *Provincie Groningen stond bij hoogwater en keek ernaar*.
<https://www.binnenlandsbestuur.nl/bestuur-en-organisatie/gezondheid-en-sport/provincie-groningen-stond-bij-hoogwater-en-keek-er-naar>
- > Brandweer Nederland. (z.d.). *Landelijke brandweerspecialismen*.
<https://landelijkebrandweerspecialismen.nl/>
- > Brandweerforum. (2012). *GRIP 4 inzet Woltersum/Ten Boer*.
<https://www.hetbrandweerforum.nl/index.php?topic=41750.45>

- > Gemeente Groningen. (z.d.). *Het incident en de bestrijding*.
<https://gemeenteraad.groningen.nl/Documenten/Bijlage/Deel-1-Het-incident-en-de-bestrijding.pdf>
- > GIC/ Dagblad van het Noorden. (2012). *Dijkdoorbraak dreigt bij Tolbert*.
<https://www.gic.nl/nieuws/dijkdoorbraak-dreigt-bij-tolbert-bewoners-geevacueerd>
- > Ministerie van Defensie. (z.d.). *Watersnoodramp 1953*.
<https://www.defensie.nl/onderwerpen/taken-in-nederland/watersnoodramp-1953>
- > NOS. (2012). *Verplichte evacuatie om zwakke dijk*.
<https://nos.nl/artikel/328274-verplichte-evacuatie-om-zwakke-dijk>
- > NOS. (2025). *Grote natuurbrand in Ede onder controle, ruim 500 brandweerlieden ingezet*.
<https://nos.nl/artikel/2562257-grote-natuurbrand-in-edo-onder-controle-ruim-500-brandweerlieden-ingezet>
- > Oklahoma City Fire Department. (z.d.). *The Oklahoma City bombing: Report and analysis*.
https://murderpedia.org/male/M/images/m/mcveigh/docs/okcfr_App_B.pdf
- > Phys.org. (2023). *Exceptional flooding in northern France prompts authorities*.
<https://phys.org/news/2023-11-exceptional-northern-france-authorities.html>
- > PreventionWeb. (z.d.). *Lessons learnt from 2007 floods*.
https://www.preventionweb.net/files/10434_LessonLearnedPittReviewPaulMWG2.pdf?startDownload=true
- > Reddingsbrigade Nederland. (2020). *Herdenking watersnood 1995*.
<https://www.reddingsbrigade.nl/wij/wat-wij-doen/nationale-reddingsvloot/herdenking-watersnood-1995/>
- > Rijkswaterstaat. (z.d.). *Watersnoodramp 1953*.
<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/watersnoodramp-1953>
- > RTL Nieuws. (z.d.). *Liveblog evacuatie Woltersum, Wittewierum, Ten Boer en Ten Post*.
<https://www.rtl.nl/nederland/artikel/3001286/liveblog-evacuatie-woltersum-wittewierum-ten-boer-en-ten-post>
- > Thames Water. (2021). *Internal Review into the 12 and 25 July 2021 storms in London: Actions taken, lessons learnt and further actions*.
<https://www.thameswater.co.uk/media-library/naijkjq1/july-flooding-internal-review.pdf>
- > Task Force Fact Finding hoogwater (2021). *Hoogwater 2021 – feiten en duiding*.
<https://www.enwinfo.nl>
- > Whelton, A.J. (2024). *Toxic chemicals from Ohio train derailment lingered in buildings for months – here's what our investigation found in East Palestine*.
<https://theconversation.com/toxic-chemicals-from-ohio-train-derailment-lingered-in-buildings-for-months-heres-what-our-investigation-found-in-east-palestine-238511>
- > Wikipedia. (z.d.-a). *Evacuatie van het Rivierenland*.
https://nl.wikipedia.org/wiki/Evacuatie_van_het_Rivierenland
- > Wikipedia. (z.d.-b). *Watersnood van 1953*.
https://nl.wikipedia.org/wiki/Watersnood_van_1953
- > Wikipedia. (z.d.-c). *Natuurbrand op de Strabrechtse Heide 2010*.
https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurbrand_op_de_Strabrechtse_Heide_2010

Literatuur deel 3: Bouwstenen

- > ActionAid Bangladesh. (2013). *Assessment report on the rehabilitation and reintegration of Rana Plaza victims*.
- > Almeida, M., Soviev, M., San-Miguel, J., et al. (2024). *Report on the large wildfires of 2022 in Europe (JRC138859)*. Publications Office of the European Union.
- > Boin, A., & De Haan, M. (2025). *Strategieën voor schaarste: Hoe hulpdiensten omgaan met schaarste in hulpverleningscapaciteit*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Bundesministerium des Innern und für Heimat, & Bundesministerium der Finanzen. (2022). *Bericht zur hochwasserkatastrophe 2021*.
- > Center for Investigation of Accidents in Transport. (2023). *Final report on serious accident investigation: Derailment of train No. 45010, Pirot, Serbia*.
- > Claassen, A., & Reyrink, L. (2021). De brand op de Meinweg in april 2020. *Natuurhistorisch Maandblad*, 110(5), 87–89.
- > COT & Veiligheidsregio Limburg-Noord (2021). *Rapportage Leerevaluatie Hoogwater Maas en Roer*.
- > Crisislab. (2012). *Publieksonderzoek evacuatie Groningen (Woltersum/Ten Boer)*.
- > De Regt, A., & Zuidijk, H. (2014). Trein- en giframp in het Belgische Wetteren. In M. van Duin. & V. Wijkhuijs (Red.), *Lessen uit crises en mini-crisis 2013* (pp. 132–151). Instituut Fysieke Veiligheid.
- > Dikiy, W. (2024). *Surfside building collapse, 2021: A case study report*. New York, NY. New York University, Global Health Disasters Preparedness and Response.
- > Dittmer, C., & Lorenz, D. F. (2024). Citizen disaster response in the German Ahr valley flood. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 105, 104394.
- > Fire Brigades Union. (2015). *December 2015 floods report*.
- > Inspectie Openbare Orde en Veiligheid. (2011a). *Brand Chemie-Pack Moerdijk*.
- > Instituut Fysieke Veiligheid. (2020). *Factsheet Natuurbrand in De Meinweg en de evacuatie van Herkenbosch*.
- > Kox, J., Van Duin, M., De Haan, A., Leentvaar, E., & Weimar, T. (2025). *Hoe gegaan, hoe gedaan? Leeronderzoek operationeel optreden explosie Tarwekamp (2024)*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > McKinsey & Company. (2002). *Increasing FDNY's preparedness*. Fire Department of the City of New York.
- > Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2014). *Olycksutredning: Skogsbrand Västmanland 2014*. MSB.
- > National Transportation Safety Board. (2005). *Collision of Norfolk Southern freight train 192 With Standing Norfolk Southern Local Train P22 With Subsequent Hazardous Materials Release at Graniteville, South Carolina January 6, 2005. Railroad Accident Report NTSB/RAR-05/04*.
- > Oklahoma Department of Civil Emergency Management. (1996). *After-action report: Alfred P. Murrah Federal Building bombing, 19 April 1995, Oklahoma City, Oklahoma*.
- > Schuijn, M. (2020). *Natuurbrandonderzoek De Meinweg (Herkenbosch, mei 2020)*. Brandweer Nederland/ IFV.
- > Staatsbosbeheer. (2020). De Peel in brand: Onderzoek aanpak brandpreventie in de Deurnese Peel. <https://www.staatsbosbeheer.nl/-/media/de-pelen/onderzoeksrapport-2-brand-deurnsche-peel.pdf>
- > Van Marle, M., Meijer, L., Van den Brink, P., & Leentvaar, E. (2026). *Klimaatdreigingen, bijbehorende cascade-effecten en gevolgen voor crisisrespons: Aandachtspunten en*

lessen op basis van een scenario-doorleving op operationeel niveau. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.

Websites

- > Oklahoma City Fire Department. (z.d.). *The Oklahoma City bombing: Report and analysis*.
https://murderpedia.org/male.M/images/m/mcveigh/docs/okcfr_App_B.pdf
- > Task Force Fact Finding hoogwater (2021). *Hoogwater 2021 – feiten en duiding*.
<https://www.enwinfo.nl>

Bijlagen

- > Baaij, S., de Witte, L., Hofman, R., Huizer, E., Molenaar J., & Weewer R. (2023). *Handboek Gebouwbrandbestrijding*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.
- > Instituut Fysieke Veiligheid (2013). *Basis voor brandveiligheid. De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen*.
- > Instituut Fysieke Veiligheid (2017). *Basis voor brandveiligheid. De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen*. (Herziene uitgave)
- > Kobes, M. (2008). *Zelfredzaamheid bij brand: Kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen*. Boom Juridische Uitgevers.
- > Kobes, M. (2010). *Understanding human behaviour in fire. Validation of the use of serious gaming for research into fire safety psychonomics*. VU University Amsterdam.
- > Kobes, M., Van der Graaf, J., Ebus, J. & De Witte, L. (2025). *Denkraam - Basis voor brandveiligheid van veestallen*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid.

BIJLAGEN

Bijlage 1 - Kenmerkenmodel

Integraal denkkader

Het kenmerkenmodel is een integraal denkkader dat inzicht geeft in de samenhang van factoren die de veiligheid, het incidentverloop en de inzetmogelijkheden tijdens een incident beïnvloeden.

Oorsprong van het model

Het model is oorspronkelijk ontwikkeld voor het domein van brandveiligheid in gebouwen en is gebaseerd op onderzoek naar menselijk gedrag, zelfredzaamheid en veilig vluchten (Kobes, 2008; 2010).

Later zijn de onderdelen 'interventie' en 'omgeving' toegevoegd, zodat het model niet alleen het gedrag van aanwezigen beschrijft, maar ook de rol van hulpverleningsdiensten en de fysieke context van een incident (IFV, 2013; 2017). Deze bredere toepassing leidde ertoe dat het model is opgenomen in het *Handboek Gebouwbrandbestrijding* (NIPV, 2023), waar het wordt gebruikt voor het gestructureerd bepalen van het doel van de brandweerinzet.

In een vervolgstap is het onderdeel 'dier' toegevoegd. Deze uitbreiding was specifiek gericht op onderzoek naar brandveiligheid in veestallen, aangezien dieren andere gedragskenmerken vertonen en andere kwetsbaarheden en evacuatiemogelijkheden hebben dan mensen (Kobes e.a., 2025). Hoewel deze uitbreiding voortkwam uit een specifieke onderzoeksbehoefte, heeft zij in algemene zin de bruikbaarheid van het kenmerkenmodel vergroot voor incidenten waarbij dieren betrokken zijn.

Huidige ontwikkeling: verbreding naar grootschalige incidenten

In het huidige onderzoek is het kenmerkenmodel verder verbreed, zodat het toepasbaar is op grootschalige incidenten in brede zin. Hiervoor is het kenmerk 'brand' vervangen door 'incident', waardoor het model geschikt is voor uiteenlopende scenario's zoals overstromingen, natuurbranden, instortingen en chemische calamiteiten. De focus van ligt nu op slagkrachtbepaling: het systematisch analyseren welke inzet, capaciteiten en middelen nodig zijn om een grootschalig incident effectief te beheersen.

Deze verbreding maakt het model geschikt om:

- > het incidentbeeld gestructureerd te ordenen
- > invloedfactoren en afhankelijkheden zichtbaar te maken (mens – dier – object – omgeving – interventie)
- > knelpunten in tijd, ruimte, capaciteit of effect te identificeren
- > onderbouwde keuzes te maken over de benodigde operationele slagkracht.

Daarmee is het kenmerkenmodel uitgegroeid tot een generiek inzetbaar analysekader dat ondersteunt bij:

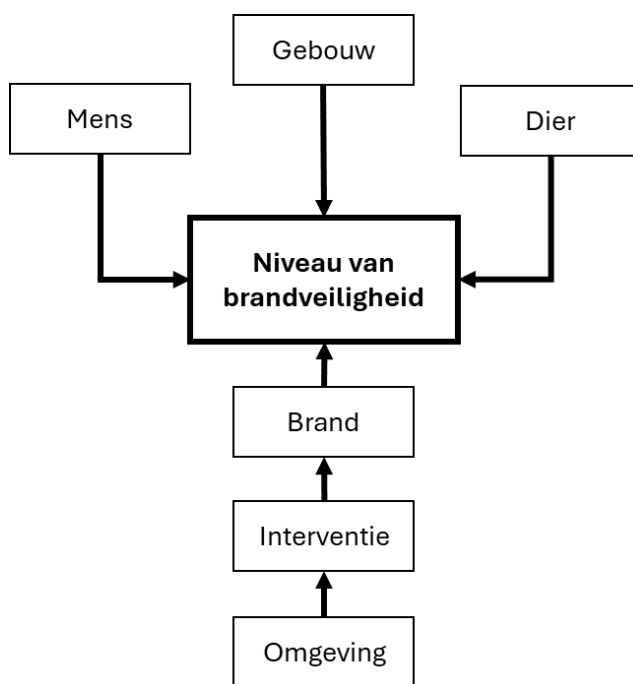
- > voorbereiding en scenarioanalyse
- > operationele besluitvorming tijdens grootschalige incidenten

- > multidisciplinaire samenwerking
- > evaluaties en leerprocessen
- > zowel brandgerelateerde als niet-brandgerelateerde incidenten waarin een complexe samenhang tussen factoren bepalend is voor het verloop.

Het kenmerkenmodel en de onderdelen daarvan

Het kenmerkenmodel voor grootschalige incidenten laat zien welke onderdelen bepalend zijn voor het verloop van een incident en de overlevingskansen van mens en dier, evenals de impact op objecten en organisaties. Het model maakt duidelijk hoe de verschillende elementen elkaar beïnvloeden en samen een doorslaggevende rol spelen in de veiligheid en beheersbaarheid van een incident.

De belangrijkste onderdelen zijn: incident ('brand' het model), object/ gebouw, mens, dier, interventie (hulpverlening) en omgeving, zie figuur B1.1.



Figuur B1.1 Onderdelen die het niveau van incidentveiligheid bepalen ('Niveau van brandveiligheid' in afbeelding uit Kobes e.a., 2025)

Incident ('Brand' in figuur B1.1)

De aard, omvang en dynamiek van het incident. Hierbij gaat het onder meer om:

- > oorsprong en oorzaak (bijvoorbeeld waterdoorbraak, bosbrand, constructief falen, chemische lekkage)
- > snelheid van ontwikkeling en verspreiding
- > fysieke effecten (hitte, water, toxische stoffen, instorting)
- > mate van voorspelbaarheid en controleerbaarheid.

Object/ Gebouw

De kenmerken van de gebouwde of fysieke omgeving die het incident beïnvloeden. Dit omvat:

- > constructie en gebruikte materialen
- > indeling en compartimentering
- > voorzieningen zoals detectie-, ventilatie- of blussystemen
- > kwetsbaarheid voor instorting of gevolgschade
- > toegankelijkheid voor redding en evacuatie.

Mens

Gedrag, kwetsbaarheid en mogelijkheden van mensen die direct of indirect betrokken zijn.

Dit betreft:

- > zelfredzaamheid en evacuatiegedrag
- > kennis, vaardigheden en aanwezigheid van personeel
- > beperkingen door stress, rook, water, toxische stoffen of instortingsgevaar
- > afhankelijkheid van begeleiding of hulpmiddelen.

Dier

De mate waarin dieren en diervoorzieningen de veiligheid en het verloop van het incident beïnvloeden. Dit omvat:

- > gedrag van dieren bij acute dreiging (bijvoorbeeld stress, vluchtreacties, verstijven)
- > mogelijkheden en beperkingen voor evacuatie
- > gevoeligheid voor hittestress, verdrinking, toxische stoffen of instorting
- > infrastructuur in dierverblijven die het reddingsproces beïnvloedt.

Omgeving

Ruimtelijke, geografische en externe factoren die het incident en de respons beïnvloeden.

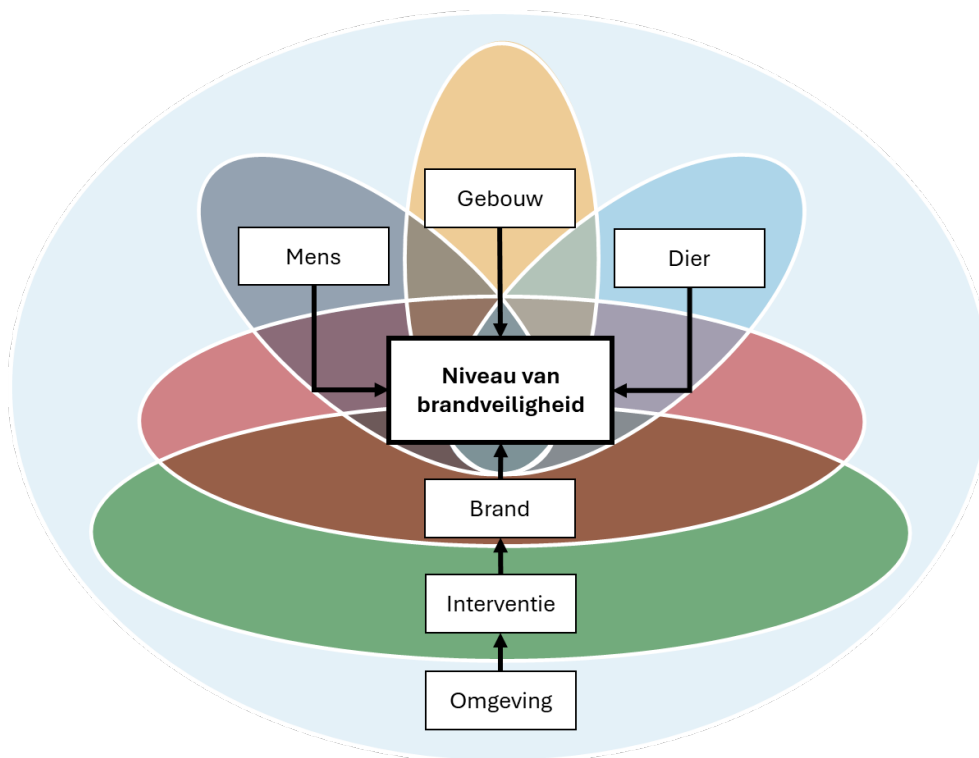
Denk aan:

- > ligging ten opzichte van water, bos, infrastructuur of bebouwing
- > bereikbaarheid en toegankelijkheid voor hulpdiensten
- > weersomstandigheden (bijvoorbeeld wind, regen, hitte)
- > aanwezigheid van kwetsbare gebieden of potentiële escalatiebronnen
- > afhankelijkheden met infrastructuren zoals energie, telecom of water.

Interventie

De inzetbaarheid en effectiviteit van professionele en vrijwillige hulpverleners. Dit gaat over:

- > beschikbaarheid en capaciteiten van hulpdiensten
- > snelheid en schaalgrootte van opschaling
- > middelen, technieken en procedures die inzetbaar zijn
- > veiligheid van hulpverleners bij complexe of langdurige incidenten
- > samenwerking tussen disciplines.



Figuur B1.2 Interacties tussen de kenmerken (Kobes e.a., 2025)

Figuur B1.2 laat zien hoe verschillende onderdelen samen het niveau van incidentveiligheid (in de figuur weergegeven als 'brandveiligheid') bepalen. Dit niveau is het resultaat van een dynamische interactie tussen mens, dier, gebouw of object, het incident zelf, de interventie (brandweer en andere hulpdiensten) en de bredere omgeving.

De overlappende vlakken tonen dat deze factoren elkaar wederzijds beïnvloeden. Geen enkel onderdeel staat op zichzelf; incidentveiligheid ontstaat uit de combinatie van factoren en de manier waarop ze elkaar versterken of verzwakken. Deze overlappende invloeden bepalen hoe risico's ontstaan of veranderen, hoe snel een incident escaleert, en welke brandweeractiviteiten nodig zijn.

Het analyseren van deze interacties is daarmee essentieel voor het herkennen van scenariopatronen en het bepalen van de benodigde slagkracht bij grootschalige incidenten.

Mens

Het gedrag, de zelfredzaamheid en de kwetsbaarheid van mensen bepalen in sterke mate hoe het incident zich ontwikkelt en welke interventie nodig is.

Mens ↔ Gebouw: gebouwkenmerken beïnvloeden evacuatiemogelijkheden.

Mens ↔ Incident: fysieke effecten (rook, water, toxische stoffen of instorting) beïnvloeden menselijk handelen.

Mens ↔ Interventie: gedrag van aanwezigen beïnvloedt de brandweerinzet en omgekeerd.

Dier

Dieren reageren anders op dreiging en verstoring, wat gevolgen heeft voor redding en inzetdruk.

Dier ↔ Gebouw: indeling en diervoorzieningen bepalen bewegingsruimte.

Dier ↔ Incident: dieren zijn gevoelig voor hitte, verdrinking, toxische stoffen.

Dier ↔ Interventie: extra personeel of middelen nodig voor redding.

Gebouw/ Object

De constructieve en functionele eigenschappen van gebouwen of objecten bepalen blootstelling, risico en inzetbaarheid van hulpdiensten.

Gebouw ↔ Incident: beïnvloedt escalatiepatronen (rookverspreiding, instorting, waterstromen).

Gebouw ↔ Interventie: toegankelijkheid, aanwezigheid van installaties of barrières beïnvloeden de effectiviteit van de inzet.

Incident

De aard, omvang en dynamiek van het incident bepalen welke risico's en tactieken relevant zijn.

Incident ↔ Mens/ Dier: bepaalt blootstelling en evacuatie(on)mogelijkheden.

Incident ↔ Interventie: verschillende type incidenten vragen om verschillende middelen en specialismen.

Incident ↔ Omgeving: weersomstandigheden en terreinkenmerken beïnvloeden de dynamiek en omvang van het incident.

Omgeving

De geografische, ruimtelijke en externe factoren bepalen het speelveld voor incident en respons.

Omgeving ↔ Incident: wind, waterstanden, hitte of infrastructuur beïnvloeden het incidentverloop.

Omgeving ↔ Interventie: bereikbaarheid, weersomstandigheden en afstand beïnvloeden de snelheid en omvang van de benodigde inzetcapaciteit.

Interventie

De interventie staat zelf ook in wisselwerking met alle andere onderdelen.

- > Beschikbaarheid van middelen, personen en informatie beïnvloedt de mogelijkheden.
- > Opschaling en samenwerking bepalen de effectiviteit in complexe situaties.

Bijlage 2 – Overzicht van relevante casussen

Overstroming

Rivier- of kanaaloverstroming (fluviaal)

In tabel B2.1 zijn verschillende verzamelde relevante rivier- en kanaaloverstromingen in Nederland en Europa weergegeven.

Tabel B2.1. Relevante rivier- en kanaaloverstromingen (fluviaal)

Incident	Beschrijving
Maas/Geul/Gulp, Limburg (NL), jul 2021	Rivieroverstroming (primair) in combinatie met pluviale stedelijke overstroming (secundair). Extreme regen en piekafvoer van rivieren en beken. Kleine rivieren (Geul/Gulp) waren doorslaggevend. Er is opgeschaald naar GRIP 4, en samengewerkt met waterbeheerders en internationale hulp. Schade €350–600 mln. Duizenden woningen en/bedrijven getroffen.
Eemskanaal, Groningen (NL), jan 2012	Dreigende dijkdoorbraak met evacuatie van 800 inwoners. Incident blijft in dreigingsfase. Dijk houdt stand, geen overstroming. Bijstand door defensie (F16, militairen, ME). Er is opgeschaald naar GRIP 4 met regionale regie.
Maas (NL/BE/DE), jan 1995	Rivieroverstroming. Combinatie van feitelijke overstromingen én massale preventieve evacuaties. Er is opgeschaald naar GRIP 4, met nationale regie.
Maas (NL/BE/DE), dec 1993	Rivieroverstroming. Het hoge water hield dagen aan, waardoor langdurige brandweerinzet en regionale ondersteuning nodig waren. 12.000 mensen moesten worden geëvacueerd.
Aa/Liane, Pas de Calais (FR), nov 2023	Overstroming van de Aa en de Liane, die meer dan 262 gemeenten, 6.000 woningen, 290 winkels en bedrijven en 53 landbouwbedrijven werden getroffen. Inzet van 700 hulpverleners, inclusief brandweer met regionale en nationale versterking.
Seine/Loire, Parijs (FR), mei–jun 2016	Rivieroeveroverstroming. Hoogste Seine-stand in 35 jaar in Parijs (~6 m). Sluiting musea en OV. Verplaatsing kunstwerken uit kelders van musea. Schade >1 miljard euro in 15 departementen.
Hunte/Osternburger Kanal, Oldenburg (DE), dec 2023/ jan 2024	Dreigende rivieroverstroming. Brandweer functioneerde in coördinatiecentrum EOC (operationele/logistieke rollen) en had de leiding over de inzet op locatie

Incident	Beschrijving
	(AC). Hoge werkdruk, parallel aan preventieve inzet (maatregelen om een mogelijke doorbraak van waterkeringen te voorkomen); soms directe aansturing van eenheden vanuit EOC door brandweerfunctionarissen.
UK Summer Floods, 2007	Grootschalige rivieroverstromingen (primaire) door uitzonderlijk zware regenval in combinatie met stedelijke overstromingen (secundaire). 55.000 gebouwen liepen onder, 13 doden en 'the biggest rescue efforts in peacetime' vanwege falende infrastructuur en extreme wateroverlast.
Centraal-Europa (DE/AT/CZ), mei–jun 2013	Grote rivieroverstromingen. Donau/Elbe; grootschalige evacuaties; European Flood Awareness System (EFAS) geeft vroegtijdige signalering.
Centraal-Europa (DE/CZ/AT), aug 2002	Grote overstromingen. Elbe/Vltava/Donau; €15–27 miljard schade; recordpeilen; historische centra zwaar getroffen.
Cumbria Floods (VK), dec 2015	Extreme rivieroverstroming. Maandlange brandweerinzet. 34 korpsen leverden bijstand. Overbelasting van meldkamer. >5.500 getroffen huishoudens, >1.000 bedrijven, grote schade aan wegen/bruggen. >2000 reddingen.
Balkan (RS/BA/HR), mei 2014	Grote rivieroverstromingen. 3,1 miljoen mensen getroffen. >80 doden. Grootschalige grondverschuivingen en schade aan infrastructuur.

Overstroming zee/ stormvloed (marien)

Tabel B2.2. Relevante zee-overstromingen/ stormvloeden (marien)

Incident	Beschrijving
Watersnoodramp NL 1953	De watersnoodramp van 1 februari 1953 werd veroorzaakt door een zware noordwesterstorm in combinatie met springtij, waardoor het water langs de Nederlandse kust tot uitzonderlijke hoogten steeg. De KNMI-stormwaarschuwing werd uitgezonden, maar werd weggewuifd door lokale autoriteiten en bevolking. Op meer dan 150 plaatsen braken de dijken in Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant. Grote delen van deze provincies overstromden diep en langdurig. 72.000 mensen moesten worden geëvacueerd; grote delen van het gebied waren alleen over water bereikbaar. Reddingswerkers moesten opereren in nachtelijke omstandigheden, bij storm en hoge golven, instortende huizen en doorgebroken dijken. Tijdens de ramp vielen veel telefoonverbindingen uit, waardoor hulpvragen niet doorkwamen, coördinatie extreem moeilijk was en improvisatie noodzakelijk. Er kwamen 1836 mensen om het leven.
Hoogwaterperiode Pia & Henk (IJsselmeer gebied, 2023)	Tijdens de periode 20 december 2023 t/m 12 januari 2024 zorgden de stormen Pia en later Henk in combinatie met hevige neerslag voor uitzonderlijk hoge waterstanden in het IJsselmeergebied. Het Watermanagementcentrum Nederland (WMCN) classificeerde deze periode als een bijzondere hoogwatersituatie. Een reeks aan

Incident	Beschrijving
	waarschuwingen en maatregelen werd uitgezonden respectievelijk genomen. Ook waren er zeer hoge waterstanden op zee, waardoor alle Nederlandse stormvloedkeringen sloten. Storm Henk veroorzaakte een windopzet op het IJsselmeer, boven op de al langdurig verhoogde peilen.
Ostseesturmflut, okt 2023, Noord-Duitsland	Zware stormvloed aan Duitse Oostzeekust. Grote delen van twee kustprovincies werden getroffen door overstromingen van kustgebieden, havens en lage stadsdelen, met dijkdoorbraken en ingrijpende schade aan havens, gebouwen en infrastructuur. Evacuatie van >2000 bewoners. Water in Flensburg bleef: 53 uur >1,0 m en 9 uur >2,0 m. Maximale waterhoogte tot 2,27 m boven het normale niveau. Waterstanden van 35–45 cm hoog langs gehele Oostzeekust.

Stedelijke (flits)overstroming (pluviaal)

Tabel B2.3. Stedelijke (flits)overstroming (pluviaal)

Incident	Beschrijving
Londen (VK), jul 2021	Pluviale stedelijke flitsoverstroming. Hevige, kortdurende stortbuien die binnen één uur bijna een maand aan regen brachten, waardoor straten, metrostations, woningen en bedrijven snel onderliepen en meer dan 1.000 meldingen bij de brandweer binnenkwamen. 2.500 getroffen woningen in 229 gemeenten, waaronder in Londen. Operationele piek. Er was sprake van 'Section 13 & 16 mutual aid', 'cross-border fire brigade assistance' en 'Major Incident-structure'.
Wallonië (BE), jul 2021	Flitsvloed in smalle dalen: 2–3 dagen extreme neerslag met >200-jaars overschrijding. 39 doden. Grootschalige infrastructuurbeschadiging.
Ahrtal (DE), jul 2021	Catastrofale flitsvloed. Er vielen meer dan 180 doden en 750 gewonden. Relatief veel kwetsbare mensen (ouderen, mensen met beperking) werden getroffen. Waarschuwing en/evacuatie waren onvoldoende. Zeer hoge stroomsnelheden.
Limburg (NL), jul 2021	Pluviale stedelijke overstroming. Zie tabel B2.1.

Natuurbrand

Tabel B2.4. Natuurbranden

Incident	Beschrijving
Duinbrand Schoorl (NL), 2010	Duin- en bosbrand onder droge en winderige omstandigheden met snelle uitbreiding richting bebouwing; evacuatie van Bergen aan Zee; herontsteking door ondergronds smeulen; inzet van helikopters en langdurig nablussen.

Incident	Beschrijving
Strabrechtse Heide, Noord-Brabant (NL), 2010	Grote heide- en bosbrand (±220 ha) met kroonvuur en overslag over de A67; langdurige beheersing; tekort aan bluswater vroeg om lange watertransporten; bijstand van meerdere regio's en Defensie.
Västmanland natuurbrand (SE), 2014	Grootschalige natuurbrand (±15.000 ha) met evacuaties en internationale bijstand; nationale crisis met inzet van luchtmiddelen en militaire ondersteuning; langdurige en complexe coördinatie.
Pedrogão Grande wildfire (PT), 2017	Extreme bosbrand tijdens hittegolf en wind; zeer snelle uitbreiding; tientallen doden; grootschalige evacuaties en inzet van duizenden hulpverleners.
Lousã wildfire, Coimbra (PT), 2017	Grote natuurbrand gelijktijdig met andere natuurbranden; snelle uitbreiding in bergachtig terrein; langdurige inzet en evacuaties; beïnvloed door brandbare vegetatie.
Monchique wildfire, Algarve (PT), 2018	Langdurige natuurbrand in moeilijk toegankelijk gebied; inzet van luchtmiddelen en zwaar materieel; dreiging voor dorpen en infrastructuur.
Mati wildfire, Attica (GR), 2018	Zeer snelle wildland–urban interface-brand; hoge windsnelheden en snelle verspreiding; veel slachtoffers; problemen bij evacuatie en coördinatie.
Skogsbränder Ljusdal, Gävleborg (SE), 2018	Meerdere grote brandhaarden in bosgebied; internationale bijstand en luchtsteun; langdurige inzet met logistieke uitdagingen in dunbevolkt gebied.
Ängra en Nötberget branden, Zweden (SE), 2018	Gelijktijdige natuurbranden met meerdere fronten; nationale coördinatie en internationale bijstand nodig; nadruk op beperken uitbreiding en gebiedsafbakening.
Wildfires Brandenburg, Brandenburg (DE), 2018	Snelle branduitbreiding op droge zandgronden; aanwezigheid van oude munitie beperkt inzetmogelijkheden; nadruk op defensieve bestrijding.
Natuurbrand Deurnese Peel, Noord-Brabant/ Limburg (NL), 2020	Grote veenbrand met langdurig ondergronds smeulen; rook- en emissieproblematiek; inzet langdurig gericht op beheersing en monitoring.
Natuurbrand De Meinweg, Limburg (NL), 2020	Grensoverschrijdende natuurbrand; snelle uitbreiding onder droge omstandigheden; internationale samenwerking en inzet op compartimentering.
Castro Marim fire, Algarve (PT), 2021	Natuurbrand in droog gebied met evacuaties; langdurige inzet; sterke afhankelijkheid van luchtsteun
Gonfaron fire, Var (FR), 2021	Grote bosbrand met duizenden hectares schade; massale inzet en evacuaties; combinatie van hitte, droogte en wind.
Montiferru fire, Sardinië (IT), 2021	Zeer grote natuurbrand met langdurige inzet en evacuaties; omvangrijke schade; versterkt door extreme weersomstandigheden.
Varybobi fire, Attica (GR), 2021	Natuurbrand nabij stedelijk gebied; evacuaties van woonwijken; hoge druk op infrastructuur en coördinatie; inzet van luchtmiddelen cruciaal.

Incident	Beschrijving
Limni fire, Evia (GR), 2021	Grootschalige natuurbrand op eiland; langdurige evacuaties; logistieke beperkingen door locatie; internationale ondersteuning nodig.
Arakapas fire, Limassol District (CY), 2021	Snelle natuurbrand met slachtoffers; inzet luchtmiddelen; moeilijke bereikbaarheid en snelle uitbreiding door wind.
Karst wildfire, Italië/ Slovenië (IT/SI), 2022	Grensoverschrijdende natuurbrand in droog gebied; complexe internationale coördinatie; verspreiding onder invloed van wind.
Sierra de la Culebra fires, Castilië en León (ES), 2022	Zeer grote natuurbrand met langdurige inzet; grootschalige evacuaties; sterke invloed van hitte en wind op het brandgedrag.
La Teste de Buch & Landiras I/II, Gironde (FR), 2022	Gelijktijdige grootschalige natuurbranden; tienduizenden evacuaties; langdurige inzet van grote aantallen hulpverleners; herontsteking door smeulende lagen.
Gironde & Landes wildfires, Zuidwest Frankrijk (FR), 2022	Serie grote natuurbranden in één seizoen; extreme droogte en hitte; internationale bijstand; langdurige en grootschalige inzet.
Bohemian/ Saxon Switzerland fire (DE/CZ), 2022	Natuurbrand in rotsachtig grensgebied; moeilijk toegankelijk terrein; inzet van internationale teams en luchtmiddelen; langdurige beheersing.
Dadia National Park fire, Evros (GR), 2022	Grote natuurbrand in beschermd natuurgebied; langdurige inzet; nadruk op bescherming van biodiversiteit en beperken van de branduitbreiding.
Penteli wildfire, Attica (GR), 2022	Snelle brand nabij stedelijk gebied; evacuaties en impact op infrastructuur; inzet gericht op bescherming van bebouwing.
Razdel wildfire, Bulgarije (BG), 2022	Regionale natuurbrand; inzet gericht op containment en bescherming van landbouw- en bosgebieden; logistieke beperkingen spelen een rol.
Grass and reed fires, Roemenië (RO), 2022	Veelvuldige vegetatiebranden met snelle opeenvolging; korte incident-duur maar hoge spreiding; structurele belasting van regionale capaciteit.

Chemisch incident

Toxische gaswolk

Tabel B2.5. Toxische gaswolk, vast locatie

Incident	Beschrijving
AkzoNobel Delfzijl (NL, 2010 – chloorlek)	Chloorlekkage op fabrieksterrein → gaswolk richting omgeving; inzet vraagt snelle metingen, bronisolatie, afzetting en samenwerking met bedrijfsbrandweer; afhankelijkheid van proceskennis groot.
Synthec Heerenveen (NL, 1998 – oplosmiddelen/kunsthars damp)	Chemische emissie bij productiebedrijf → toxische damp en rook in omgeving; inzet draait om metingen, ventilatie, rookbeoordeling en bescherming van omliggende bedrijven en/woningen.
DSM Naftakraker (NL, 1972 – koolwaterstoffen/dampen)	Explosie met vrijkomen en verspreiding van (toxische) damp in petrochemische installatie → groot effectgebied binnen complex; inzet vraagt industriebrandbestrijding, explosiebeoordeling en langdurige monitoring van dampen.
MSPO fabriek Shell (2014)	Explosie in MSPO-unit → verspreiding van chemische dampen en rook; grote industriële complexe inzet met behoefte aan terreincoördinatie, metingen, opschaling bedrijfsbrandweer + overheidsbrandweer, en zorg om secundaire brand en explosierisico's.
Bhopal gas disaster (1984, India – MIC)	Catastrofaal tankfalen → massale MIC-gaswolk; fabrieksterrein in stedelijk gebied; >8 km verspreiding in dichtbevolkt gebied; duizenden doden, tienduizenden gewonden; vrijwel geen effectieve bronbestrijding mogelijk; focus op evacuatie en massale medische keten.
Porsgrunn (NO, 2017 – Yara, NH ₃)	Ammoniakwolk door installatielek → personeel evacueren, bron beheersen onder risico van vriesgevaar en NH ₃ -concentraties; vraagt zware PBM, metingen en technische kennis van installatie.
Sumy (UA, 2022 – Sumykhimprom)	Ammoniak-/chloorlek na beschieting fabriek → gaswolk richting bevolking; inzet onder moeilijke omstandigheden met hoge meet- en evacuatie-behoefte; beperkte toegang tot bron.

Tabel B2.6. Toxische gaswolk, mobiele locatie

Incident	Beschrijving
Harmelen (NL, 1992 – NH ₃ tankwagenlek)	Lekkage uit NH ₃ -tankwagen langs weg → toxische wolk over infrastructuur; inzet vraagt adembescherming, weg afsluiten, snelle evacuatie en het veiligstellen van het voertuig.
Borculo chemische explosie (NL, 2025 – HNO ₃ /HCl-reactie)	Zoutzuur per ongeluk gelost in salpeterzuurtank → heftige chemische reactie met oranje NO ₂ -rook → fabrieksterrein geëvacueerd → explosie waarbij tankdeksel honderden meters werd weggeslingerd; geen slachtoffers, wel milieuschade. Inzet draait om metingen, rookbeoordeling, afzetting, evacuatievoorzorg en coördinatie bij onzekere reactiedynamiek en ontbrekend scenario in bedrijfsnoodplan.
Pirot ammoniakwolk (Servië, 2022 - NH ₃)	Treinontsporing → door pijpleidingbreuk grote NH ₃ -wolk richting meerdere dorpen; tientallen gewonden; urenlange stroom van meldingen; inzet vraagt grote meetcapaciteit en evacuaties; spoorlocatie moeilijk toegankelijk.
Graniteville treinongeval (VS, 2005 – Cl ₂)	Treinbotsing bij spoorwegovergang door dorp → chloortank scheurt → dichte toxische wolk door woongebied; 9 doden, >250 gewonden; snel toxisch effectgebied, moeilijk bereikbaar spoortracé.
Ohio/ East Palestine (VS, 2023 – vinylchloride)	Treinontsporing op spoorlijn door dorpskern → vinylchloride-tanks met dreigende BLEVE → gecontroleerde burn-off; toxisch damp- en rookmengsel kilometers ver; honderden gezondheidsklachten; multi-incident (gas, brand, explosie), langdurige monitoring en grote multidisciplinaire coördinatie, veel ketenpartners.
Trein- en giframp Wetteren (België, 2013 – ACN)	Treinongeval in woonkern → Fase 1: toxische dampwolk door lek in acrylonitril-tankwagen; één dode (inhalatie), tientallen gewonden; grootschalige afzetting, evacuatie honderden inwoners; modellering dampverspreiding; complexe combinatie van rook + toxische damp.
Minot (VS, 2002 – NH ₃)	Treinontsporing met meerdere ammoniaktanks → grote, nachtelijke gaswolk over woongebied; veel slachtoffers; spoor slecht bereikbaar → behoefte aan PBM, reddingsteams en grootschalige evacuatie.
Red Deer (CA, 2004 – NH ₃)	Treinongeval met NH ₃ → wisselende concentraties langs spoor in bewoond gebied; inzet vraagt meetploegen, afzetting en evacuatie; spoorzone langdurig niet toegankelijk.
Aqaba (JO, 2022 – chloor)	Chloortank valt van kraan in haven → geelgroene wolk over terminal; doden en/gewonden; inzet draait om redding onder zware PBM, havenafsluiting, metingen en medische ketencoördinatie.

Toxische rook/ neerslag

Tabel B2.7. Toxische rook/ neerslag, vaste locatie

Incident	Beschrijving
Chemie-Pack Moerdijk (NL, 2011)	Grootschalige chemische opslagbrand; massale rookontwikkeling; rookpluimen over meerdere gemeenten >12 uur brand; grote belasting ademluchtlogistiek, langdurige rookmetingen, multidisciplinaire coördinatie, veel ketenpartners.
Zutphen (NL, 2019 – coatings/ oplosmiddelen rook)	Opslag- en/industriebrand met oplosmiddelen → toxische rook richting spoor- en/woongebied; inzet vraagt rookzoning, metingen, defensieve blussing en publiekscommunicatie.
ATM Moerdijk (NL, 2016)	Brand(en) in chemische afvalopslag → langdurige rook met onbekende samenstelling; inzet vraagt grote bluswatercapaciteit, schuim, metingen en samenwerking met milieudiensten; langdurige inzet door smeulende bronnen en risico op bluswaterverontreiniging.
Shell Moerdijk (2014 – geuroverlast)	Procesverstoring → intensieve flaring met rook en/geurhinder in de omgeving; inzet draait vooral om monitoring, metingen, publiekscommunicatie en bestuurlijke afstemming; nauwelijks repressieve brand, maar wél hoge druk op informatievoorziening en omgevingscoördinatie.
Seveso (1976, Italië – dioxine/TCDD)	Reactorexplosie in chemische fabriek → dioxine in rook/ TCDD-neerslag; >18 km ² besmet; langdurige afzetting en monitoring; nauwelijks acute brandbestrijding mogelijk.
Schweizerhalle (1986, Zwitserland)	Magazijnbrand met pesticiden → enorme toxische rook + waterverontreiniging (Rijn) door vervuild bluswater; internationale impact; grote logistieke keten, langdurige monitoring.
AZF-explosie Toulouse (Frankrijk, 2001)	Ammoniumnitraatexplosie (NH ₄ NO ₃) in chemische fabriek nabij stad → rook, stof en grootschalige materiële schade tot op kilometers afstand; 31 doden, duizenden gewonden; combinatie van explosie-, instortings- en rookgevaar.
BASF Ludwigshafen (DE, 2016)	Explosie en brand op chemiecomplex → grote rookpluim, risico op domino-effect; behoefte aan zware industriebrandbestrijding, hoge coördinatie en langdurige rookmonitoring.
Chempark Leverkusen (DE, 2021)	Explosie bij afvalverwerking → zwarte toxische rook richting stad; inzet draait om defensief blussen, publiek alarmeren, metingen, evacuatie en langdurige sanering.
Rostock (DE, 2005)	Industrie- en havenbrand met chemische stoffen → forse rook; inzet noodzaakt rookzoning, metingen en defensieve brandbestrijding.
La Madeleine (FR, 1989)	Explosie en brand in chemische opslag → massale rook en chemische neerslag; inzet vraagt evacuatie, grootschalige blussing en langdurige monitoring.

Incident	Beschrijving
Shanghai (CN, 2013 – koudeopslag)	Explosie en/brand in opslag met koelmiddelen → rook met toxische componenten; inzet met binnenaanval, rookbeoordeling en redding in grote opslagunits.
Potchefstroom (ZA, 1973)	Explosie en/industriebrand → toxische rook over omgeving; inzet focust op industriebrandbestrijding, rookzoning en bescherming stedelijke omgeving.

Tabel B2.8. Toxische rook/ neerslag, mobiele locatie

Incident	Beschrijving
Trein- en giframp Wetteren (België, 2013 – ACN)	Treinongeval in woonkern → Fase 2: acrylonitril (ACN) ontvlamt, brand met + toxische rook; één dode (inhalatie), tientallen gewonden; grootschalige afzetting, evacuatie honderden inwoners; modellering dampverspreiding; complexe combinatie van rook + toxische damp.
Bow Jubail – Rotterdam (2018)	Olietanker lekt grote hoeveelheid olie → rook/ verdamping bij eventuele ontsteking, en grote milieuschade; inzet vraagt containmentschermen, havenlogistiek, metingen van water en/rook en multidisciplinaire milieurespons.

Moedwillige verspreiding van toxische stof in publieke ruimte

Tabel B2.9. Moedwillige verspreiding van toxische stof in publieke ruimte

Incident	Beschrijving
Tokyo subway sarin attack (Japan, 1995)	Sarin vrijgezet in metro in ondergronds OV-netwerk → 13 doden, >6000 gewonden; hoge druk op massadecontaminatie, CBRN-herkenning, grootschalige geneeskundige hulpverlening en tunnelnetwerk-complexiteit.
Matsumoto sarin attack (Japan, 1994)	Sarin verspreid in woonwijk via een ventilatiesysteem; acht doden, honderden gewonden; onvoorspelbare locatie; gebiedsafzetting en grootschalige medische respons.

Instorting

Tabel B2.10 Instortingen

Incident	Beschrijving
Canning Town (Ronan Point), Londen (VK), mei 1968	Gedeeltelijke instorting van flat door gasexplosie; progressieve instorting van gevel en verdiepingen; leidde tot herziening van bouwregelgeving en aandacht voor robuustheid en keteneffecten.
Oklahoma City (Alfred P. Murrah Federal Building), VS, apr 1995	Vrachtwagenbom veroorzaakt gedeeltelijke instorting van overheidsgebouw; 168 doden; grootschalige zoek- en reddingsoperatie met complexe puinruiming en langdurige inzet.
Turkije & Taipei (aardbevingen), 1999	Zware aardbevingen met massale instortingen van gebouwen; grote aantallen slachtoffers; inzet gekenmerkt door grootschalige USAR-operaties en internationale bijstand.
New York City (World Trade Center), VS, sep 2001	Terroristische aanslagen met vliegtuigen leiden tot instorting van twee torens; extreem complexe reddings- en bergingsoperatie; langdurige inzet met grote impact op hulpdiensten.
Algerije (aardbeving), mei 2003	Aardbeving nabij Algiers met grootschalige gebouwinstortingen; duizenden slachtoffers; combinatie van zoek- en reddingsacties en logistieke uitdagingen.
Bam, Iran (aardbeving), dec 2003	Verwoestende aardbeving met grootschalige instorting van lemen bebouwing; zeer hoge aantallen slachtoffers; beperkte bouwkwaliteit en infrastructuur bemoeilijken hulpverlening.
Marokko (aardbeving), 2004	Aardbeving in Al Hoceima-regio; instorting van kwetsbare gebouwen; inzet gericht op redding in moeilijk bereikbaar berggebied en ondersteuning van getroffen bevolking.
Haiti (aardbeving), jan 2010	Catastrofale aardbeving met massale instortingen in stedelijk gebied; zeer hoge dodentallen; extreme druk op internationale hulp, logistiek en coördinatie.
Christchurch (CTV Building), Nieuw-Zeeland, feb 2011	Instorting van kantoorgebouw na aardbeving; grote aantallen slachtoffers; inzet gericht op specialistische redding in instabiele structuren en naschokken.
Savar (Rana Plaza), Bangladesh, apr 2013	Instorting van fabriekspand door constructief falen; meer dan 1.100 doden; langdurige zoek- en bergingsoperatie met internationale aandacht voor arbeidsveiligheid.
Manabí–Pedernales, Ecuador, apr 2016	Zware aardbeving met grootschalige instortingen; inzet gericht op redding, medische hulp en herstel; internationale USAR-teams betrokken.
Surfside (Champlain Towers South), Florida (VS), jun 2021	Progressieve instorting van woongebouw; langdurige zoek- en reddingsoperatie in dicht puinveld; overgang van redding naar berging; grote logistieke en emotionele belasting.

Incident	Beschrijving
Zuid Turkije & Noord Syrië (aardbevingen), feb 2023	Zeer zware aardbevingen met grootschalige stedelijke instortingen; honderdduizenden gebouwen beschadigd of ingestort; internationale hulp en langdurige inzet onder zware omstandigheden.
Tarwekamp, Den Haag (NL), dec 2024	Explosie met instorting van wooncomplex; inzet gericht op redding in stedelijke omgeving; snelle opschaling, samenwerking met USAR en forensische afstemming.

Bijlage 3 - Operationalisatie van het slagkrachtmodel

De slagkracht van de brandweer bestaat uit twee componenten: flitskracht en duurkracht. Binnen deze componenten vallen zeven onderling verbonden dimensies: capaciteit, paraatheid, informatievoorziening, opschaling, coördinatie, ketenafhankelijkheid en uithoudingsvermogen. Ze versterken elkaar, maar zijn ook afhankelijk van elkaar: zonder paraatheid heeft capaciteit weinig waarde, zonder informatievoorziening stopt besluitvorming, en zonder uithoudingsvermogen valt capaciteit op termijn alsnog weg. In figuur B3.1 is de onderlinge samenhang van de dimensies weergegeven.⁶



Figuur B3.1 Slagkrachtmodel

De zeven dimensies zijn ontstaan door waarnemingen en gebeurtenissen uit historische grootschalige en specialistische incidenten te analyseren en te clusteren. Deze inzichten zijn samengebracht in zeven dimensies, die ieder weer uit verschillende subdimensies bestaan. Hierna worden deze subdimensies toegelicht voor het scenario 'Overstromingen'.

Capaciteit: het direct beschikbare inzetvermogen

- > **Personele capaciteit:** beschikbare manschappen, specialisten (duikers, waterredders, pompbedieners), leidinggevend (OvD/ HOvD/ AGS), meldkamerpersoneel, uitval van vrijwilligers met cruciale beroepen of functies, medewerkers die in rampgebied wonen (directe uitval) en medewerkers met meerdere functies en/of werkzaam in meerdere regio's.

⁶ Het model is eerder weergegeven en uitgebreider toegelicht in paragraaf 1.2.

- > **Materiële capaciteit:** voertuigen (TS/ HV/ WO/ HW), specialistisch materieel (GWT, pompen, boten, hoogwatervoertuigen, drones, zandzakvulmachines, zandzakken, waadpakken), logistieke middelen (aggregaten, verlichting, brandstof), beschikbaarheid en spreiding van materieel (redundantie), en de kwetsbaarheid ervan afhankelijk van de ligging binnen of buiten het risicogebied.
- > **Ruimtelijke capaciteit:** locatie van kazernes, bereikbaarheid (wegen/ bruggen/ tunnels), toegankelijkheid van objecten, geografische kenmerken (polder/ heuvelland).
- > **Operationele capaciteit:** gelijktijdige inzetten, meldkamerbezetting/ triage, dijkbewakingsteams (met waterschap), evacuatiemiddelen.
- > **Expertise:** specialistische teams, sleutelfunctionarissen met specialistische kennis voor risico-inschatting.

Paraatheid: het tijdige en voorbereide inzetvermogen

- > Responstijden (meld-, opkomst- en rijtijden)
- > Preparatie
 - Monitoring & sensoren; weersverwachting & anticipatie
 - Oefenen & voorbereiden (scenario's)
 - Prepositionering van middelen
 - Pre-incidentafspraken met ketenpartners (bijvoorbeeld waterschappen/ Rijkswaterstaat)
- > Gebiedskennis (bekendheid met risicogebieden).

Informatievoorziening: de tijdige, gedeelde en betrouwbare informatiepositie

- > Operationeel beeld/ situational awareness (LCMS/ LCMS-W, COP, monitoring van vitale infrastructuur)
- > Informatiekwaliteit (onzekerheid over waterstanden & dijkstabiliteit, tegenstrijdige berichten)
- > Communicatie-uitval
- > Samenwerking met ketenpartners (informatiestromen tussen waterschap, Rijkswaterstaat, veiligheidsregio)
- > Publiekscommunicatie als bron (meldingen, sociale media).

Opschaling: het snel en doelmatig vergroten van inzetvermogen

- > Organisatie: GRIP-opscaling (schakelmomenten & bezetting)
- > Capaciteit:
 - Samenloop met andere incidenten
 - Extra TS'en, HV, WO, GWT, specialismen
 - Opschaling meldkamer (meer centralisten, triagefuncties)
 - Inzet van regionale of landelijke reservecapaciteit
 - Snelle herbezetting van kazernes
- > Logistiek:
 - Transport van materieel (pompen, slangen, boten)
 - Opschaling van brandstof, voeding, water, verlichting
 - Aanvoer van reserveonderdelen, slangen, PBM
 - Logistieke knooppunten (hubs, distributiepunten)
- > Multidisciplinair (afstemming hulpdiensten, CoPI, OT/ROT)
- > Externe/ gezamenlijke/ internationale bijstand (aanvraag-aankomst)
 - Regionale bijstand (afspraken via het LOCC/ NIPV-netwerken)
 - Specialistische teams uit andere regio's
 - Samenwerking met ketenpartners (gemeenten, waterschappen, Rijkswaterstaat)

- Intake, plaatsing en command & control van bijstandseenheden
- Internationale modules (USAR, EU Civil Protection Mechanism).⁷

Coördinatie: de eenduidige aansturing van het gezamenlijke inzetvermogen

- > Samenwerking (rolverdeling/ taakafbakening)
 - Ketenpartners (bijvoorbeeld waterschappen & Rijkswaterstaat)
 - Multidisciplinaire crisisorganisatie (OvD, HOvD, OT/ ROT)
 - Afstemming gemeenten & veiligheidsregio's
- > Besluitvorming & mandaten
- > Crisiscommunicatie (intern/ extern)
- > Politiek-bestuurlijke afstemming (afspraken & rugdekking)

Ketenafhankelijkheid: de structurele afhankelijkheden tussen partners en processen

- > Operationele ketenpartners
 - Waterbeheer: waterschappen, dijkbeheerders, Rijkswaterstaat (stuwen/ sluisbeheer, peilbeheer)
 - Hulpdiensten: reddingsbrigade/ Politie/ GHOR/ ambulance
 - Defensie: landmacht (dijkversterking, herstel van infrastructuur), luchtmacht (verkenning, beeldvorming), ME (gedwongen evacuatie, gebiedsbewaking), marine (hulpverlening, aanvoer hulpgoederen, dijkreparatie, opruimen)⁸
 - Gemeenten: evacuatie, opvang, bereikbaarheid, beheer van de openbare ruimte, openbare orde & veiligheid.
- > Ketencontinuïteit:
 - Brandweer: terugval- en uitwijkprocessen (onder andere C2000, analoge noodprocedures, noodmastplaatsing), redundantie van meldkamersystemen, reparaties om uitval te voorkomen of te herstellen, beschermen en herstellen van infrastructuur om bereikbaarheid te borgen.
 - Vitale ketens: energiebedrijven (onder andere voor pompen, voertuigen, datacenters), drinkwater, telecom & noodcommunicatie-infrastructuur (onder andere C2000, paging, satelliet, mobiele masten) en de zorgketen (ambulance, ziekenhuizen, verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg (VVT), GHOR-koppelingen).
- > Data & beslisinformatie: gedeelde dashboards/ feeds (onder andere waterstanden, dijkmonitoring, storingen), datakwaliteit & eigenaarschap, afspraken over interpretatie en updatefrequentie.

Uithoudingsvermogen: het langdurig vol te houden inzetvermogen

- > Personeel: vermoeidheid, psychische belasting, uitval privé (bijvoorbeeld ouder, mantelzorger), schaarse specialismen, aflossingsschema's
- > Materieel: brandstof, onderhoud/ reparatie, slijtage, aanvoer van reservematerieel
- > Logistiek: voeding, rustplaatsen, transport, voorraden, bereikbaarheid in de tijd
- > Organisatie: continuïteit van de commandovoering, langdurige GRIP, samenloop met andere incidenten, bestuurlijke druk
- > Omgeving: langdurige waterstand, herhaalde neerslag, evacuaties, schade aan vitale infrastructuur.

⁷ Bij de bestudeerde incidenten voor het scenario overstroming is inzet van huidige internationale modules niet waargenomen, maar bij de Watersnoodramp 1953 was wel sprake van bijstand vanuit andere landen.

⁸ Het is alleen bekend dat de marine is ingezet bij de Watersnoodramp 1953. Bij andere incidenten wordt wel gesproken over inzet van defensie, maar dat gaat het met name om landmacht en ME.