

Inhoud

	Inleiding	3
1	Algemeen	5
2	Soorten scenario's	6
2.1	Installatiescenario's	6
2.2	Bedrijfsbrandweerscenario's	7
2.3	QRA-scenario's	8
2.4	Rampbestrijdingsscenario's	8
2.5	Generieke en specifieke scenario's	8
3	Aanvullende informatie	9
3.1	Ontstekingsbronnen	9
3.2	Veiligheidsmanagement	9
3.3	Beoordeling LOD's	10
3.4	Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen	10
3.5	Stationaire repressieve (actieve) en passieve LOD's	10
3.6	Best beschikbare technieken	11
3.7	Inherent veilig produceren	11
4	Vuistregels en schema's bestrijding	12
4.1	Vuistregels rekenen	12
4.2	Vuistregels personele component	18
4.3	Vuistregels inzet	24
4.4	Schema blussing	30
4.5	Schema koeling	31
4.6	Schema neerslaan-dispersie	32
4.7	Schema personen	33
5	Referentiescenario's	34
6	Vuistregels passieve en actieve brandbescherming	37
6.1	Fire Exposed Envelope	37
7	Modellering en simulatie van scenario's	41
7.1	Modellering met SAFETI-NL	41
7.2	Simulatie met CFD	43
7.3	Bronstralingsberekening (Beheersbaarheid van brand 2007/PGS 2)	46
7.4	Combinatieberekening	51
8	Normen en standaarden	54
9	Verklarende woordenlijst	55
10	Geraadpleegde literatuur	57
11	Bijlage 1	59



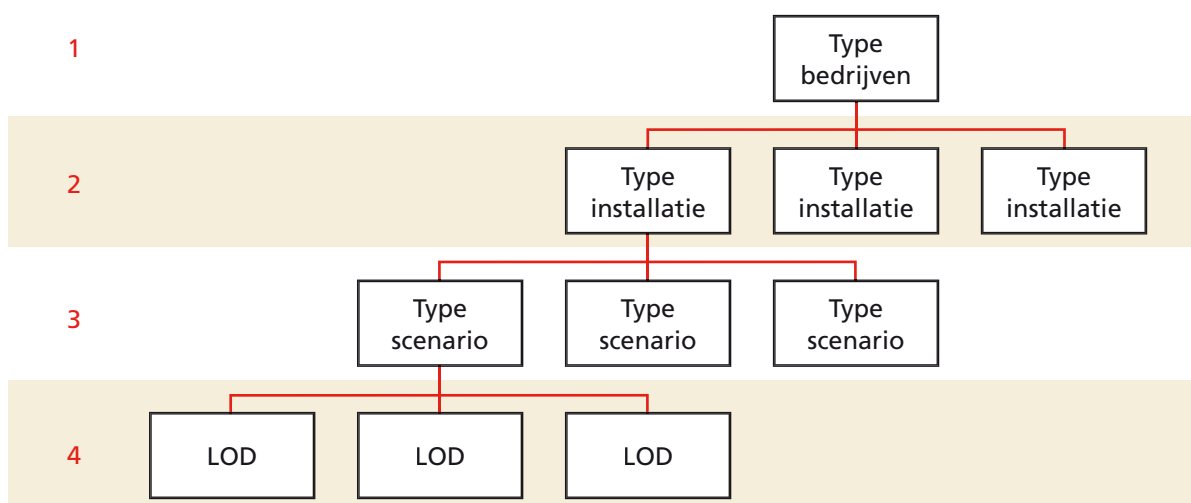
Inleiding

Het doel van het voorliggende scenarioboek is het inzichtelijk maken van mogelijke scenario's voor bijna alle typen bedrijven (onder andere Brzo-bedrijven).

Dit scenarioboek biedt ondersteuning aan de medewerker van de brandweer (vergunningverlening en handhaving) bij de beoordeling van installaties. Het boek beschrijft relevante scenario's per bedrijfstype en besteedt per scenario aandacht aan relevante aandachtspunten. Het scenarioboek kan gebruikt worden bij de beoordeling van installaties, de bijbehorende scenario's en LOD-voorzieningen en het vastleggen van scenario's in beschikkingen.

Bij Brzo-bedrijven en Veiligheidsrapportages is sprake van verschillende soorten incidentscenario's. Het scenarioboek verschaft inzicht in wat er onder een incidentscenario wordt verstaan en de wijze waarop een scenario kan worden gebruikt om tot geschikte Lines of Defence (LOD's) te komen. Dit gebeurt middels voorbeelden en verwijzingen naar relevante documentatie, normen en richtlijnen. Verder wordt casuïstiek aangewend om de beschrijving en gevolgen van bepaalde typen scenario's inzichtelijk te maken en hoe de gevolgen beïnvloed hadden kunnen worden.

In onderstaande figuur is de opbouw van dit scenarioboek weergegeven.



- 1 Per Module zijn circa 6 typen bedrijven opgenomen. Verdeling vindt plaats op basis van branche, gevaarlijke stof en risico
- 2 Per bedrijfstype zullen de kenmerkende installaties worden aangegeven. Bij voorkeur minimaal 3.
- 3 Per installatie zullen op effect gerichte scenario's worden vastgelegd. Dit zijn kenmerkende scenario's.
- 4 Per scenario zullen de meest relevante LOD's worden aangegeven. Gebaseerd op ervaring en casuïstiek.

Dit scenarioboek vormt het referentiekader voor medewerkers van de brandweer. De medewerker heeft inzicht in de installaties en mogelijke scenario's en LOD's die bij een bepaald type bedrijf aanwezig kunnen zijn. Circa 70% van de voorkomende situaties zijn beschreven in dit scenarioboek. Voor alle overige gevallen kan de systematiek die in dit scenarioboek is gehanteerd worden gebruikt.

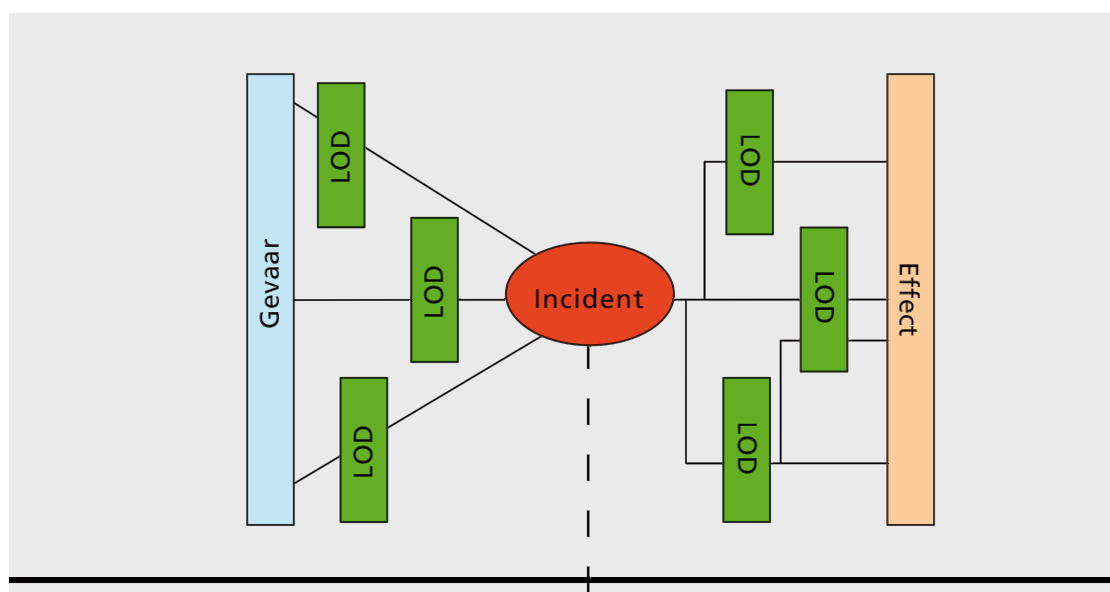
Zijn bij een bedrijf scenario's of LOD's beschreven die niet in het scenarioboek staan, dan dient de systematiek die in het scenarioboek is gehanteerd, ook hier gebruikt te worden. Met de systematiek kan deze nieuwe informatie geanalyseerd en het scenario uitgewerkt worden. Zodoende komt men tot een gelijkwaardige beoordeling en toetsing.

De brandweer richt zich bij incidenten primair op de effectenkant van een scenario. Van vergunningverleners en handhavers wordt echter ook verwacht dat zij over kennis en kunde van procesveiligheid beschikken om de juistheid en volledigheid van het beschreven incident te kunnen beoordelen. Dat is ook een eis voor het uitvoeren van Brzo-inspecties. Bij het opzetten van dit scenarioboek is ervan uitgegaan dat het volgende basiskennisniveau bij de lezer aanwezig is:

- HBO werk- en denkniveau;
- Bekendheid met Wetgeving Brzo'99, Brandweernet 1985, Wet Veiligheidsregio's en Wet milieubeheer met bijbehorende besluiten;
- Basiskennis omtrent repressieve brandweerorganisatie;
- Basiskennis omtrent repressieve systemen en middelen;
- Basiskennis omtrent gevaarlijke stoffen;
- Basiskennis omtrent procestechnologie;
- Basiskennis omtrent vervoer van gevaarlijke stoffen.

Daarnaast is ervan uitgegaan dat de in dit scenarioboek benoemde normen en richtlijnen vanaf de werkplek toegankelijk zijn.

In onderstaand figuur is aangegeven waar het scenarioboek invulling aan zal geven en waar de uitgangspunten liggen.



In het scenarioboek is aan de linkerkant een check op de LOD's verwerkt. Het doel is om vast te stellen of het voorkomen van de LOC is geborgd.

Het scenarioboek gaat met name in op de rechterkant van de vlinderdas.

De werkwijzer is opgedeeld in 7 Modules voor de volgende bedrijfstypen:

- 1) Cluster Bulk op- en overslag van vloeibare stoffen;
- 2) Cluster Bulk op- en overslag van vaste gevaarlijke stoffen;
- 3) Cluster Op- en overslag van verpakte (emballage) gevaarlijke stoffen;
- 4) Cluster Fabricage van (petro)chemische halfabrikaten en eindproducten;
- 5) Cluster afvalstromen en de verwerking ervan;
- 6) Cluster Fabricage en opslag van gassen;
- 7) Cluster Ompakbedrijven.

1 Algemeen

Binnen de diverse Modules vinden verwijzingen plaats naar deze Algemene Module. Deze Module dient daarom in samenhang met de Modules per bedrijfstype te worden gebruikt. De Algemene Module bevat informatie die binnen alle bedrijfstypen van toepassing is en biedt daarnaast algemene informatie die tijdens de beoordeling door de inspecteur als naslagwerk kan worden gebruikt.

2 Soorten scenario's

Voor de zwaarste categorie van inrichtingen binnen het Brzo, geldt de verplichting tot het opstellen van een veiligheidsrapport. In dat rapport wordt gedetailleerd aandacht besteed aan incidentscenario's. De volgende categorieën incidentscenario's worden hierbij onderscheiden:

- Installatiescenario's;
- Bedrijfsbrandweerscenario's;
- QRA-scenario's;
- Rampbestrijdingsscenario's;
- Generieke en specifieke scenario's.

2.1 Installatiescenario's

Het doel van deze scenario's is om aan te tonen dat de inrichting voldoende LOD's heeft om de risico's te beheersen. Daarbij spelen zowel preventieve als repressieve LOD's een rol. Die kunnen vervolgens specifiek of generiek van aard zijn en technisch of organisatorisch.

Kortom: een breed pallet van LOD's.

Aan de omvang en beschrijving van de scenario's wordt slechts één belangrijke eis gesteld. Het scenario moet voldoen aan het criterium voor een zwaar ongeval, te weten: *'Een gebeurtenis als gevolg van onbeheersbare ontwikkelingen tijdens de bedrijfsuitoefening in een inrichting, waardoor hetzij onmiddellijk, hetzij na verloop van tijd ernstig gevaar voor de gezondheid van de mens binnen of buiten de inrichting of voor het milieu ontstaat en waarbij een of meer gevaarlijke stoffen zijn betrokken [conform Brzo'99 artikel 1.f].'*

Enkele belangrijke elementen voor een zwaar ongeval zijn:

- a. Onbeheersbare ontwikkeling. Dit duidt op het optreden van een initiërende gebeurtenis die resulteert in een LOC;
- b. Ernstig gevaar voor de gezondheid van de mens of voor het milieu. Het gaat om LOC, waarbij mensen die daaraan worden blootgesteld minimaal een doktersbehandeling moeten ondergaan. Bij de blootstelling moet het gaan om warmtestraling, drukbelasting of een toxische belasting.
Bij ernstig gevaar voor het milieu moet vanuit het wettelijk kader gedacht worden aan verontreiniging van het oppervlaktewater;
- c. Onmiddellijk of na verloop van tijd. Dit duidt erop dat het optreden van ernstig gevaar (zie b.) ook pas kan optreden na enige tijd. Hiermee wordt een (korte) periode bedoeld na de blootstelling, waarin het gevaar zich alsnog kan openbaren. De lengte van die periode is niet vastgelegd.
Duidelijk is wel dat er geen langetermijneffecten worden bedoeld;
- d. Binnen of buiten de inrichting. Het kan dus gaan om incidenten met een reikwijdte binnen of buiten de inrichtingsgrens. Zowel arbeidsveiligheid als externe veiligheid zijn aan de orde;
- e. Gevaarlijke stoffen. Voor de definitie van een gevaarlijke stof wordt verwezen naar de stoffenlijsten in bijlage 1, deel 1 en 2 van het Brzo. Het gaat met name om genoemde stoffen of stofcategorieën. Voor andere stoffen/categorieën zijn formeel geen installatiescenario's nodig. Desondanks wordt in sommige VR'en op basis van aanwezige kennis en voortschrijdend inzicht ook aandacht besteed aan installaties met deze andere stoffen/categorieën.

Installatiescenario's worden gelinkt aan een aantal directe oorzaken. In principe moet aan al die oorzaken aandacht worden besteed, tenzij sommige kunnen worden uitgesloten.

De directe oorzaken zijn:

- Corrosie;
- Erosie;
- Externe belasting;
- Impact;
- Overdruk;
- Onderdruk;
- Lage temperatuur;
- Hoge temperatuur;
- Trillingen;
- Menselijke fout tijdens gebruik;
- Wijziging en onderhoud.

2.1.1 Richtlijn voor het opstellen van installatiescenario's

Behalve de eisen vermeld in het voorgaande, bestaan er geen concrete lijsten met scenario's, waaruit kan worden gekozen. Het is de verantwoordelijkheid van de vergunninghouder van een inrichting om de scenario's vast te stellen en te beschrijven. Ze kunnen dus variëren van klein (lokaal effect) tot zeer groot (buiten de inrichting). Enkel het te volgen stramien ligt vast.

2.2 Bedrijfsbrandweerscenario's

Deze scenario's zijn van belang op grond van artikel 13 van de Brandweerwet (1985) en in de toekomst artikel 25 van de Wet op de Veiligheidsregio's. Dat artikel biedt het bevoegd gezag (i.c. het college van B&W) de mogelijkheid om aan bepaalde inrichtingen informatie te vragen. Op grond van deze informatie kan een oordeel geveld worden over de aan- of afwezigheid van een bijzonder gevaar voor de openbare veiligheid. Op basis van dit oordeel kan vervolgens het bevoegd gezag een besluit nemen over de noodzaak en omvang van een bedrijfsbrandweer. In de gevraagde informatie moeten de geloofwaardige incidentscenario's worden beschreven. Geloofwaardige scenario's zijn brand- of ongevalgebeurtenissen die voor een concrete inrichting¹:

- a. Gegeven de aard van een installatie of de inrichting, rekening houdend met de daarin aangebrachte preventieve voorzieningen, als zeer reëel en typerend kunnen worden geacht;
- b. Kunnen leiden tot schade aan gebouwen of personen in de omgeving van de inrichting;
- c. Waarbij van preventieve of repressieve maatregelen duidelijk effect verwacht mag worden, waardoor escalatie daarvan voorkomen kan worden.

Er kunnen naast deze geloofwaardige bedrijfsbrandweerscenario's ook andere voor de brandweer relevante scenario's bij een bedrijf optreden.

Een simpel voorbeeld: is een volledige tankputbrand een geloofwaardig scenario? Zo ja, is het dan altijd een geloofwaardig bedrijfsbrandweerscenario?

Antwoord: Ja, een tankputbrand is op basis van casuïstiek een geloofwaardig incidentscenario bij de opslag van bepaalde stoffen onder bepaalde condities. Of het een geloofwaardig bedrijfsbrandweerscenario is, is afhankelijk van het brandend oppervlak. Een grote tankputbrand kan in veel brandweerregio's als een rampenbestrijdingsscenario worden aangemerkt, indien er voor de bestrijding meer brandweervoertuigen (koelen en blussen) nodig zijn dan de basisbrandweertzorg in dat gebied. Het scenario grote tankputbrand is dan van belang voor het vaststellen van de benodigde bluswatercapaciteit binnen een inrichting en/of de benodigde hoeveelheid schuimvormendmiddel.

¹ Hierbij is de nieuwe tekst gebruikt uit artikel 7.2 - Ontwerp voor Besluit veiligheidsregio's.

2.2.1 Richtlijn voor het opstellen van bedrijfsbrandweerscenario's

Voor het opstellen van bedrijfsbrandweerscenario's is een apart scenarioboek opgesteld. De informatie in het voor u liggende scenarioboek, behandelt meer, maar ook andere scenario's dan alleen bedrijfsbrandweerscenario's. Het kan daarom goed gebruikt worden naast het scenarioboek Bedrijfsbrandweren voor het beoordelen van de juistheid en de volledigheid van bedrijfsbrandweerrapporten.

2.3 QRA-scenario's

Dit zijn scenario's, die bepalend zijn voor de externe veiligheidsrisico's van een inrichting en die derhalve moeten worden meegenomen in een QRA. Doorgaans betreft dit in ieder geval ook 'worst-casescenario's' als het volledig falen van opslagtanks, vaten, leidingen, etc. De Handleiding Risicoberekeningen Bevi geeft een volledig en concreet overzicht van de scenario's die relevant zijn voor een QRA.

QRA-scenario's vallen buiten de reikwijdte van deze werkwijzer.

2.4 Rampbestrijdingsscenario's

Dit betreft scenario's met een effect buiten de inrichting, waarvoor de hulpverleningsdiensten van de overheid uitrukken.

Dat betekent dat het doorgaans zal gaan om de grotere scenario's, maar niet per definitie 'worst case'. Immers, ook kleinere scenario's met een gevaarlijke stof (met name toxisch) kunnen grote gevolgen hebben buiten de inrichting. Bovendien maakt het voor de bestrijding uit of er sprake is van een kleiner scenario (met bestrijdingsmogelijkheden) of een 'worst-casescenario' waarvan de bronbestrijding vaak achterwege kan blijven. QRA-scenario's vallen buiten de reikwijdte van dit scenarioboek.

2.5 Generieke en specifieke scenario's

Binnen het scenarioboek wordt gesproken over generieke en specifieke scenario's. Middels tabellen wordt hier per installatie inzicht in verschaft.

Voorbeeld tabel:

Directe oorzaken	Type Loss Of Containment			
	Instantaan	10 minuten	0,1D	Spill
Corrosie	m2	G (T/E/B)	G (T/E/B)	G (B)
Impact	G (T/E/B)	G (T/E/B)	G (T/E/B)	G (B)
Overdruk	S (T/E/B)	S (T/E/B)	S (T/E/B)	S (B)
Wijziging/onderhoud	-/-	-/-	G (T/E/B)	G (B)

T = toxische wolk / E = Explosie / B=brand / G=generiek / S=specifiek

De generieke scenario's zijn altijd kleiner dan de specifieke scenario's. Daarmee zijn de specifieke scenario's maatgevend op het gebied van LOC's en bestrijding. Binnen de uitwerkingen van de installaties zal vooral aandacht worden besteed aan de specifieke scenario's.

3 Aanvullende informatie

3.1 Ontstekingsbronnen

Voor mogelijke ontstekingsbronnen voor brandbare vloeistoffen en gassen wordt onder andere verwezen naar de 'The atmospheric storage tank technical frame of reference(CIV-02)'. Hierin staan mogelijke oorzaken van ontsteking benoemd bij opslagtanks welke ook kunnen gelden voor de in de Modules benoemde installaties. Daarnaast wordt verwezen naar bijlage E van de NPR-7910-1 'Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar - Deel 1: Gasontploffingsgevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10'.

Binnen de scenario's kan één van de in deze documenten genoemde ontstekingsbronnen leiden tot een brand of explosie. Een algemene preventieve maatregel is het voorkomen van de aanwezigheid van de hierboven genoemde ontstekingsbronnen. Middels ATEX kan hier invulling aan worden gegeven. De arbeidsinspectie toetst hierop.

3.2 Veiligheidsmanagement

Proactie, preventie, preparatie, repressie en nazorg maken deel uit van het veiligheidsmanagementsysteem (VMS) en het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) van een bedrijf. Binnen het VMS en VBS wordt uitgegaan van het samenspel van bouwkundige voorzieningen, technische installaties en organisatorische maatregelen om risico's te beheersen. Voorkomen van het incident (preventie) heeft nadrukkelijk de voorkeur, gevolgd door het beperken van het effect van van het incident als dit niet voorkomen kon worden. Hiertoe dienen de juiste maatregelen te zijn getroffen (procedures en/of voorzieningen).

De juiste maatregelen kunnen worden benoemd in een integrale risicoanalyse voorafgaand aan het ontwerpproces van de installaties en processen die toegepast worden. Vervolgens is het belangrijk dat het functioneren van de maatregelen geborgd wordt. Dit proces maakt eveneens deel uit van het managementsysteem.

Binnen het VMS kunnen diverse Plan, Do, Check en Act (PDCA) (deel)-cycli benoemd worden. Per element of delen van elementen, maar ook over het gehele VMS. Zie voor meer informatie hierover www.Brzo99.nl.

3.2.1 Organisatorische maatregelen/LOD's

Binnen de verschillende Modules worden soms organisatorische maatregelen benoemd.

Enkele voorbeelden zijn:

- Werkvergunningen;
- Kalibratie van de stikstofregelsystemen;
- Meetbrieven van overdrukbeveiligingen;
- Wijzigingsprocedure;
- Opleveringsprotocol.

Per installatie zijn dit soort maatregelen als specifiek aan te merken. Allen hebben hetzelfde doel, namelijk het voorkomen van incidenten en ongevallen. Deze maatregelen moeten toetsbaar zijn en maken onderdeel uit van een Veiligheidsbeheerssysteem.

3.3 Beoordeling LOD's

Om aangemerkt te worden als LOD dient een apparaat, systeem of actie aan een aantal kenmerken te voldoen. Het moet effectief zijn in het voorkomen van consequenties wanneer het werkt zoals ontworpen. Het moet een voldoende mate van betrouwbaarheid bezitten om op het moment van aanspraak de beoogde risicoreductie te kunnen garanderen. LOD's moeten te allen tijde beschikbaar zijn, onafhankelijk zijn van de basisoorzaak én verifieerbaar/valideerbaar zijn. Een van de handige hulpmiddelen bij de LOD-beoordeling is de techniek van Layer Of Protection Analysis (LOPA).

3.4 Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen

De PGS-en bevatten veel aandachtspunten die brandweermedewerkers kunnen hanteren bij de beoordeling van de installaties. Binnen de Modules zal daarom regelmatig worden verwezen naar de verschillende PGS-publicaties.

De publicaties in de PGS-reeks zijn adviezen aan het bevoegd gezag. Deze worden pas van kracht als de adviezen worden overgenomen in milieuvergunningen en algemene regels van de Wet milieubeheer. In sommige situaties is het bevoegd gezag overigens verplicht om de adviezen van de PGS-publicatie over te nemen, tenzij een andere, betere voorziening beschikbaar is.

3.5 Stationaire repressieve (actieve) en passieve LOD's

Voor wat betreft de wijze waarop repressieve systemen geselecteerd en ontworpen kunnen worden, wordt verwezen naar het document 'Borging van het integrale brandbeveiligingsproces' (documentnummer CIV-01). Dit document fungeert als referentiekader voor het borgen van de integriteit van de brandbeveiliging. Uitgangspunt hierbij is dat het doel en de prestatie-eisen van de te realiseren brandbeveiliging reeds in de ontwerpfase worden beschreven. Vervolgens worden deze voorzieningen tegen deze prestatie-eisen bij overdracht en oplevering, getest en geïnspecteerd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de inspecties en testen in gebruiksfase periodiek worden herhaald.

Voor het dimensioneren van de repressieve systemen worden de volgende veel gebruikte normen en richtlijnen gebruikt:

- NFPA, National Fire Protection Association;
- NEN, nationale normalisatie-instituut;
- EN, Europese normen;
- API, American Petroleum Institute.

Veel gebruikte richtlijnen zijn:

- Publicatie reeks Gevaarlijke Stoffen (PGS);
- FM Global -, Factory Mutual (verzekeraar);
- IP-19 model code of safe practice in the petroleum industry.

De publicaties in de PGS-reeks zijn adviezen aan het bevoegd gezag. Deze worden pas van kracht als de adviezen worden overgenomen in milieuvergunningen en algemene regels van de Wet milieubeheer. In sommige situaties is het bevoegd gezag overigens verplicht om de adviezen van de PGS-publicatie over te nemen, tenzij een andere, betere voorziening beschikbaar is. Denk bijvoorbeeld aan een situatie bij vergunningverlening voor zogenaamde IPPC-bedrijven.

De FM Global Property Loss Prevention Data Sheets zijn ontwerprichtlijnen met als doelstelling verlies van gebouwen en installaties door bijvoorbeeld brand tot een minimum te beperken. De richtlijnen zijn gratis te downloaden (na aanmelding). Ze bestaan uit ervaringen met verlies (loss experience), studies en inbreng van standards committees, fabrikanten en andere belanghebbende (www.fmglobal.com).

Hoe te handelen bij gevaarlijke stoffen kan worden teruggevonden in de ERICards (www.ericards.net). Voor bijna iedere stof is een ERIC-kaart beschikbaar. Verder kan informatie gehaald worden uit Chemieboeken en Material Safety Data Sheets.

3.6 Best beschikbare technieken

De IPPC-richtlijn (Europese Richtlijn 96/61/EG inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging; gecodificeerd 2008/1/EG), verplicht de lidstaten van de EU om grote milieuvervuilende bedrijven te reguleren middels een integrale vergunning gebaseerd op de beste beschikbare technieken (BBT). In Nederland is de richtlijn in de Wet milieubeheer (Wm) en in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) geïmplementeerd. Binnen de Modules wordt daar waar nodig naar de BBT verwezen. Binnen de BBT's is veel informatie terug te vinden over installaties en hun werking en aandachtspunten. De BBT's zijn te downloaden via www.infomil.nl.

3.7 Inherent veilig produceren

De essentie van inherente veiligheid is het verminderen of vermijden van gevaren en niet uitsluitend beschermen tegen gevaren. Het gaat hierbij om het identificeren van processen, stoffen en producten waarbij minder risico's op brand, explosie, lekken of andere ongewenste voorvallen bestaan. Ofwel, iets wat je niet hebt, kan niet branden, exploderen of mensen verwonden.

De belangrijkste principes zijn:

- Vervangen of verminderen van hoeveelheden gevaarlijke stoffen;
- Wegnemen of reduceren van hoge giftigheid;
- Vluchtigheid en ontvlambaarheid van chemische stoffen;
- Verminderen instabiliteit en complexiteit productieprocessen en logistiek.

Kansen voor inherent veiliger werken liggen bij het ontwerp van een installatie, bij onderhoud, bij een ander voorraadbeheer of een wijziging in de opslag van gevaarlijke stoffen.

Het startpunt in het scenarioboek is Equipment Under Control (EUC). Equipment under Control is apparatuur, machines, fabrieken, etc. voor productie, verwerken, transport en andere activiteiten die invloed hebben op de veiligheid van de gehele inrichting. Ontwerp is zeker een preventieve factor, maar geen LOD in de zin van het vlinderdasmiddel.

4 Vuistregels en schema's bestrijding²

Opmerking:

De in dit hoofdstuk gegeven voorbeelden moeten altijd vergeleken worden met de werkelijke situatie en niet zonder meer overgenomen worden.

De brandweerscenario's kunnen passief, actief en mobiel worden bestreden.

Passief: het beschermen van constructies en installaties middels bekleding en incidenteel middels overdimensionering;

Actief: het beschermen van constructies en installaties middels (semi)stationaire systemen;

Mobiel: het beschermen van constructies en installaties middels mobiele bestrijdingsmiddelen.

Er zijn heel veel verschillende combinaties binnen de scenario's mogelijk voor wat betreft de mobiele en semi-stationaire bestrijding ervan. Daarom is er voor gekozen de scenario's te koppelen aan vuistregels en schema's (rekentabellen). Op deze wijze is het mogelijk de vele verschillende soorten scenario's te kunnen toetsen. De inhoudelijke kennis en motivatie zijn zoveel mogelijk in deze vuistregels en tabellen verwerkt.

Voor (semi)stationaire systemen als LOD, zie ook paragraaf 3.5 omtrent het ontwerp, de doelstelling en kwaliteitseisen van de systemen.

De bij de betrokken scenario's gevaarlijke stoffen hebben allemaal hun specifieke eigenschappen en aandachtspunten tijdens de bestrijding van het scenario. Deze eigenschappen dienen meegewogen te worden bij het beoordelen van de installatie/ scenario's (o.a. via de ERICards).

4.1 Vuistregels rekenen

Bij het opstellen van de vuistregel rekentabellen is gebruik gemaakt van de NFPA, de IP-19 en de PGS 29. Er wordt aangeraden deze normen en richtlijnen gedurende de beoordeling bij de hand te houden. In sommige gevallen kan het nodig zijn wat dieper op de materie in te gaan.

4.1.1 Tabel 1, maximale oppervlaktes koelmiddelen

Tabel 1 geeft voorbeelden voor de maximaal met mobiele middelen te koelen oppervlaktes. Zodra het met mobiele middelen te koelen oppervlak bekend is, kan deze tabel gebruikt worden om te bepalen hoeveel monitoren of handstralen nodig zijn om effectief te koelen.

Tabel 1: Maximale oppervlaktes voor koeling middels mobiele middelen			
	Max. oppervlak	Max. werkafstand	Toelichting
Handstraal t.b.v. directe koeling	20 m ²	20 m	gericht op te koelen object
Handstraal t.b.v. indirecte koeling	25 m ²	20 m	gericht op objecten waar straal op kapot slaat
Monitor t.b.v. directe koeling	20 m ²	40 á 50 m	gericht op te koelen object
Monitor t.b.v. indirecte koeling	50 m ²	40 á 50 m	gericht op objecten waar straal op kapot slaat
Monitor t.b.v. waterscherm	100 m ²	25 m	creëren waterscherm

- 1) Directe koeling betekent een (half)gebonden straal gericht op het te koelen object
- 2) Indirecte koeling betekent dat er gebruik gemaakt wordt van een object waarop de gebonden straal kapot slaat met als gevolg dat in de directe omgeving van het object een hoge sproeidichtheid wordt gerealiseerd welke een groter koeloppervlak tot gevolg heeft.

² Deze vuistregels zijn in 2007 ontwikkeld voor de regionale Brandweer Amsterdam Amstelland.

Voorbeelden van capaciteiten bij industriële brandweervoertuigen zijn:

Dakkanon: 2.400 tot 3.000 liter per minuut, worplengte 70m (zwaarschuim en water);
 Straatkanon: 1.600 tot 2.400 liter per minuut, worplengte 50m (zwaarschuim en water);
 Handstraal: 750 liter per minuut.

Tabel 6 geeft hierbij inzicht over drukken en benodigde bemensing.

4.1.2 Tabel 2, plasoppervlaktes appendagelekkages en lekkages bij overslag

Tabel 2 geeft voorbeelden voor het berekenen van plasoppervlaktes bij lekkende appendages binnen procesinstallaties (referentie scenario 4 en 6 uit bijlage 1). Hierbij is onderscheid gemaakt in 3 verschillende situaties; LOC (Loss Of Containment)-opvang met afschot en snelle afvoer, LOC-opvang zonder afvoer en geen LOC-opvang.

De oppervlaktes gelden bij vertraagde ontsteking. Tijdens de brand zal de plas een evenwichtsoppervlak krijgen waarbij de verbrandingssnelheid van het product gelijk is aan de toevoer. Dit evenwichtsoppervlak kan alleen met modellering (software) bepaald worden.

Proces druk	Plasafmetingen		
	LOC opvang op afschot naar snelle afvoer (3)	LOC opvang zonder afvoer (5)	Geen LOC opvang
Atmosferisch bij 0,1d (1)	3 m breed t/m afvoer	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
Atmosferisch bij full bore 1" (2)	3,5 m breed t/m afvoer	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
Atmosferisch bij full bore 2" (2)	8 m breed t/m afvoer	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
Atmosferisch bij full bore 3" (2)	10 m breed t/m afvoer	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
Tussen 1 en 5 bar abs. bij 0,1d (1)	10 m breed t/m afvoer (2)	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
Tussen 1 en 5 bar abs. bij 1" tot 3" full bore (2)	12 m breed t/m afvoer	Oppervlakte opvang	Conform uitstromingsmodel (5)
10 bar en hoger bij 0,1d (1)	Bij ontsteking sprake van sproei-brand	Sproei-brand	Sproei-brand

- 1) De plasafmetingen hebben als uitgangspunt dat het grootste gat (0,1d) 2 cm in doorsnee is. Dit is gebaseerd op het gegeven dat leiding- diameters van leidingen met gevaarlijke vloeistoffen binnen procesinstallaties in de regel niet groter zijn dan 8" (200mm)
- 2) Full-bore lekkages binnen een procesinstallatie kunnen worden veroorzaakt door openstaande drains/vents. Drains en vents zijn in de regel niet groter dan 3". Quillotine breuken worden normaliter niet reëel geacht i.v.m. onderhouds- en beheerssystemen/procedures.
- 3) Tussen de 1 en 5 bar absoluut zal de vloeistof zich over een groter oppervlak verspreiden vanwege de stuwung in de lekstroom. De vloeistofstraal zal of kapot slaan op objecten in de omgeving, of een langere afstand afleggen en uiteenvallen.
- 4) Onder snelle afvoer wordt verstaan een vloer onder afschot en een systeem van putten/goten (met vlamdovers) welke de LOC snel naar een veilige locatie afvoeren. De plas zal de in de tabel genoemde breedte hebben tot aan de goot/afvoer en niet aanwassen tot een grote plas.
- 5) Effect modelleringsoftware kan uitstromingsmodellen genereren op verschillende oppervlaktes (beton, grind, etc.) en berekend de plasafmetingen. Deze berekeningen dienen door de opsteller van het bedrijfsbrandweerrapport gemaakt te worden. Eventueel kunnen de resultaten getoetst worden door modelleringsoftware
- 6) De plas wordt ingeperkt door een opstaande rand. Indien de uitstroomhoeveelheden naar verhouding gering zijn en niet kunnen zorgen voor een plas ter grootte van de opvang, dan zal het uitstromingsmodel gehanteerd worden.

4.1.3 Tabel 3, applicatiehoeveelheden schuimblussing en schuimapplicatie

Tabel 3 geeft de meest gangbare applicatie voor premix voor schuimblussing bij verschillende situaties.

Tabel 3: Belangrijkste applicatie hoeveelheden premix bij schuimblussing (Q benodigd = Qa * oppervlak * t)				
Soort inzet	Min. applicatie (Qa)	Duur in minuten (t)	Toelichting	Ref. scenario
Mobiele schuimblussing met opvang	6,5 l/min/m ²	30	Conform NFPA 11 (diked area)	2, 4, 5, 6
Mobiele schuimblussing zonder opvang	6,5 l/min/m ²	15	Conform NFPA 11 (non-diked area)	2, 4, 5, 6
Mobiele schuimblussing tanks (2)	6,5 tot 10,4 l/min/m ²	30 tot 65	Conform NFPA 11 en IP-19, Zie opmerking 2	1
Stationaire schuimblussing vastdak tanks	4,1 l/min/m ²	20 tot 55 (1)	Conform NFPA 11, tabel 5,2,5,2,2 & 5.2.6.5.1	1
Stationaire schuimblussing met opvang (3)	4,1 l/min/m ²	30	Conform NFPA 11	2, 4, 5, 6
Stationaire rim blussing met foamdams	12,2 l/min/m ²	20	Conform NFPA 11	3
Stationaire rim injectie zonder foamdams	20,4 l/min/m ²	10	Conform NFPA 11	3
Stationaire schuimblussing procesgebied	6,5 l/min/m ²	10	Conform NFPA 16	4
Brand bij overslag (laad-los activiteiten)	6,5 l/min/m ²	15	Conform NFPA 11 (let op er zijn uitzonderingen)	6
De hoeveelheid concentraat volgt uit mengpercentage. De hoeveelheden bij mobiele applicatie zijn inclusief verliezen door verwaaiing e.d.. Applicatie hoeveelheden premix bij schuimapplicatie zonder brand				

Indien er geen sprake is van brand en de plas dient te worden afgedekt met een schuimlaag van voldoende dikte kan de volgende formule gehanteerd worden:

$$V = d/100 * A * P = V/\text{verschuimingsgetal} \text{ } \delta \text{ SVM} = P * \%SVM * 10$$

$$Q = SVM / (A * t * (\%SVM/100)) \text{ of } Q = (P/A)/t$$

Verschuimingsgetal: 0-20 = zwaarschuim, 20-200 = middelschuim, 200-1000 = lichtschiem, A = oppervlak (m²), %SVM = percentage SVM (bijv 3 of 6%), d = dikte schuimlaag (cm), V = schuimvolume (m³), P = premix (m³), SVM = concentraat (liter), Q = applicatie (liter/min/m²), t = opbrengtijd (min) waarbij voor het afdekken van een niet brandende plas 5 minuten kan worden aangehouden.

Als er geen gegevens beschikbaar zijn over benodigde schuimdikte, kunnen de hoeveelheden voor mobiele blussing zoals bij schuimblussing weergegeven gehanteerd worden.

- 1) Applicatie tijd bij (semi)stationaire systemen is afhankelijk van type schuimsysteem (I of II) en soort stof, uitvoering is als volgt:
Type I stationaire schuimblusinstallaties brengen schuim rustig op (weinig lucht) waarbij het schuim niet onder het vloeistof oppervlak komt.
Type II stationaire schuimblusinstallatie brengen schuim op met meer lucht waardoor het schuim nagenoeg niet onder het vloeistofoppervlak terecht komt.
- 2) Voor tanks tot 45m diameter wordt 6,5 l/min/m² gehanteerd, voor 45 tot 62m tanks, 7,3 l/min/m², voor 62 tot 76m tanks, 8,1 l/min/m², voor 76 tot 91, 9 l/min/m² en voor 91m tanks en groter 10,4 l/min/m².
- 3) Met opvang wordt bedoeld een tankput, pompput, manifold put etc.
- 4) Geen opvang betekent dat de vloeistof vrij kan wegstromen in alle richtingen

Afdekken niet-brandende plas

Bij bepaalde scenario's is het vaak onduidelijk met welke applicatiehoeveelheden er gewerkt moet worden om een (toxische) vloeistofplas af te dekken met schuim.

De applicatiehoeveelheden zijn afhankelijk van de volgende factoren:

- Applicatietijd;
- Soort schuim dat benodigd is (zwaar, middel of licht);
- Soort stof die afgedekt dient te worden en/of interactie tussen het water in het schuim en de af te dekken stof/product;
- De bij de soort stof benodigde schuimdikte.

Applicatietijd

Als vuistregel kan worden gehanteerd dat een (toxische)vloeistofplas binnen 1 minuut moet zijn dichtgeschuimd en dat binnen 5 minuten de minimale bij de soort stof behorende dikte van de schuimlaag wordt gerealiseerd.

Soort schuim

Het is van de soort stof afhankelijk wat voor een soort schuim nodig is. Bij stoffen zoals benzine of aardolie (crude) wordt vaak zwaarschuim gebruikt. Bij zeer vluchtige stoffen of vloeibare gassen wordt vaak middelsschuim gebruikt.

Soort stof

Elke stof heeft weer andere eisen die aan het schuim gesteld dienen te worden. Alcoholen vormen een goed voorbeeld. Het gebruikte schuim moet alcoholbestendig zijn.

Schuimdikte

De dikte van de schuimlaag is afhankelijk van het soort stof en dient middels testrapporten beoordeeld te worden op toepasbaarheid. De dikte is bepalend bij het tegengaan van verdamping van de stof. De dikte moet zodanig zijn, dat het incident door de repressieve dienst bestreden kan worden en dat er buiten de inrichting zonder beschermende middelen gelopen kan worden.

Binnen tabel 3 wordt verwezen naar enkele NFPA11-tabellen. De meest relevante tabellen uit deze NFPA zijn hieronder bijgevoegd.

LET OP: niet alle stoffen kunnen met schuim afgedekt worden. Controleer altijd of de stof reageert met water of dat de stof de schuimlaag chemisch afbreekt (alcoholen) of fysisch beschadigd (koud kokende plas). Soms kunnen poeder of bird balls gebruikt worden of een stof die lichter is dan de stof in de spill. TDI-spills worden bijvoorbeeld afgedekt met olie.

Een ander aandachtspunt is de koud gekookte plas. Indien deze plas een evenwichtstoestand heeft bereikt waarbij warmteintreding minimaal is, kan het afdekken met schuim tot gevolg hebben dat de daarmee toegevoerde warmte de verdamping weer op gang brengt. Het neerslaan of dispergeren van de de dampen uit de evenwichtsfase heeft dan wellicht de voorkeur.

NFPA 11: Table 5.2.6.5.1 Minimum Discharge Times and Application Rates for Subsurface Application on Fixed-Roof Storage Tanks			
Hydrocarbon Type	Minimum Discharge Time (min)	Minimum Application Rate	
		L/min • m ²	gpm/ft ²
Flashpoint between 37,8°C and 60°C (100°F and 140°F)	30	4.1	0.1
Flashpoint below 37,8°C (100°F) or liquids heated above their flashpoints	55	4.1	0.1
Crude petroleum	55	4.1	0.1

NFPA 11: Table 5.2.5.2.2 Minimum Discharge Times and Application Rate for Type I and Type II Fixed Foam Discharge Outlets on Fixed-Roof (Cone) Storage Tanks Containing Hydrocarbons				
Hydrocarbon Type	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (min)	
	L/min • m ²	gpm/ft ²	Type I Foam Discharge Outlet	Type II Foam Discharge Outlet
Flashpoint between 37,8°C and 60°C (100°F and 140°F)	4.1	0.10	20	30
Flashpoint below 37,8°C (100°F) or liquids heated above their flashpoints	4.1	0.10	30	55
Crude petroleum	4.1	0.10	30	55

NFPA 11: Table 5.3.5.3.1 Top-of-Seal Fixed Foam Discharge Protection for Open-Top Floating Roof Tanks								
Seal Type	Applicable Illustration Detail	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (min)	Maximum Spacing Between Discharge Outlets with			
		L/min • m ²	gpm/ft ²		305 mm (12in.) Foam Dam		610 mm (24in.) Foam Dam	
					m	ft	m	ft
Mechanical shoe seal	A	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Tube seal with metal weather shield	B	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Fully or partly combustible secondary seal	C	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
All metal secondary seal	D	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80

Note: Where the fixed foam discharge outlet are mounted above the top of the tank shell, a foam splashboard is necessary due to the effect of winds.

NFPA 11: Table 5.7.3.2 Minimum Application Rates and Discharge Times for Fixed Foam Application on Dikes Areas Involving Hydrocarbon Liquids				
Type of Foam Discharge Outlets	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (min)	
	L/min • m ²	gpm/ft ²	Class I Hydrocarbon	Class II Hydrocarbon
Low-level foam discharge outlets	4.1	0.10	30	20
Foam monitors	6.5	0.16	30	20

NFPA 11: Table 5.8.2.2 Minimum Application Rate and Discharge Times For Nondiked Spill Fire Protection Using Portable Foam Nozzles or Monitors				
Foam Type	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (min)	Anticipated Product Spill
	L/min • m ²	gpm/ft ²		
Protein and fluoroprotein	6.5	0.16	15	Hydrocarbon
AFFF, FFFP, and alcohol-resistant AFFF or FFFP	4.1	0.10	15	Hydrocarbon
Alcohol-resistant foams	Consult manufacturer for listings on specific products		15	Flammable and combustible liquids requiring alcohol-resistant foam

4.1.4 Tabel 4.1, applicatiehoeveelheden bij koeling

Opmerking: Het effect van koelen is maximaal als het aangebrachte water daadwerkelijk kan verdampen. Dit geeft een groter koelend effect dan stromend koelwater. Daarom wordt in een aantal specifieke gevallen tegenwoordig schuimvormend middel toegevoegd aan het koelwater. Dit schuim laat het water daadwerkelijk plakken aan verticale oppervlaktes en horizontale tanks/vaten. Het debiet van het koelwater kan dan verlaagd worden. Deze methode is vooral geschikt voor het koelen van objecten in een plasbrand. Op deze manier wordt namelijk tevens verspreiding van een brandende plas voorkomen.

Tabel 4 geeft de meest gangbare minimale applicatiehoeveelheden die nodig zijn bij koeling. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen koeling van objecten buiten het vlamfront (deze worden enkel aangestraald) en objecten binnen het vlamfront (deze zijn door vlammen omgeven). De meest effectieve wijze van opbrengen is middels stationaire systemen, mits uit het scenarioverloop blijkt dat deze systemen robuust genoeg zijn om het (initiële) incident te overleven. Indien er mobiele middelen worden toegepast worden de in tabel 4 genoemde applicatiehoeveelheden meestal ruimschoots overschreden. Dan zijn echter de maximaal te koelen oppervlaktes gelimiteerd (zie tabel 1 voor maximale werkoppervlaktes bij mobiel koelen). In figuur 1 is omschreven wanneer koeling nodig is.

Soort apparatuur/object	Binnen vlamfront (Q_a)	Buiten vlamfront (Q_a)	Toelichting
Opslagtanks met brandbare inhoud	10 l/min/m ²	17 l/min/smt	PGS 29, IP 19, appendix 2 (smt = strekkende m tank omtrek)
Procesapparatuur met brandbare inhoud	10 l/min/m ²	2 tot 8 l/min/m ²	IP 19, appendix 2. Zie noot 4
Stalen constructies die niet mogen falen	10 l/min/m ²	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Compressoren met brandbare gassen	10 l/min/m ²	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Kabelbanen (elektriciteit en instrumentatie)	10 l/min/m ²	2 l/min/m ²	Alleen kabelbanen met belangrijke kabels, IP 19, appendix 2
Transformatoren	10 l/min/m ²	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Pompen voor brandbare stoffen	10 l/min/m ²	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Pompen voor brandbare stoffen in risico gebied (nabij drukvaten, kabelbanen, etc.)	20 l/min/m ²	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Drukvaten	10 tot 12 l/min/m ²	5 tot 12 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
LPG tanks	10 l/min/m ²	10 l/min/m ²	IP 19, appendix 2
Gebiedsbescherming	12,2 l/min/m ²	12,2 l/min/m ²	NFPA 15. Voorwaarde is voldoende afvoer van bluswater/product
Gebouwen en overige objecten	n.v.t.	2 l/min/m ²	IP 19, appendix 2

- 1) Bij fakkelbranden zullen hogere waarden of passieve bescherming benodigd zijn (zie NFPA 15).
- 2) De buiten vlam front waarden zijn richtwaarden, bij intense stralingsbelasting kunnen hogere waarden noodzakelijk zijn.
- 3) Als vuistregel kan aangenomen worden dat van de applicatie tot maximaal 2 uur moet kunnen worden aangehouden.
- 4) Bij systemen zoals skids (compacte eenheid) en hoge mate van installatiedichtheid kan 4 tot 8 l/min/m² benodigd zijn

Tabel 4.1 is geschikt voor brandscenario's in onder andere open gebouwen. Gesloten gebouwen zoals loodsen en gesloten procesgebouwen maken mobiele bestrijding en het opbrengen van de juiste hoeveelheid blus- en koelwater lastig. Tabel 4.1 kan wel gebruikt worden voor een eerste binnenaanval (indien mogelijk), maar niet voor een volledig ontwikkelde brand.

Bij een volledig ontwikkelde brand dient een mobiele inzet zich te concentreren op het voorkomen van overslag/doorslag naar naast gelegen compartimenten en installaties.

4.1.5 Tabel 4.2 applicatiehoeveelheden blussen met water

Het blussen van brandende objecten en opgeslagen vaste stoffen gebeurt veelal (indien de betreffende stof dit verdraagt) met water. Om te bepalen hoeveel water er nodig is voor de blussing kan onderstaande tabel worden gehanteerd.

Tabel 4.2: Belangrijkste applicatiehoeveelheden bij blussing met water (Q benodigd = $Q_a * A$)		
Soort apparatuur/object	Binnen vlamfront (Q_a)	Buiten vlamfront (Q_a)
Installatie (geen vloeistoffen)	10 l/min/m ²	17 l/min/smt

4.2 Vuistregels personele component

De vuistregels worden gehanteerd om te bepalen hoeveel mensen nodig zijn bij het klaren van de 'klus'. Om tot een goed eindresultaat te komen, zullen per scenario meerdere tabellen met vuistregels geraadpleegd moeten worden.

4.2.1 Tabel 5, vuistregels bemensing

Tabel 5 geeft richtlijnen met betrekking tot de taken van de verschillende actoren bij het bestrijden van een scenario.

Tabel 5	
Vuistregels bemensing	
Bevelvoering	Bij de bestrijding van een incident is bijna altijd een bevelvoerder noodzakelijk (zie tabel 9 voor uitzonderingen). Afhankelijk van het totaal aantal personen en de hoeveelheid klussen die tegelijkertijd lopen, zouden er meer bevelvoerders moeten zijn. Het maximaal aantal personen dat aangestuurd wordt door een bevelvoerder ligt op 9 man. Als er bij deze 9 man ook een gaspakkenteam zit kan het maximaal 10 man zijn. Dit i.v.m. het feit dat er 4 man tegelijkertijd worden aangestuurd, terwijl er maar 2 worden ingezet.
Chauffeur/ pompbediende	Per voertuig is er altijd 1 chauffeur/pompbediende aanwezig. Indien het voertuig een hulpverleningsvoertuig is zonder pompinstallatie, kan volstaan worden met een chauffeur/brandwacht combinatie. Indien het apparatuur/voorraad betreft wat enkel aangeleverd wordt op een veilige locatie (b.v. schuimkar/schuimvoorraden), dan mag dit door een BHV+'er worden aangereden.
Brandwacht	Zie tabel 6, 7 en 8. Bij grote oppervlaktebranden zoals lange leidingengoten of tankputten kan het nodig zijn extra brandwachten in te zetten voor het onderhouden van een schuimdeken om herontsteking te voorkomen.
Gaspakken dragers	Een gaspakkenteam bestaat altijd uit 2 brandwachten en een back-up van nog eens 2 brandwachten.
Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak	Zie werkwijzer bedrijfsbrandweren

Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak

De rol van deze functionaris binnen scenario's dient beperkt te blijven tot het activeren van stationaire installaties (zoals deluge installaties en schuimblusinstallaties) en hulp bij de waterlevering of het bedienen van stationaire monitoren. Hierbij mag tot de 3 kW/m²-contour gewerkt worden, mits wordt voldaan aan de in tabel 5 genoemde eisen. Met omvangrijke toxische scenario's (gaswolken, dampwolken) dient de rol van deze functionaris goed beschreven te worden. Onder geen beding mag deze persoon het risico lopen blootgesteld te worden aan de toxische stof. De persoon dient beperkt te worden tot het activeren van stationaire installaties (schuiminstallaties, etc.) of het bedienen van stationaire monitoren ten behoeve van eventueel dispergeren-/verdunnen.

Gaspakdragers

Zodra er sprake is van een LOC met GEVI 6 of 8 stoffen én direct contact met de stof mogelijk is, dient de het gebruik van een gaspak door een team van de bedrijfsbrandweer overwogen te worden. Voor de relatie tussen beschermende kleding en de veilige inzet van brandweerfunctionarissen wanneer toxische stoffen betrokken zijn bij het incident, wordt verwezen naar het TNO-rapport TNO-DV 2008 A88 (Beschermende werking van brandweerkleding tegen toxische gassen of dampen).

De noodzaak van gaspakken en de snelheid waarmee die beschikbaar moeten zijn, dient te blijken uit de taakanalyse die van de maatgevende scenario's wordt gemaakt. De noodzaak van gaspakken kan onder meer blijken als:

- Snelle bronbestrijding nodig is;
- Snelle redding van mensen nodig is;
- Een onderwindse inzet nodig is;
- Snelle aanpak van het scenario om andere redenen alleen kan plaatsvinden in een gaspak.

Voor het bepalen van de noodzaak van een gaspak kan gebruik gemaakt worden van de afwegingskaders BOS-1 en BOS-2, zoals uitgewerkt in het cursusboek voor de opleiding ROGS.

Voor gaspakdragers dienen verder de volgende richtlijnen gehanteerd te worden:

1. Tijdsduur gaspakinzet;

Omwille van de snelheid die benodigd is bij het aanpakken van scenario's waarbij een gaspakkeninzet benodigd is, wordt meestal gebruikgemaakt van een inzet in gaspak met uitsluitend ademlucht op het lichaam als adembescherming. Geen meerurenaansluiting, dezevergen teveel tijd.

2. Type gaspak;

Het gaspak dient afgestemd te zijn op de stoffen welke volgens de aanvraag en vergunning Wet milieubeheer aanwezig en/of dus redelijkerwijs te verwachten zijn binnen de aangewezen inrichting.

3. Aantal gaspakdragers;

Uit scenario's zal moeten blijken dat kort na aanvang van het incident gevaar voor de omgeving kan ontstaan. (Op basis van gelekte gevaarlijke stoffen en windsnelheid en -richting is dit vast te stellen). In een zo kort mogelijke tijd moet het gevaar worden teruggedrongen. Dit kan, bij het ontbreken van automatische of op afstand bediende inbloksystemen, door de inzet van gaspakdragers met de rol van bronbestrijder of door het bestrijden van de effecten van het toxische scenario. Voor deze laatste zie paragraaf 4.3.4.

De werkzaamheden, die de gaspakdragers als bronbestrijder moeten kunnen uitvoeren, bestaan onder andere uit het verhelpen van de lekkage door bijvoorbeeld dichten, het eventueel tijdelijk vervangen van lekkende onderdelen, het dichtdraaien van afsluiters, het rechtop zetten van vaten, het opvangen of tegenhouden van vloeistofstromen en het lokaal neerslaan van giftige dampen. Dit alles in een omgeving waar het werken met chemicaliënbestendige kleding en ademlucht onvoldoende is. In het algemeen kunnen deze werkzaamheden door 2 man worden uitgevoerd.

Indien blijkt dat voor de te verrichten werkzaamheden meer mensen nodig zijn (complexe situaties of installaties, etc.), kunnen meer gaspakdragers ingezet worden. De basis voor de gaspakinzet binnen brandweer Nederland is het inzetten van minimaal 2 gaspakdragers en een stand-by ploeg van eveneens 2 gaspakdragers (zie: Module Gaspakdragers). Een tweede paar gaspakdragers als stand-by team moet volgens de normaal gehanteerde procedures dus aanwezig zijn. Voor het uitvoeren van de werkzaamheden is het stand-by team in gaspak niet primair noodzakelijk, maar wel degelijk aan te bevelen (arbeidsveiligheid wetgeving).

4. Toxische stoffen met groot brandgevaar.

Indien toxische stoffen als bijkomend gevaar brand hebben, is de inzet van gaspakken niet mogelijk. Gaspakken zijn niet bestand tegen de hittestraaling en de drager zou onnodig in gevaar komen. In deze situaties dient gekeken te worden of het incident bovenwinds met blusleiding benaderd kan worden onder dekking van waterschermen. Zie verder paragraaf 4.3.4.

4.2.2 Tabel 6, waterhoeveelheden/werkdrukken versus mensen

Tabel 6 geeft richting aan hoeveel mensen er nodig zijn bij blus- en koelwerkzaamheden, rekening houdend met druk en opbrengst van de middelen (bron Nibra).

Tabel 6: Aantallen personen benodigd bij verschillende waterhoeveelheden en werkdrukken (blus- en koelwerkzaamheden, dispergeren, neerslaan)												
Q straalpijp/monitor [l/min]												
Inzettijd [min]		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Werkdruk straalpijp/ monitor [bar]	3	116	166	226	296	374	462	559	665	781	906	1040
	4	133	192	261	342	432	534	646	768	902	1046	1201
	5	149	215	292	382	483	597	722	859	1008	1169	1342
	6	163	235	320	418	529	654	791	941	1104	1281	1470
	7	176	254	346	452	572	706	854	1016	1193	1384	1588
	8	189	272	370	483	611	755	913	1087	1275	1479	1698*

* Bij waterhoeveelheden van 1700 l/min of meer wordt ook gebruik gemaakt van dakkanonnen waarvoor geen 2 personen voor opbouw benodigd zijn.



= één persoon aan de straalpijp*



= twee personen*



= straatwaterkanon, opbouw 2** personen. Bediening 1***

* Bij het benaderen van in brand staande appendages wordt gebruik gemaakt van een waterschild, er zijn dan altijd 2 man nodig.

** Bij meerdere straatwaterkanonnen kan 1 brandwacht pendelen tussen maximaal twee straatwaterkanonnen/hydroshields tijdens opbouwen.

*** Wanneer een hydroshield (t.b.v. afvangen damp/gaswolken) wordt opgebouwd gebeurt dit met 2 man. De bediening is 0 man.

Bij het opbouwen van straatwaterkanonnen en hydroshields dient optimaal gebruik gemaakt te worden van het aantal brandwachten, zonder op de snelheidswinst van een brandweer in te boeten. Dit houdt in dat er zoveel mogelijk gelijktijdig opgebouwd dient te worden. Onderstaand schema is bedoeld om richting te geven aan de opbouwssystematiek en logistiek. De regel hierbij is dat maximaal 1 brandwacht mag pendelen tussen 2 straatwaterkanonnen of hydroshields.

Straatwaterkanonnen/Hydroshields	
Aantal kanonnen	Aantal brandwachten
1	2
2	3
3	5
4	6
5	8
6	9

Dit schema dient met redelijkheid te worden gehanteerd. Zo kan een aanwijsbeschikking van 9 man voor bijvoorbeeld alleen het opbouwen van 6 hydroshields als zwaar worden bestempeld. Er dient een gewogen beoordeling gemaakt te worden met aandacht voor de snelheid van de inzet en de effectiviteit van de middelen.

Voor de opbouwtijd van de mobiele middelen kan 1 tot 3 minuten per middel worden gehanteerd.

4.2.3 Tabel 7, mensen en rim-fires

Tabel 7 is specifiek voor de rim-fire scenario's (extern drijvende daktanks). Deze tabel kan 1 op 1 worden toegepast om te bepalen hoeveel mensen er nodig zijn voor het bestrijden van rim-fires. Een specifieke voorwaarde hierbij is dat de brandwachten te allen tijde veilig de rim kunnen benaderen. Dit betekent veelal dat (semi)stationaire systemen nodig zijn om een veilige uitgangspositie te creëren op de rand van de tank.

Uitvoering tank	Blussingswijze	Manueel	Manueel	Manueel	Manueel
	Aansluit/bedienlocaties	buiten put	binnen put	buiten put	binnen put
	Seal uitvoering	normaal	normaal	normaal	normaal
	Diameter / omtrek	< 27 m / < 80 m		> 27 m / >80 m	
Personeel	Brandwacht	2	3	4	5
	Chauffeur/pompbediende	1	1	1	1
	Bevelvoerder	1	1	1	1
	Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak (BzB)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Uitvoering tank	Blussingswijze	Semi-stationair		Stationair	Manueel
	Aansluit/bedienlocaties	buiten put	binnen put	buiten put	binnen/- buiten
	Seal uitvoering	n.v.t.	n.v.t.	normaal	moeilijk brandbaar
	Diameter / omtrek	alles	alles	alles	alles
Personeel	Brandwacht	1	2	(1) zie opm. 2	2
	Chauffeur/pompbediende	1	1		1
	Bevelvoerder	-	1	-	1
	Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak (BzB)	n.v.t.	n.v.t.	(1) zie opm. 2	n.v.t.

- 1) Manuele blussing van rim-fires dient zoveel mogelijk voorkomen te worden, deze tabel gaat uit van reeds bestaande situaties waarbij het advies geldt deze te saneren tot stationaire- of semi-stationaire systemen.
- 2) Indien de BzB aantoonbaar getraind is en buiten de 1 kW/m² (zonder bescherming) tot 3 kW/m² (met bescherming) kan bedienen, mag de brandwacht achterwege worden gelaten.
- 3) M.b.t. manuele blussing, dienen tanks te allen tijde te zijn voorzien van 1 of meer stijgleidingen en de mogelijkheid tot het creëren van een veilige uitgangspositie ter hoogte van de trap op het bordes. Indien niet aanwezig, is het niet mogelijk om veilig een blusactie uit te voeren.
- 4) Indien er ter hoogte van de trap op het bordes een vast opgestelde monitor aanwezig is die de gehele rim kan bereiken (wind ingecalculleerd), kan volstaan worden met 1 brandwacht bij aansluitlocaties buiten de put en 2 bij aansluitlocaties binnen de put.
- 5) Indien stationaire systemen volledig automatisch of op afstand vanuit de controlekamer de blussing in gang zetten, dan hoeft enkel gecontroleerd te worden of het systeem zijn werk gedaan heeft. Hier is geen bedrijfsbrandweer voor nodig.
- 6) Met een normale sealuitvoering wordt bedoeld seals van brandbare materialen (rubber). Moeilijk brandbare seals zijn veelal vervaardigd van RVS i.c.m. onbrandbare kunststoffen.
- 7) Enkel bij seal injectiesystemen is een foamdamp niet noodzakelijk. Bij alle andere vormen van sealbrand bestrijding wel.

Er bestaat ook de mogelijkheid van vaste daktanks met interne drijvende daken waar het scenario rim-fire van toepassing is. Deze intern drijvende daken dienen dan geconstrueerd te zijn conform NFPA 11, 5.4.2. Daarnaast dient in dit geval sprake te zijn van (semi)stationaire blussystemen welke vanaf een veilige locatie kunnen worden bediend buiten de tankput.

4.2.4 Tabel 8, (semi)stationaire systemen

Tabel 8 wordt gehanteerd bij het bepalen van de personele component bij het bedienen van (semi)stationaire systemen. Deze systemen maken brandbestrijding op afstand mogelijk zonder daarvoor het incident dicht te moeten benaderen. De Bedieningslocatie is in het meest ideale geval de controlekamer van een inrichting, maar kan ook lokaal zijn. Regel hierbij is dat de 3 kW/m²-contour als uiterste grens wordt gehanteerd. Indien de locatie binnen de 3 kW/m²-contour ligt zal het aantal te verrichten handelingen plus de lokale hittebelasting bepalen of alsnog kortstondig (< 1 minuut) werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd. Echter, een saneringstraject verdient in dit geval de voorkeur.

Automatische blus/koelsystemen

De automatische systemen dienen altijd onderdeel te zijn van een onderhoudsregime wat aantoonbaar wordt uitgevoerd. Dit dient als zodanig dan ook te worden geborgd in de beschikking of vergunning.

Ook het systeem zelf dient beschreven te worden indien dit noodzakelijk wordt geacht. Dit is vooral handig wanneer er sprake is van een systeem dat een specifieke werking en een mindere bekendheid heeft bij het bevoegd gezag. Hierbij dient aandacht besteed te worden aan specifiek gehanteerde uitgangspunten welke hebben geleid tot het ontwerp van het systeem. M.a.w. het systeem dient te worden benoemd en geaccepteerd als gelijkwaardige oplossing.

Tabel 8: Aantallen personen en voertuigen benodigd bij (semi)stationaire systemen

Uitvoering Systeem	Blussingswijze	Stationair		Semi-stationair	
	Koelingswijze	Stationair		Stationair	
	Aansluit/bedienlocaties	buiten 3 kW/m ²	buiten 1 kW/m ²	buiten 3 kW/m ²	buiten 1 kW/m ²
Personeel	Brandwacht t.b.v. blussing	1 (combi)	1 (combi)	1 (combi)	1 (combi)
	Brandwacht t.b.v. koeling				
	Chauffeur/pompbediende	-	-	1	1
	Bevelvoerder	-	-	-	-
	Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak (BzB) mogelijk inzetbaar	ja, zie opm.	ja, zie opm.	ja, zie opm.	ja, zie opm.
	Aantal voertuigen benodigd 4)	N.v.t.		Capaciteit semi-stationair systeem vergelijken met capaciteit voertuig	

Uitvoering Systeem	Blussingswijze	Stationair		Semi-stationair	
	Koelingswijze	Semi-stationair		Semi-stationair	
	Aansluit/bedienlocaties	buiten 3 kW/m ²	buiten 1 kW/m ²	buiten 3 kW/m ²	buiten 1 kW/m ²
Personeel	Brandwacht t.b.v. blussing	1 (combi)	1 (combi)	1	1
	Brandwacht t.b.v. koeling			1	1
	Chauffeur/pompbediende	1	1	1	1
	Bevelvoerder	-	-	1	1
	Brandweerfunctionaris zonder brandweerpak (BzB) mogelijk inzetbaar	ja, zie opm	ja, zie opm	nee	nee
	Aantal voertuigen benodigd 4)	Capaciteit semi-stationair systeem vergelijken met capaciteit voertuig		Capaciteit semi-stationair systemen vergelijken met capaciteit voertuig	

- 1) Indien de BzB aantoonbaar getraind is en buiten de 1 kW/m² (zonder bescherming) tot 3 kW/m² (met bescherming) kan bedienen, mag de brandwacht achterwege worden gelaten.
- 2) Indien de bij semi-stationaire blus- en koelsystemen de handelingen zich beperken tot het aansluiten van slangen tussen bv schuimkar/hydrant, schuimkar/aansluitpunt of hydrant/aansluitpunten en er wordt voldaan aan 1), mag de brandwacht achterwege worden gelaten.
- 3) Met (combi) wordt bedoeld dat de brandwacht/BzB-er beide taken kan doen. Indien er meer dan 1 semi-stationair systeem bediend dient te worden is dit niet meer mogelijk i.v.m. tijdverlies.
- 4) Er dient zoveel mogelijk voorkomen te worden dat 1 semi-stationair systeem gevoed moet worden door meerdere voertuigen.
- 5) Indien stationaire systemen volledig automatisch of op afstand vanuit de controle kamer in werking worden gezet is er geen bedrijfsbrandweer nodig.

4.3 Vuistregels inzet

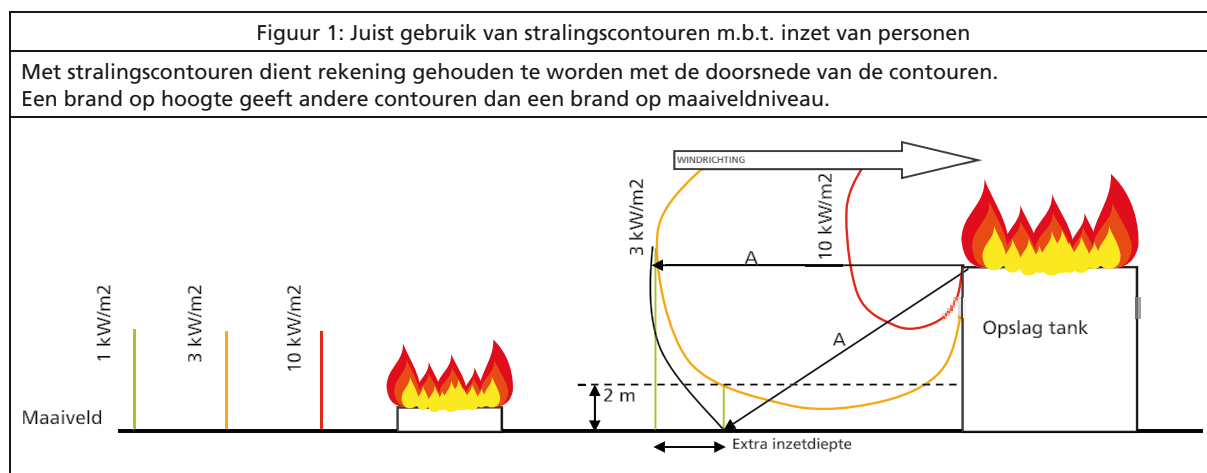
Met betrekking tot de inzetbeoordeling is er een aantal specifieke aandachtspunten die in acht dienen te worden genomen om te voorkomen dat de beoordeling te star verloopt. De beslissingen welke door de beoordelaar worden genomen, hebben namelijk grote gevolgen voor de drijver van de desbetreffende inrichting. Het is dus zaak reëel met de scenario's om te gaan.

4.3.1 Figuur 1, stralingscontouren

Figuur 1 is ontwikkeld om reëel om te kunnen gaan met stralingscontouren t.g.v. brand. Een brand op hoogte geeft andere contouren dan dezelfde brand op maaiveldniveau. Middels speciale modelleringssoftware kan dit in beeld worden gebracht. Echter, niet iedereen heeft de beschikking over deze software. Een conservatieve methode om toch gebruik te maken van extra inzetdiepte, is door de afstand A van de 3 kW/m²-contour naar beneden te kantelen om de contour op maaiveldniveau te verkrijgen.

Stralingscontouren van gebouwbranden en buitenopslagen van hout, kunststof, papier, e.d. kunnen middels de Beheersbaarheid van Brand-methodiek worden bepaald. De stralingsberekeningen zijn hierbij gebaseerd op de PGS 2 (oude CPR 14).

Hierbij dienen de stralingsbronnuitgangspunten duidelijk te zijn omschreven. Zo wordt voor opslaggebouwen met een 'normale' opslag 45 kW/m² als bronstraling gehanteerd. Voor kunststof opslag wordt vaak 55 kW/m² gehanteerd. Deze waarden zijn sterk afhankelijk van de productvorm, wijze van opslag en materiaaleigenschappen.



1 kW/m²: Tot hier mogen BHV+ personen acties ondernemen zoals weergegeven in tabel 5

3 kW/m²: Tot hier mogen brandwachten een langdurige inzet plegen

10 kW/m²: Alle objecten binnen deze contour die escalatie kunnen veroorzaken dienen gekoeld te worden, Hiervoor dient het te koelen oppervlak beschreven te worden in het bedrijfsbrandweerrapport. Gebruik tabel 4 voor de applicatie hoeveelheden.

A: Door de horizontale afstand A tegen de klok in te draaien kan extra inzetdiepte worden verkregen

Onder objecten die escalatie kunnen veroorzaken, worden insluitsystemen (tanks, vaten, pompen, leidingen, etc.) bedoeld gevuld met gevaarlijke stoffen (brandbaar, toxisch). Met name dampruimtes en de daarbij behorende aansluitingen en openingen van insluitsystemen zijn belangrijk. Wel dient in de beoordeling aandacht te worden besteed aan eventuele veiligheidsmaatregelen op of in een installatie die gedurende opwarming door een omgevingsbrand inschakelen. Deze veiligheidsmaatregelen hebben veelal tot doel escalatie te voorkomen en zijn soms verplicht. Een voorbeeld hiervan zijn tankcontainers voor gevaarlijke stoffen.

Software voor Brandsimulatie/modellering

Bij gebruik van simulatie en modellering kan gebruik worden gemaakt van een groot aantal programma's. Modellering is gebaseerd op redelijk simpele natuurkundige formules en geeft snel een resultaat. Voorbeelden hiervan zijn op PGS 2 gebaseerde modellen zoals SAFETI-NL, Effects en SAVEII. De modellen geven een stofafhankelijke voorspelling van de effecten van plasbranden, fakkelbranden, toxische wolken en overdruk effecten. Bij de voorspelling wordt tweedimensionaal gerekend en wordt ook geen rekening gehouden met eventuele afscherming.

Simulatieprogramma's zijn veel complexer en maken gebruik van stromingsleer voor het voorspellen van effecten. De output is zeer afhankelijk van de input en dient derhalve zorgvuldig te gebeuren. In principe is elke situatie te simuleren en wordt er driedimensionaal gerekend. Hierdoor kan bijvoorbeeld afscherming van stralingsbelasting inzichtelijk gemaakt worden.

4.3.2 Tabel 9, efficiënt koelen en blussen

Met behulp van tabel 9 is voor een aantal referentiescenario's aangegeven hoe er optimaal gebruik gemaakt kan worden van mensen en middelen tijdens een inzet. Deze tabel dient gehanteerd te worden nadat het benodigd aantal mensen voor blussen en koelen is bepaald via het schema blussing en koeling.

Tabel 9: Combinatie koelen en blussen	
Spoorketelwagens en tankwagens <i>Brand bij overslag</i>	Een blus- en koelactie bij een plasbrand onder een spoorketelwagon of tankwagen kan gerealiseerd worden door de schuim/waterstraal op het voertuig te richten waardoor koeling van het voertuig wordt gerealiseerd en blussing van de plas onder het voertuig. Het apart koelen van het voertuig wordt afgeraden als de blusactie gaande is i.v.m. schuimlaag afbreukrisico.
Procesinstallaties <i>Appendage brand</i> <i>Leidingbrand</i>	In de directe omgeving van de plasbrand kan middels een schuim/water straal koeling en blussing gerealiseerd worden. Er hoeft dan niet apart gekoeld te worden. Indien de omliggende installaties enkel gekoeld dienen te worden en er geen schuimlaag afbreukrisico is, dan kan er gekoeld worden met water.
Tankputten	Zodra er gestart wordt met de blusactie dienen eventuele stationaire koelsystemen te worden gedeactiveerd. De schuim/waterstralen dienen zoveel mogelijk op de tanks gericht te worden om zo koeling en gelijkmatige schuimlaagverdeling te realiseren. Bij grote capaciteiten dient rekening gehouden te worden met de integriteit van de intacte tanks (voorkom indeuken tankwand)
Bevelvoering	Een bevelvoerder is niet bij elke inzet nodig. Bij eenvoudige handelingen zoals het bijzetten of aansturen van (semi)stationaire systemen is aansturing veelal niet noodzakelijk. Zodra er meer dan 2 personen handelingen dienen te verrichten, is een bevelvoerder wel noodzakelijk i.v.m. communicatie, arbeidsveiligheid en overzicht (zie ook tabel 7 en 8)

4.3.3 Tabel 10, lekkages

Tabel 10 bevat de richtlijnen rondom het bestrijden van lekkages en de effecten ervan.

Tabel 10: Bestrijden lekkages/LOC's/effecten	
Opruimen spills toxische stoffen (vloeibaar)	Twee man nodig voor het bovenwinds afdekken met schuim of absorptiemiddel (eventueel onder dekking van een waterschild bij een brandbare stof). Dit is noodzakelijk omdat er het risico bestaat dat de lekkage ontstoken wordt waarbij grote hitte kan ontstaan en wellicht één persoon geholpen dient te worden bij de terugtrekking. Het eventueel gebruik van gaspakken hangt af van de stoffeigenschappen.
Opruimen spills toxische stoffen (vast)	Indien de LOC in een gebouw is opgetreden dient het gebouw afgesloten te worden en kan een derde de opruiming verzorgen. Indien de LOC buiten heeft plaatsgevonden dient verstuiven voorkomen te worden door te bevochtigen (indien mogelijk) of afdekken met zeil of doek. Vaste stoffen dienen in een calamiteitendrum te worden geschept.
Klep/afsluiter bedienen of dichten gat zonder brand	Twee man nodig voor het bovenwinds afsluiten/afstoppen in bluskleding en onder dekking van een waterschild. Dit is noodzakelijk omdat er het risico bestaat dat de lekkage ontstoken wordt waarbij grote hitte kan ontstaan en wellicht één persoon geholpen dient te worden bij de terugtrekking. Deze personen komen bovenop het aantal personen dat de plas aan het beschuimen is.
Klep/afsluiter bedienen of dichten gat met brand <i>Appendage brand</i> <i>Brand bij overslag</i> <i>Leidingbrand</i> <i>Fakkel branden</i> <i>Wolkdispersies</i>	Twee man nodig voor het bovenwinds afsluiten/afstoppen in bluskleding onder dekking van een waterschild. Deze personen komen bovenop het aantal personen wat de plasbrand aan het bestrijden is.
Klep/afsluiter bedienen toxische stof <i>Wolkdispersies</i>	Bepaal of de stof in aanmerking komt voor een gaspakken inzet. Zo ja dan zijn er 2 man nodig voor het afsluiten in gaspak. Zo nee dan zijn er twee man nodig voor het bovenwinds afsluiten in chemicaliën pak of bluskleding onder dekking van een waterschild. Indien toxische stoffen als bijkomend gevaar brand hebben, is de inzet van gaspakken niet mogelijk. Gaspakken zijn niet bestand tegen de hittestraling en de drager zou onnodig in gevaar komen. In deze situaties dient gekeken te worden of met bluskleding bovenwinds benaderd kan worden onder dekking van waterschermen.

4.3.4 Tabel 11, Dispersie/neerslaan van brandbare/toxische dampen/gassen

In algemene zin geldt het volgende:

- Bij dispersie van damp, die ontstaat vanuit een plas, zou de bestrijding zich primair moeten richten op bronbestrijding, zoals afdekken van de plas met bijvoorbeeld schuim;
- Bij gasdispersie zijn de volgende zaken van belang:
- omvang van de wolk, met name breedte;
- oplosbaarheid van de stof in water;
- dichtheid van het gas;
- benodigde verdunningsfactor om een (qua concentratie) 'veilige' situatie te bereiken.

Bij een scenario met een AGW-contour welke over de terreingrens ligt, dient dispersie/neerslag als resultaat te hebben dat na verloop van tijd de AGW-contour binnen de terreingrens blijft. Tabel 11 geeft verdunningsfactoren die helpen te bepalen of er 1, 2 of meer schermen moeten worden opgesteld om deze doelstelling te bereiken.

Voor brandbare gassen die zwaarder dan lucht zijn, kan neerslaan of dispersie eveneens een verdunnend effect hebben. Dit verkleint de kans op explosie. Indien gassen lichter dan lucht zijn, wordt geadviseerd geen dispersie toe te passen. De effecten zijn namelijk nagenoeg verwaarloosbaar en het vrijgekomen water hindert wellicht de herstelwerkzaamheden. Indien een licht gas een besloten ruimte dreigt in te drijven, is dispergeren weer wel zinvol.

Koude gassen

Ook van belang is de toestand van de bron, bijvoorbeeld een koud gas met een relatief lage dampdichtheid. Het gas dat normaal lichter is dan lucht (bij omgevingstemperatuur en –druk) zal zich in eerste instantie gedragen als een zwaar gas vanwege haar temperatuur. Dit bepaalt tevens de reactie van de wolk op de maatregel. Door stuwning middels bluswater zal de wolk opwarmen en gaan stijgen. Ook realiseert men verdunning.

Opmerking: Een dampwolk van bijvoorbeeld ammoniak, die men in water wil oplossen, kan als gevolg van het temperatuurverschil tussen het water uit de sproeistraal en de ammoniak gewoon vooruit worden gedreven. Dit moet door insluiting voorkomen worden.

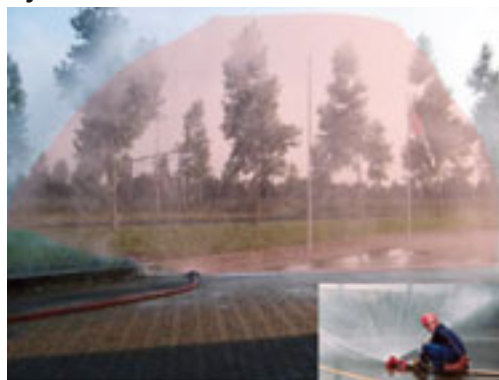
Tabel 11: Dispersie/neerslaan van brandbare/toxische dampen/gassen

Repressief middel	Benodigde oppervlakte hydroshield/waterscherm (1)		Effect resultaten		
	Hoogte	Breedte	Max. verdunning	Max. neerslag (3)	Opmerkingen
Hydroshield scherm (1) zie fig. 1 en 2	2 x hoogte gas/dampwolk	2 x breedte gas/dampwolk	factor 10	70%	Alleen bij rustig weer (2)
Door monitoren opgetrokken water scherm (1) zie fig. 3	2 x hoogte gas/dampwolk	2 x breedte gas/dampwolk	factor 2	20%	Alleen bij in water oplosbare stoffen

	Maximaal mogelijk oppervlak		Max. verdunning	Max. neerslag (3)	Opmerkingen
Monitor (half gebonden) zie fig. 4	Diameter straal	Diameter straal	factor 4	70%	Bron dicht benaderen op 3 m en gericht op de bron

- 1) Omvang gas/dampwolk volgt uit modellering (taak opsteller bedrijfsbrandweerrapport)
- 2) Een scherm kan bestaan uit meerdere hydroshields of monitoren
- 3) Bij hoge windsnelheden neemt de effectiviteit van het hydroshield met minimaal de helft af (conservatief)
- 4) Alleen voor in water oplosbare stoffen

Hydroshield scherm



Hydroshield (hoge watersnelheden)



Hydroshield

Een hydroschild kan het best gebruikt worden voor: het oplossen van goed in water oplosbare gassen/dampen of het tegenhouden/verdunnen van een gas/dampwolk die zwaarder is dan lucht. Zoals de afbeeldingen aantonen zijn er verschillende variaties beschikbaar. De scenario's moeten dan ook vermelden welke hydroschilden gebruikt worden, wat hun minimale werkhoogte en werkbreedte is en onder welke voor het bedrijf reële condities (capaciteit en druk).

Monitoren



Waterscherm middels monitor



Monitor half gebonden

Bij het gebruik van monitoren wordt de optimale verdunningsfactor (venturi-werking) bereikt middels half gebonden stralen. Het gebruik van de venturi-werking is alleen interessant als de straal dicht bij de bron wordt gepositioneerd. Hoe groter de afstand hoe minder verdunningseffect. Een te hanteren vuistregel hierbij is dat 1 liter water uit een monitor ongeveer 2 m³ lucht levert waarmee geforceerd kan worden verdund. Waterschermen zijn alleen geschikt voor het neerslaan van in water oplosbare stoffen.

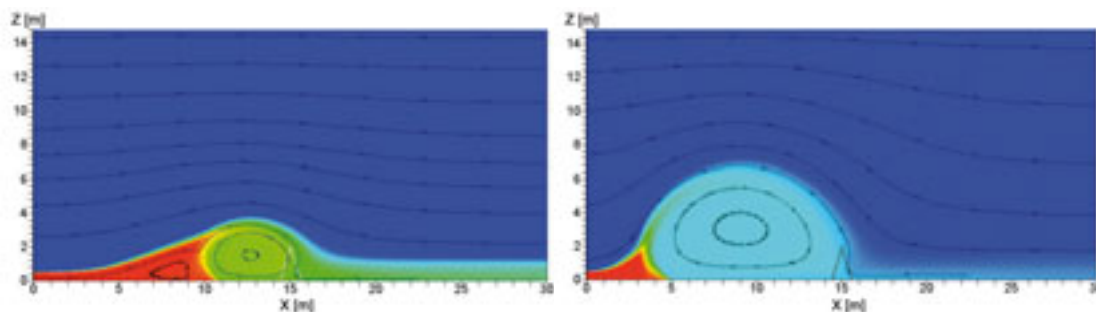
Concentratiereductie bij hydroschilden

Concentratiereductie wordt vaak weergegeven met een 'dilution factor DF' uitgelegd als de ratio tussen laag bij de grond concentraties met en zonder waterschermen³.

$$DF = \frac{C_{free_dispersion}}{C_{forced_dispersion}}$$

³ Bron: Heavy Gas Dispersion by Water Spray Curtains, von Karman Institute & Ecole des Mines d' Alès

Het beste resultaat wordt geboekt bij hoge snelheden van de waterdruppels. Dit genereert namelijk een luchtstroom met voldoende snelheid. Deze luchtstroom zorgt ervoor dat de gas/dampwolk gaat circuleren om zijn eigen as en verdunt. Op deze wijze kan een DF van maximaal 10 worden behaald bij weinig wind. Omdat bij veel wind de effectiviteit van het hydroshield beperkt wordt, is het dus zaak, na opbouw van het hydroshield, de lekkage zo snel mogelijk te stoppen.



(a) lage watersnelheden

(b) Hoge watersnelheden

Rood = hoge concentratie gas

Lichtblauw = lage concentratie gas

4.3.5 Bereikbaarheid

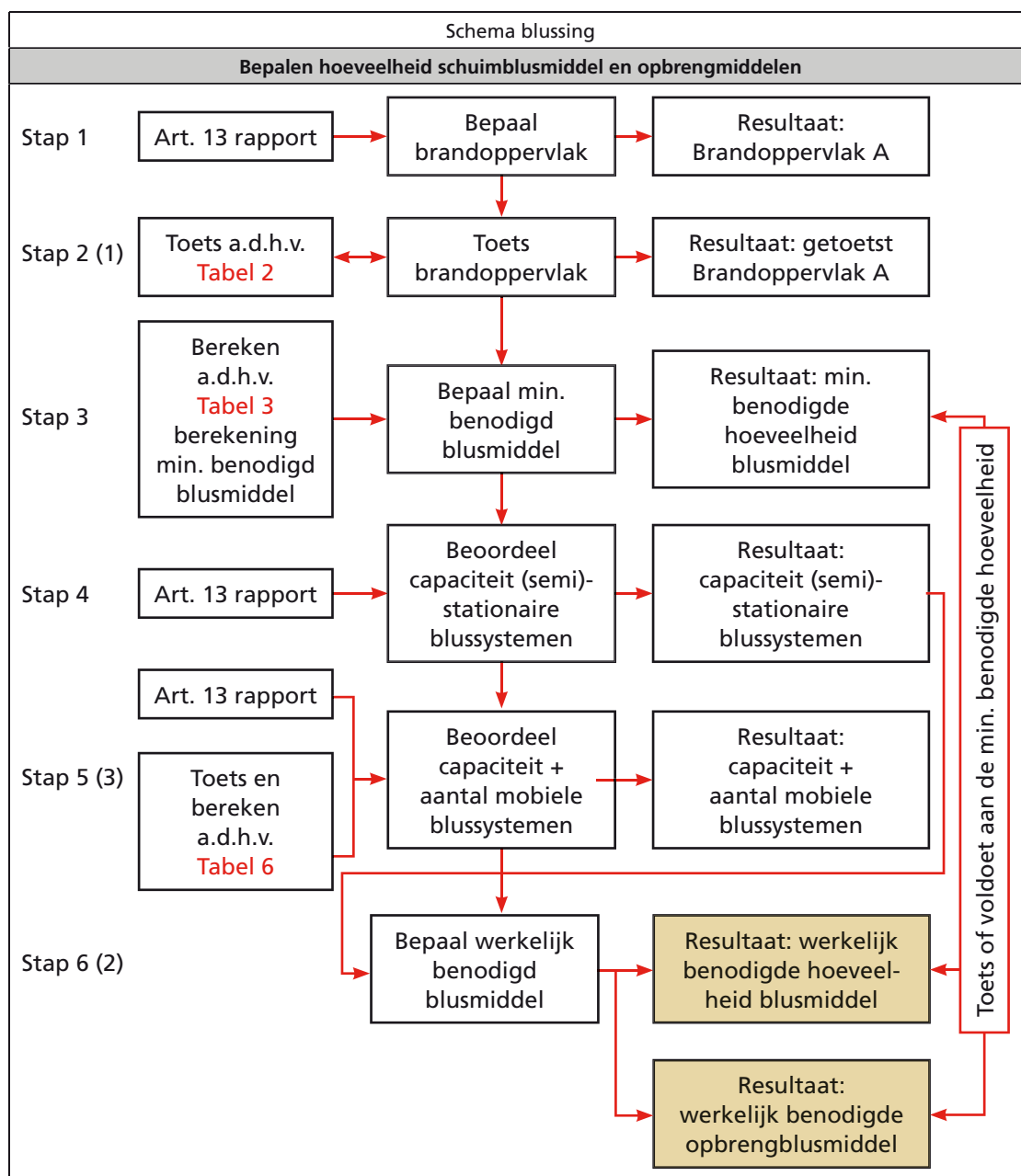
De bereikbaarheid van gebouwen/installaties etc. binnen een inrichting moet voldoen aan de richtlijnen binnen de PGS-reeks omtrent bereikbaarheid, de voorschriften uit de milieuvergunning en het gebruiksbesluit (de lokale bouw- en brandveiligheidsverordening).

Hierbij is het belangrijk dat de brandweer bijvoorbeeld bovenwinds een incident/gebouw/installatie kan benaderen. In lokale regelgeving wordt wel eens geëist dat gebouwen rondom bereikbaar zijn. Indien dit bedoeld is voor voertuigen van de brandweer, dient in acht te worden genomen dat de betreffende gebouwen een WBDBO van 0 minuten kunnen hebben. Het opstellen van voertuigen direct naast het gebouw, kan dan leiden tot verlies van het voertuig.

4.4 Schema blussing

Dit schema dient stap voor stap doorlopen te worden teneinde te bepalen hoeveel blusmiddel en opbrengmiddelen t.b.v. de beheersing en bestrijding van het incident nodig zijn.

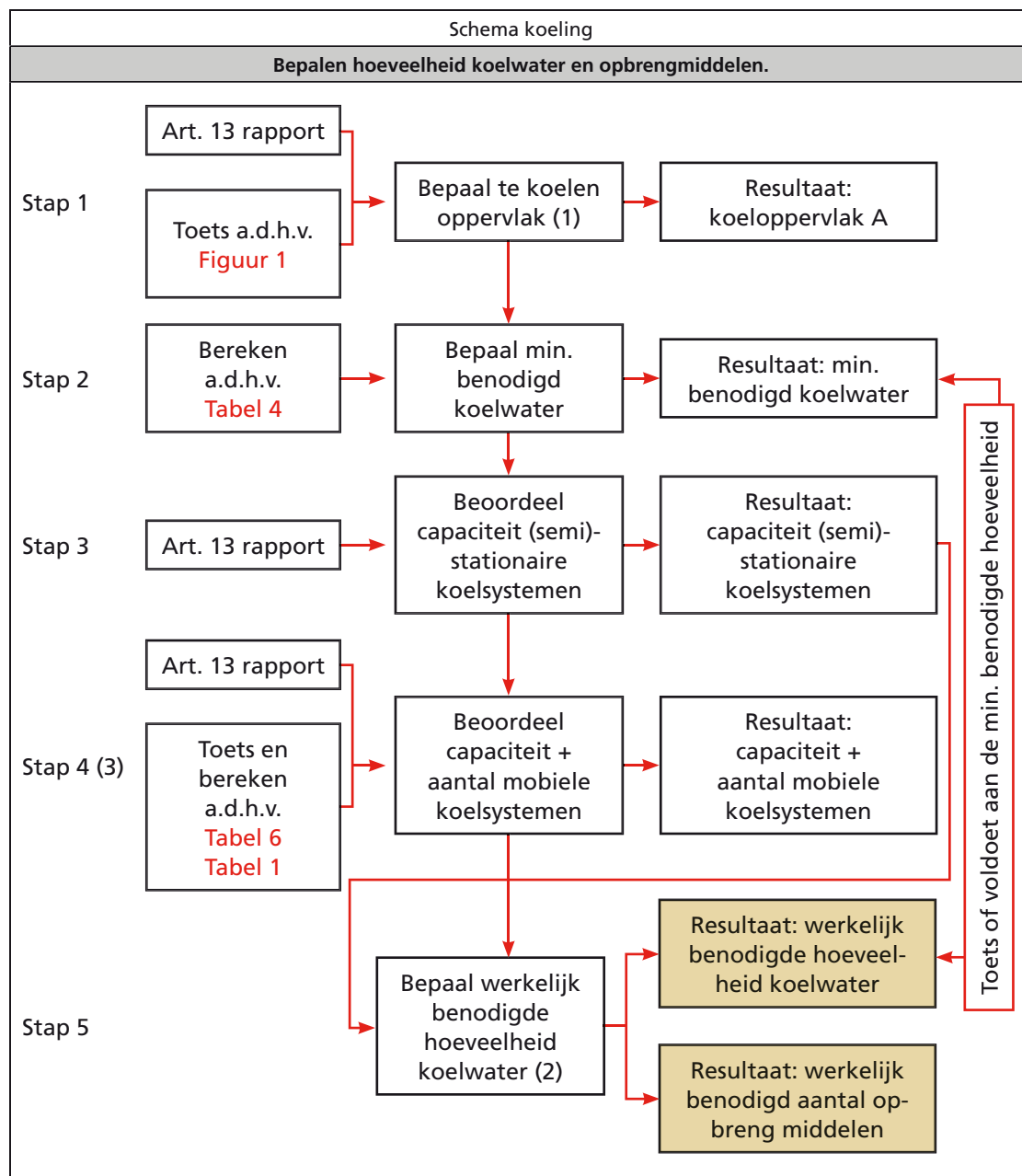
Dit schema is voor een deel afhankelijk van de informatie zoals weergegeven in de te beoordelen scenario-omschrijving m.b.t. plasoppervlaktes en (semi)stationaire systemen. Het resterende deel is gekoppeld aan de hiervoor benoemde tabellen en figuren. Indien er twijfel bestaat over de juistheid van de aangeleverde informatie, dient dit doorgesproken te worden met de organisatie die de informatie heeft aangeleverd.



- 1) Deze stap geldt alleen bij appendage branden en brand bij overslag
- 2) In deze stap wordt beoordeeld hoeveel blusmiddel er werkelijk benodigd is gebruikmakend van de in het bedrijfsbrandweerrapport benoemde opbrengmiddelen (straatwater kanonnen e.d.) of stationaire systemen.
- 3) Indien er sprake is van een combinatie van (semi)stationaire systemen en mobiele bestrijding of alleen mobiele bestrijding.

4.5 Schema koeling

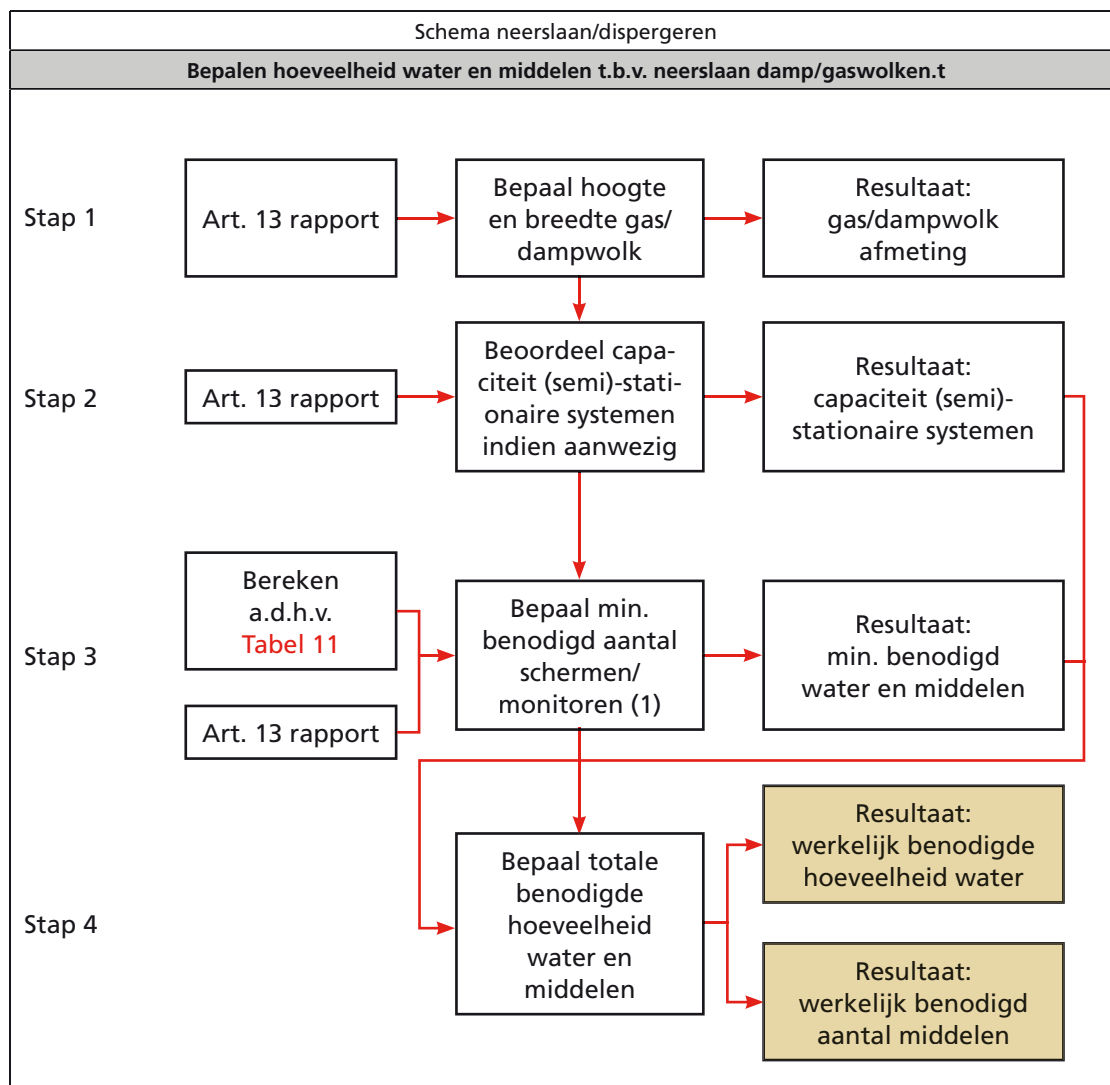
Ook dit schema dient stap voor stap doorlopen te worden teneinde te bepalen hoeveel koeling en opbrengmiddelen t.b.v. de koeling benodigd zijn. Dit schema is eveneens voor een deel afhankelijk van de informatie zoals weergegeven in het ingediende bedrijfsbrandweerrapport m.b.t. koeloppervlaktes en (semi)stationaire systemen. Indien er twijfel bestaat over de juistheid van de aangeleverde informatie dient dit doorgesproken te worden met de indiener van het rapport.



- 1) De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten gekoeld dienen te worden. Aan de hand van figuur 1 dient beoordeeld te worden of de contouren reëel zijn.
- 2) In deze stap wordt beoordeeld hoeveel koelwater er werkelijk benodigd is (stap 3 + 4) gebruikmakend van de in het bedrijfsbrandweerrapport benoemde opbrengmiddelen (mobiel en stationair)
- 3) Indien er sprake is van een combinatie van (semi)stationaire systemen en mobiele koeling of alleen mobiele koeling.

4.6 Schema neerslaan-dispersie

Dit schema dient stap voor stap doorlopen te worden teneinde te bepalen hoeveel water en opbrengmiddelen t.b.v. de neerslaan/dispersie benodigd zijn. Dit schema is eveneens voor een deel afhankelijk van de informatie zoals weergegeven in het ingediende bedrijfsbrandweerrapport m.b.t. mobiele en (semi)stationaire systemen. Indien er twijfel bestaat over de juistheid van de aangeleverde informatie dient dit doorgesproken te worden met de indiener van het rapport.

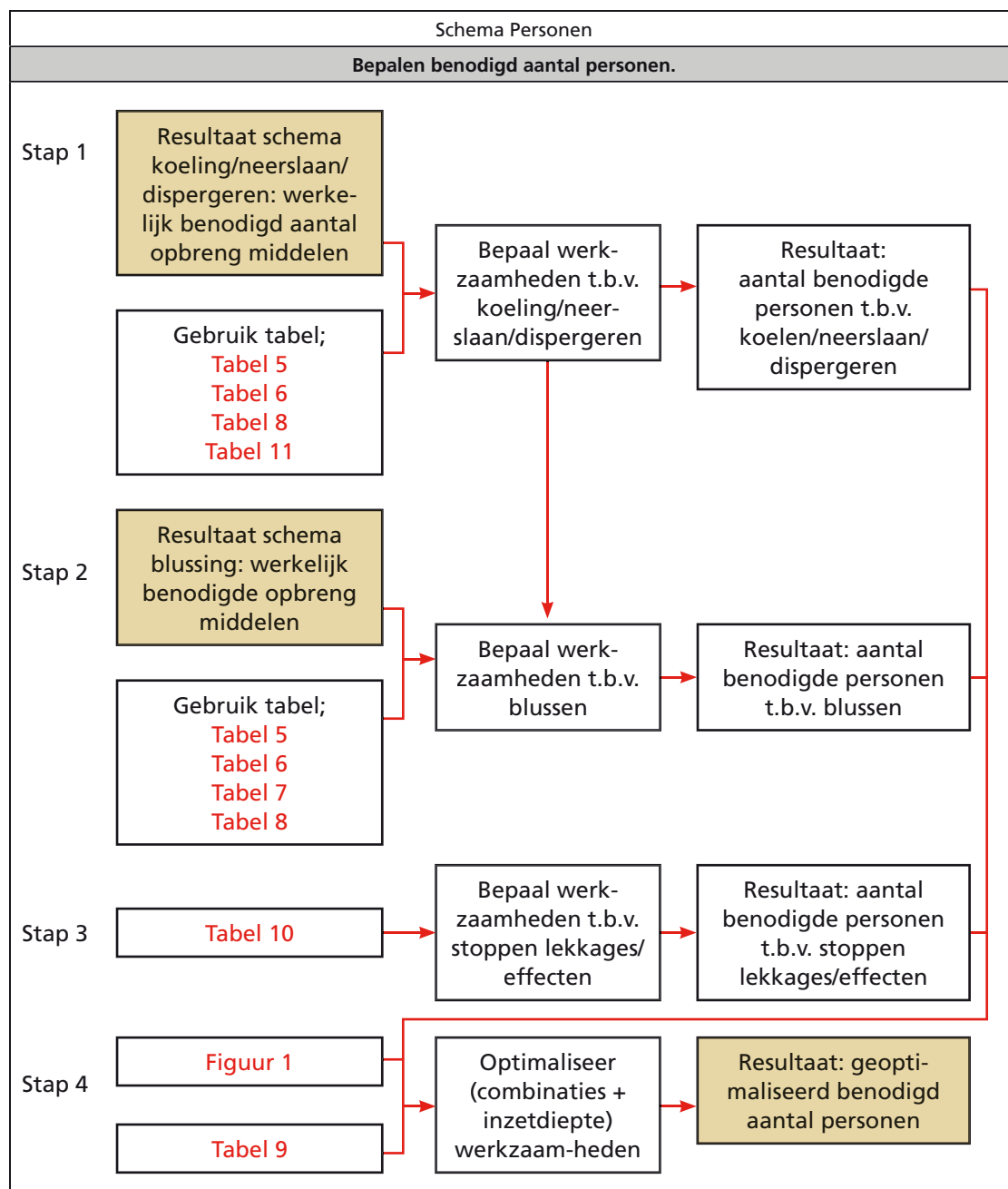


- 1) Indien de AGW/LBW na het plaatsen van een 1e scherm nog steeds de inrichtingsgrens overschrijdt, dient er een extra scherm te worden geplaatst. Dit is in te schatten aan de hand van de verdunningsfactor of percentage neerslag zoals genoemd in tabel 11.
- 2) Veelal zijn stationaire systemen voldoende om de AGW/LBW binnen de terreingrenzen te houden.

4.7 Schema personen

Aan de hand van de resultaten van het schema blussing en het schema koeling is het aantal benodigde personen te bepalen die nodig zijn voor het opbrengen van bijvoorbeeld schuim en het koelen van objecten.

M.a.w. de opbrengmiddelen worden nu gekoppeld aan personen voor opbouw en/of bediening. Daarna vindt er nog een optimalisering plaats om de in stap 1, 2 en 3 van het schema bepaalde hoeveelheid personen terug te brengen tot het minimaal benodigde aantal personen.



- 1) Indien de AGW/LBW na het plaatsen van een 1e scherm nog steeds de inrichtingsgrens overschrijdt, dient er een extra scherm te worden geplaatst. Dit is in te schatten aan de hand van de verdunningsfactor of percentage neerslag zoals genoemd in tabel 11.
- 2) Veelal zijn stationaire systemen voldoende om de AGW/LBW binnen de terreingrenzen te houden.

5 Referentiescenario's

LOC's in diverse binnen de Modules benoemde installaties, kunnen leiden tot generieke scenario's, de zogenaamde referentiescenario's.

De in bijlage 1 toegevoegde referentiescenario's zijn gekoppeld aan de vuistregels, tabellen en schema's zoals in het vorige hoofdstuk behandeld. Per referentiescenario is aandacht besteed aan de specifieke punten die voor dat scenario van toepassing zijn. Op deze wijze kunnen specifieke scenario's middels referentiescenario's getoetst worden door de inspecteur.

In bijlage 1 zijn alle uitgewerkte referentiescenario's bijgevoegd.

Referentie hoofdscenario	Uitvoering object	REFERENTIE SUBSCENARIO'S	Stationaire a) koelssystemen/waterschermen	Stationaire blussystemen	Semi-stationaire koelssystemen/waterschermen	Semi-stationaire b) blussystemen	Geen (semi-)stationaire systemen	Inertisering dampruimte	Automatische (brand)detectie	Brand detectie via observering	Passieve brandbescherming	Mobiele koeling/waterscherm	Mobiele blussing/beschuiming	Geen LOC opvangvoorzieningen (asfalt/beton)	Geen LOC opvangvoorzieningen (grindbed)	LOC opvangvoorziening met snelle afvoer	LOC opvangvoorziening	Lay-out conform PGS 29		
1 Tankbrand																				
	Vast dak	1.1																		
		1.1.1					X	X												
		1.1.2	X	X																
		1.1.3	X								X			X						
		*1 1.1.4		X							X		X							
		*1 1.1.5					X				X		X	X						
		*1 1.1.6			X	X					X									
		*1 1.1.7			X						X			X						
		*1 1.1.8				X					X		X							
			Dome roof met extern drijvend dak d)	1.2	Gelijk aan extern drijvend dak (1.4)															
			Dome roof met intern drijvend dak d)	1.3,1	Gelijk aan vast dak (1.1)															
			Extern drijvend dak	1.4																
			" "	1.4.1		X						X								X
			" "	1.4.2				X				X								X
			" "	1.4.3					X			X								X
	Cup tank e)	1.5	Gelijk aan vast dak (1.1)																	
2 Tankputbrand																				
		2.1					X		X	X		X	X							
		2.2	X							X	X	(X)	X							
		2.3	X	X						X	X	(X)								
		2.4		X						X	X	X								
		2.5			X					X	X	(X)	X							
		2.6			X	X				X	X	(X)								
		2.7				X				X	X	X	X							

Referentie hoofdscenario	Uitvoering object	REFERENTIE SUBSCENARIO's	Stationaire a) koelsystemen/waterschermen	Stationaire blussystemen	Semi-stationaire koelsystemen/waterschermen	Semi-stationaire b) blussystemen	Geen (semi-)stationaire systemen	Inertisering dampruimte	Automatische (brand)detectie	Brand detectie via observering	Passieve brandbescherming	Mobiele koeling/waterscherm	Mobiele blussing/beschuiming	Geen LOC opvangvoorzieningen (asfalt/beton)	Geen LOC opvangvoorzieningen (grindbed)	LOC opvangvoorziening met snelle afvoer	LOC opvangvoorziening	Lay-out conform PGS 29		
3 Rim-fire																				
	Extern drijvend dak zonder foamdam	3.1																		
		*2 " "	3.1.1	X					X											
		" "	3.1.2			X				X										
		Extern drijvend dak met foam-dam	3.2																	
			*2 " "	3.2.1	X						X									
			*2 " "	3.2.2			X				X									
		*2 *3 " "	3.2.3				X			X			X							
		Intern drijvend dak met of zonder foam-dam	3.3																	
			*2 " "	3.3,1			X				X									
			" " X	3.3,2	X						X									
4 Brand in procesinstallatie (appendagebrand)																				
		4.1				X				(X)	X	X	X	X of X	X of X	X of X				
		*4 " "	4.2	X						(X)		X		X	X of X	X of X				
		" "	4.3	X	X						(X)				X of X	X of X				
		" "	4.4		X						(X)	X			X of X	X of X				
		" "	4.5			X					(X)		X		X of X	X of X				
		" "	4.6			X	X				(X)				X of X	X of X				
		" " X	4.7			X					(X)	X			X of X	X of X				
5 Leidingbrand in leidingstraat/brug																				
	Leiding brug	5.1	Gelijk aan brand in procesinstallatie (4)																	
	Leiding straat f)	5.2	X	of	X	of	X					X	X							
6 Brand bij overslag (tankwagens, tankcontainers, boxcontainers & spoorketelwagens)																				
	" "	6.1				X			X	X		X	X							
		*4 " "	6.2						X	X		X	X							
		" "	6.3	X of X						X	X									
		" "	6.4							X	X		(X)							
		" " X of X	6.5			X of X				X	X		(X)							
7 Fakkelbranden (gas en vloeistof onder druk)																				
		7.1				X			X	X	(X)	X								
		*2 " "	7.2	X					X	X	(X)	(X)								
		" " X	7.3			X			X	X	(X)	(X)								

*2: Escalatie mogelijk naar 1

*3: Dome-roof niet toegestaan

Referentie hoofdscenario	Uitvoering object	REFERENTIE SUBSCENARIO'S															
		Stationaire a) koelssystemen/waterschermen	Stationaire blussystemen	Semi-stationaire koelssystemen/waterschermen	Semi-stationaire b) blussystemen	Geen (semi-)stationaire systemen	Inertisering dampruimte	Automatische (brand)detectie	Brand detectie via observering	Passieve brandbescherming	Mobiele koeling/waterschermer	Mobiele blussing/beschuiming	Geen LOC opvangvoorzieningen (asfalt/beton)	Geen LOC opvangvoorzieningen (grindbed)	LOC opvangvoorziening met snelle afvoer	LOC opvangvoorziening	Lay-out conform PGS 29
8	Wolkdispersie brandbare/toxische damp	Inclusief koudkokende stoffen					X					X	X	X of X	X of X	X of X	
			8.1				X					X	X	X of X	X of X	X of X	
			8.2	X	of	X						(X)		X of X	X of X	X of X	
			8.3	X	of	X						(X)	X	X of X	X of X	X of X	
			8.4		X	of	X					X		X of X	X of X	X of X	
9	Wolkdispersie brandbaar/toxische gas																
			9.1				X					X					
			9.2	X								(X)					
			9.3			X						(X)					
10	Vervoersgebonden scenario's																
			10.1				X			X		X	X	X			
			10.2				X			X		X	X			X of X	
			10.3				X			X		X	X			X of X	

*4: Zie tabel 8

- a) Stationair wil zeggen het enkel opendraaien van kleppen of drukken op een startknop zonder dat er slangen hoeven te worden uitgerold.
- b) Semi-stationair wil zeggen dat er altijd sprake is van tussenkomst van een voertuig/apparaat t.b.v. de functionaliteit van het systeem.
- c) Met automatische brand detectie wordt bedoelt vlamdetectie, hittedetectie of procesmeetinstrumentatie welke bij brand specifieke waarden geeft (bijvoorbeeld levelindicatoren welke door de brand beschadigd raken en in storing treden).
- d) "Een dome-roof wordt veelal aangebracht op bestaande extern drijvend dak tanks i.v.m. emissie reducering en bescherming tegen weersinvloeden. De constructie is van aluminium. Bij brandbestrijding vormt het dak een barriere, ook als het gedurende een brand faalt. De restanten van een dome-roof zorgen ervoor dat er geen egale afsluitende schuimlaag op de brandende vloeistof kan worden aangebracht. Wanneer het externe drijvende dak wordt vervangen door een intern drijvend dak, dan dient de tank gelijk te worden behandeld als ware het een vast dak tank."
- e) Een CUP tank is gelijk aan een vast dak tank, echter is deze niet in een tankput geplaatst maar in een open omhulling met dezelfde hoogte als de tank. Deze omhulling is veelal van staal.
- f) Een leidingloop op sleepers op maaiveld niveau is gelijk aan referentie scenario 5.1 waarbij geen LOC opvangvoorziening aanwezig is.

6 Vuistregels passieve en actieve brandbescherming

Omdat er nog geen richtlijnen beschikbaar zijn over het situeren en beoordelen van passieve en/of actieve brandbescherming binnen procesinstallaties, zijn hiervoor vuistregels opgesteld. Deze vuistregels geven richting waar passieve en/of actieve brandbescherming dient te worden toegepast. De vuistregels zijn afgeleid van standaarden/vuistregels van veel van de grotere bedrijven binnen de zware industrie. Het is mogelijk dat de in deze Module benoemde vuistregels enigszins afwijken van de bedrijfsspecifieke standaarden/vuistregels. De meeste bedrijfsspecifieke standaarden/vuistregels zijn in de regel conservatiever.

Toepassing van passieve en actieve brandbescherming dient een proces te doorlopen van risicobeoordeling tot realisatie en onderhoudfase. Vanuit bevoegd gezag wordt geadviseerd hiervoor het proces te hanteren zoals dat beschreven is in het BIB-document.

6.1 Fire Exposed Envelope

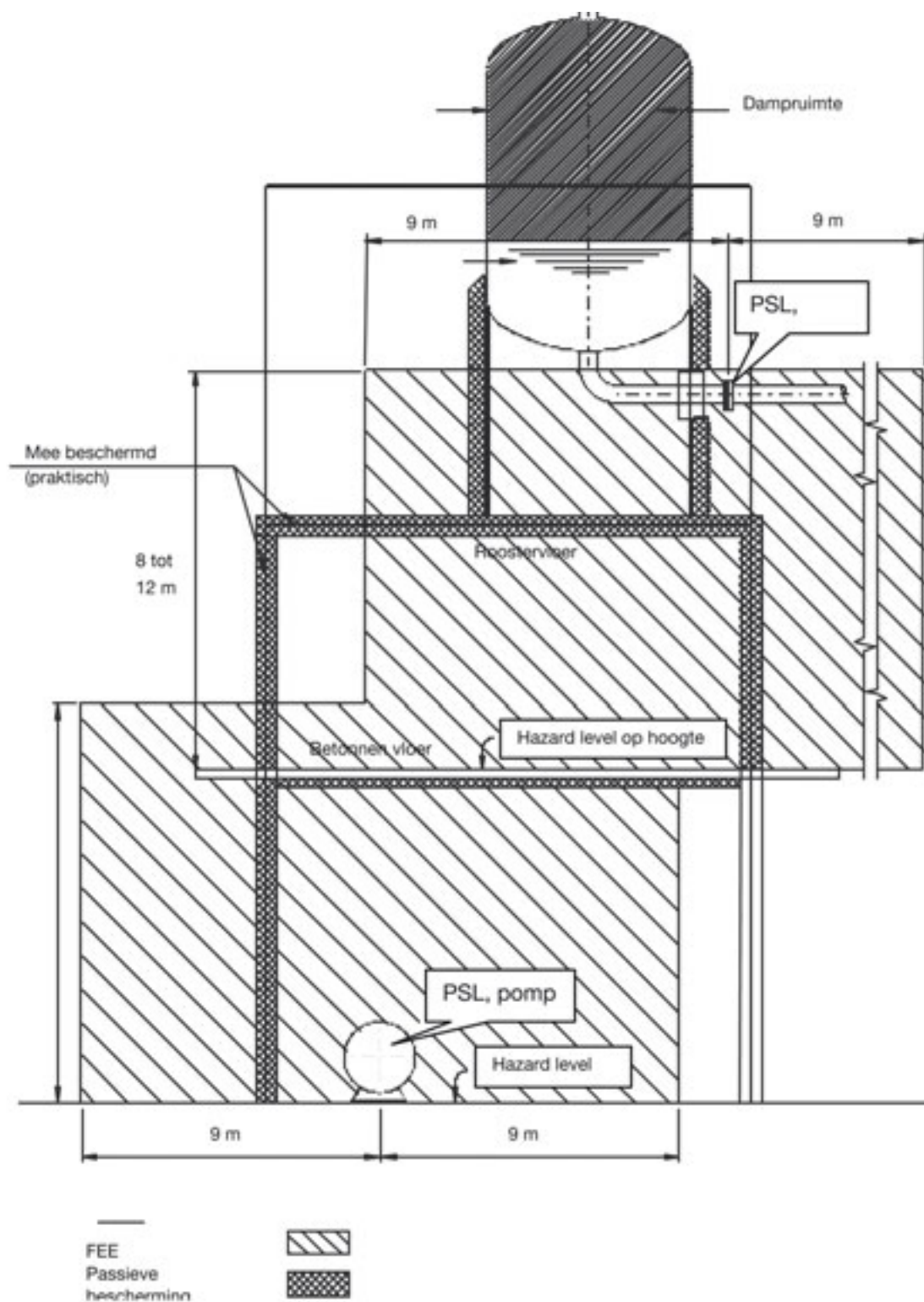
Binnen deze vuistregel wordt het concept 'Fire Exposed Envelope (FEE)' gebruikt om aan te geven waar en tot welk niveau passieve en/of actieve brandbescherming moet worden toegepast. Een FEE is een vooraf gedefinieerde zone waarbinnen lekkage van een brandbare vloeistof kan leiden tot een brand van voldoende intensiteit en duur dat omliggende draagconstructies en apparaten kunnen falen. Een FEE wordt toegepast bij insluitsystemen met een inhoud vanaf 5.000 kg aan brandbare producten. Een insluitsysteem betreft een systeem van apparaten en aangesloten leidingen die als geheel tijdens brand kan worden ingeblokt. Dit kunnen dus ook apparaten zijn welke geheel ingeblokt kunnen worden (bijvoorbeeld procesvaten).

Plassen kunnen zich vormen op vloeistofdichte of vloeistofwerende vloeroppervlaktes. Deze vloeroppervlaktes kunnen zich op de begane grond bevinden en/of op hoogte zoals betonnen vloeren en plaatstalen vloeren. Zulke oppervlaktes kunnen een plas herbergen die bij ontsteking een plasbrand vormt. Zeworden aangeduid als Hazard Level (HL). Middels Hazard Levels (HL) en PSL's (potential source of leakage) worden FEE geïdentificeerd en gelokaliseerd binnen een procesinstallatie.

Een FEE heeft hierbij de volgende afmetingen:
Een FEE is een volume met een cilindrische vorm. De cilinder heeft een radius van 9 meter gemeten vanuit een PSL en een hoogte van 8 tot 12 meter boven een HL.

Fakkelbranden vallen niet onder de reikwijdte van deze vuistregels.

Het is mogelijk dat studies aantonen dat de vuistregels te conservatief of juist te optimistisch zijn. Vloeroppervlaktes met een gunstige snelle afvoer kunnen resulteren in kleinere FEE's terwijl vloeroppervlaktes met een ongunstige of zelfs geen afvoer, een grotere FEE tot resultaat hebben. Daarnaast is een en ander ook afhankelijk van gatgroottes en de systeemdruk (zie ook Tabel 2 uit hoofdstuk 4)



Grafische weergave Fire Exposed Envelope

De onderstaande tabel kan gebruikt worden om te beoordelen of verticale kolommen en vaten afdoende passief/actief beschermd zijn of moeten worden.

Verticale kolommen en vaten met K1 vloeistof		Verticale kolommen en vaten zonder K1 vloeistof, maar met een diameter van meer dan 750mm of met een totaal gewicht boven de 9.000 kg.	
Buitenzijde skirt	Binnenzijde skirt in geval van: a) Flenzen, afsluiters of instrumentatie binnen de skirt; b) Meer dan één opening groter dan 600 mm diameter in de skirt; c) Ventilatiegaten in de skirt groter dan 50 mm diameter; d) Ruimte tussen leidingen en skirt doorvoering groter dan 25 mm.	Buitenzijde skirt	Binnenzijde skirt in geval van: a) Flenzen, afsluiters of instrumentatie binnen de skirt; b) Meer dan één opening groter dan 600 mm diameter in de skirt; c) Ventilatiegaten in de skirt groter dan 50 mm diameter; d) Ruimte tussen leidingen en skirt doorvoering groter dan 25 mm.

Tabel 6.1

De onderstaande tabellen 6.2, 6.3 en 6.4 kunnen gebruikt worden om te beoordelen of de draagconstructies van apparaten afdoende passief/actief beschermd zijn of moeten worden.

Applicatie criteria voor passieve/actieve bescherming voor draagconstructies van apparaten:			
Ondersteunende constructies waarmee warmtewisselaars aan kolommen vastzitten en die binnen de FEE vallen, dienen beschermd te worden.	Zadels en poten van vaten met een diameter van meer dan 750mm en als inhoud K1, K2 en K3 stoffen in geval van: a) Afstand tussen apparaat en de daaronder liggende ondersteunende constructie is meer dan 450 mm; b) Apparaat inhoud is meer dan 1.800 kg (2 m ³).	Draagconstructies voor kolommen en vaten op hoogte die zich binnen een FEE bevinden, dienen beschermd te worden.	Vangende constructiedelen voor apparaten die op gewichtssensoren zijn geplaatst en die zich binnen een FEE bevinden, dienen beschermd te worden.

Tabel 6.2

Applicatiecriteria voor passieve/actieve bescherming voor draagconstructies van apparaten:	
Apparaten met brandbare stoffen die voor escalatie kunnen zorgen.	Apparaten met niet brandbare inhoud met een diameter van meer dan 750 mm of een gewicht van meer dan 9.000 kg.
Alle belaste onderdelen van de constructie (horizontaal, verticaal en diagonaal) die het apparaat ondersteunen tot 8 meter boven HL.	Alle belaste onderdelen van de constructie (horizontaal, verticaal en diagonaal) die het apparaat ondersteunen tot 8 meter boven HL.

Tabel 6.3

Tabel 6.4 is van toepassing voor fornuizen. Zie Module 4 hoofdstuk 9.

Applicatiecriteria voor passieve/actieve bescherming voor draagconstructies van fornuizen (zie module 4):
Kolommen dienen ongeacht hun locatie t.o.v. de FEE, van passieve bescherming te zijn voorzien vanaf HL tot aan de volledige lengte van de kolom. Alle constructieonderdelen die het knikken van de kolommen tegengaan, dienen ook van passieve bescherming te zijn voorzien.

Tabel 6.4

De onderstaande tabellen 6.5 en 6.6 kunnen gebruikt worden om te beoordelen of de draagconstructies van leidingwerk afdoende passief beschermd zijn. Tabel 6.5 betreft leidingenbruggen binnen procesinstallaties (vaak IBL, Inside Battery Limit). Leidingenbruggen buiten de procesinstallaties worden soms over een bepaalde lengte uit de procesinstallaties nog voorzien van bescherming, maar daarna niet meer.

Applicatiecriteria voor passieve/actieve bescherming voor draagconstructies van leidingenbruggen:				
Kolommen en balken tot aan 8 meter boven de HL.	Kolommen en de 1e brug niveau ondersteunende balken die meer dan 8 meter boven de HL liggen.	Kolommen en balken tot aan 12 meter boven de HL als: a) >30 m ³ /h klasse 1 pompen onder de leidingenbrug staan; b) >DN 150 klasse 1 product leidingen boven het 1e brugniveau.	Fin-Fan luchtkoeler-ondersteuning vanaf HL tot aan de luchtkoelers.	Diagonale constructie-elementen indien belast door leidingwerk of Fin Fan luchtkoelers (windverbanden niet).

Tabel 6.5

Binnen procesinstallaties lopen leidingen die een gevaarlijke stof kunnen bevatten. Indien de leidingen voldoen aan de voorwaarden van tabel 6.6, is het wenselijk de ondersteuning te beschermen om escalatie te voorkomen. M.b.t. de Flare-leiding is het van groot belang dat deze tijdens een brand blijft functioneren omdat deze de installaties veilig van druk moet aflaten.

Applicatiecriteria voor passieve/actieve bescherming voor individuele permanente leidingondersteuning:		
Leidingen die klasse 1-producten of zeer toxische stoffen bevatten en een diameter hebben van DN 250 mm en/of een ondersteuning hebben van meer dan 450 mm boven de ondersteuning; Flare line.		
Kolommen en balken tot aan ondersteuning.	Vangende constructiedelen of verende ondersteuning.	Leidingondersteuning met een lengte van meer dan 450 mm.

Tabel 6.6

Eén van de richtlijnen waar deze systematiek in is verwerkt is de FM Global datasheet 7-14 'FIRE & EXPLOSION PROTECTION FOR FLAMMABLE LIQUID, FLAMMABLE GAS, & LIQUEFIED FLAMMABLE GAS PROCESSING EQUIPMENT & SUPPORTING STRUCTURES'.

7 Modelling en simulatie van scenario's

De effecten van LOC-scenario's kunnen gemodelleerd of gesimuleerd worden met softwarepakketten. Voorbeelden van dit soort softwarepakketten zijn:

- SAFETI (NL) (DNV);
- Effects (TNO);
- Poolfire6;
- FRED (Shell Global Solutions);
- CFD pakketten (bijv. Fluent);
- ALOHA (USA).

Dit hoofdstuk gaat in op de warmtestralingseffecten bij brand. Voor alle modellen en simulaties geldt dat de output zeer afhankelijk is van de input. De input dient weloverwogen en eventueel met consensus van meerdere partijen te worden opgesteld. Binnen het berekenen van de LOC-scenario's zijn er meerdere factoren die de uitkomst bepalen, zoals:

- De hoeveelheid vrijgekomen stof alvorens er ontsteking plaatsvindt;
- Plasdiepte en -grootte;
- Obstakels;
- Lekdebiet;
- Weersomstandigheden;
- Veranderende stofsamenstelling tijdens brand.

De invloed van obstakels en veranderende stofsamenstelling kunnen vaak alleen met simulatiesoftware inzichtelijk worden gemaakt (CFD). Op dit moment wordt simulatiesoftware binnen de industrie voor het simuleren van brand- of toxische scenario's nog maar weinig toegepast. Voor simpele modelleringen is het ook niet noodzakelijk om dit te gebruiken. Bij complexe vraagstukken heeft CFD wel meerwaarde.

In de navolgende paragrafen zijn een tweetal softwarepakketten gebruikt voor het modelleren en simuleren van de stralingscontouren. Daarnaast is een derde methode beschreven waarmee eveneens warmtestralingsbelastingen kunnen worden berekend, de zogenaamde bronstralingsberekening.

7.1 Modelling met SAFETI-NL

In dit voorbeeld zijn de stralingsintensiteiten bij een volledige tankbrand en een pompputbrand gemodelleerd.

Alvorens te beginnen met modelleren dienen uitgangspunten te worden opgesteld en eventueel vastgesteld.

7.1.1 Uitgangspunten tankbrand

- Voorbeeldstof K1: Hexaan;
- Roetfactor meegewogen;
- Oppervlakte van brand in tank ter grootte van de tank;
- Hoogte van brand in tank op hoogte van de bovenrand van de tank;
- Oppervlakte van brand op de pomplaat is 82 m². Dit is gebaseerd op een lekkage, waardoor de brandbare vloeistof er onder hoge druk uitspuit. Het bereik is 5 meter. Daarna loop de plas, als gevolg van het afschot, in een brede stroom van 10 meter naar de draingoot;
- Hoogte van brand in pompput op maaiveld;
- Weersomstandigheid D5 (meest voorkomend);
- Stralingsintensiteit is gemeten op niveau van 1 meter voor de 1 kW en 3 kW;
- Stralingsintensiteit is gemeten op niveau van de brand voor 10 kW en 32 kW;
- Alle branden zijn als ronde plasbranden gemodelleerd.

Binnen SAFETI-NL kunnen alleen ronde plassen worden gemodelleerd. Vierkante oppervlaktes worden in oppervlakte teruggerekend naar een cirkelvormig oppervlak.

SAFETI-NL kent een beperkte stoffendatabase zodat niet met specifieke stoffeigenschappen kan worden gerekend wanneer dat nodig is. Hiervoor dienen deze eigenschappen te worden aangeleverd door het RIVM. Indien er sprake is van een grote veelzijdigheid aan stoffen binnen de inrichting, is het vaak weer beter om met een voorbeeldstof te werken, omdat het ondoenlijk is voor elk type stof een modellering uit te voeren.

De berekeningen kunnen op maaiveld (bijvoorbeeld pompputten) en op hoogte (opslagtanks) worden uitgevoerd.

7.1.2 Resultaten tankbrand/pompputbrand

In de onderstaande tabel staan de resultaten gegeven. De afstanden van de contouren zijn gemeten in meters vanaf het middelpunt van de plasbrand. De stralingsintensiteiten gelden op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld, behalve voor *, deze gelden op tankhoogte.

	Inhoud	D (m)	H (m)	1 kW	3 kW	10 kW	32 kW
				groen	blauw	rood	zwart
Opslagtank 1	K1	25,0	22,01	88	--	27*	--
Opslagtank 2	K1	7,5	12,0	52	31	22*	8*
Pomput (82 m ²)	K1	10,2	0	60	40	26	7

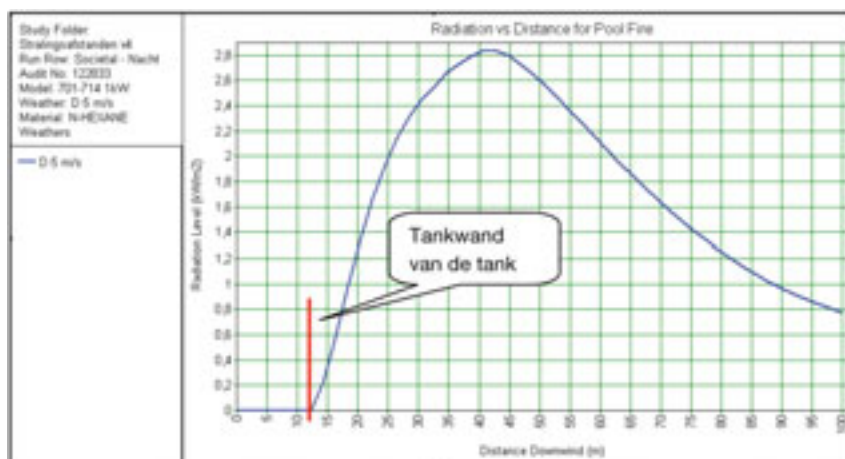
* Gemeten op hoogte van de tank

Deze contouren kunnen vervolgens op een tekening en met een juiste schaal worden geplot om de effectafstanden te visualiseren.

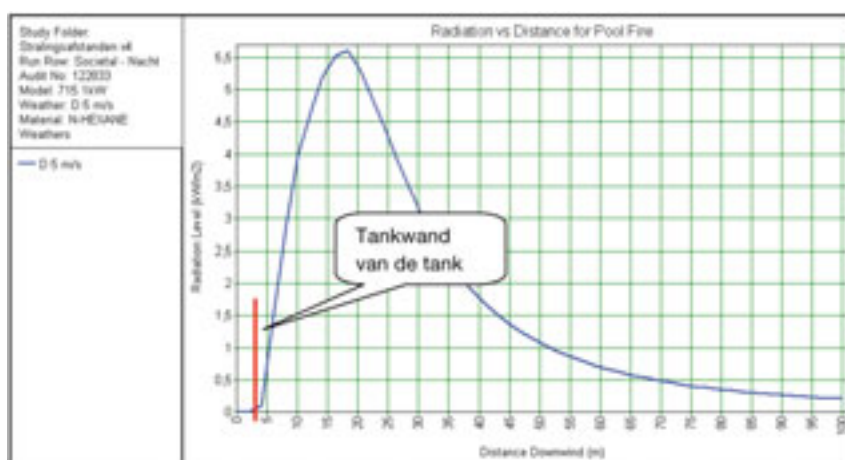
7.1.3 Stralingsniveau van tankbrand op maaiveld niveau

In onderstaande figuur is het verloop gegeven van het stralingsniveau op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld van een brand in een opslagtank 1 (diameter = 25 m, hoogte van 22 m) en een opslagtank 2 (diameter = 7,5 m, hoogte van 12 m).

Te zien is dat het maximale stralingsniveau 2,9 kW/m², respectievelijk 5,6 kW/m² is. Hogere stralingsniveaus worden dus op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld niet bereikt als gevolg van het feit dat de brand op hoogte plaatsvindt. Tevens is goed te zien dat nabij de tank in eerste instantie een lage stralingsbelasting aanwezig is. Deze loopt op naarmate men zich verder van de tank verwijderd.



Stralingsniveau op 1 meter boven maaiveld van tankbrand op hoogte van tank 1 ($D=25$ m; $H=22$ m)



Stralingsniveau op 1 meter boven maaiveld van tankbrand op hoogte van tank 2 ($D=7,5$ m; $H=12$ m)

7.2 Simulatie met CFD

Om de mogelijkheden van CFD-software inzichtelijk te maken, is een voorbeeldberekening gemaakt van een tankbrand. CFD is een analysemethode waarmee voor brand relevante parameters plaatselijk voorspeld kunnen worden:

- Rookconcentratie en bijbehorende zichtlengte;
- Temperatuur;
- Stralingsflux.

Dit gebeurt door opdeling van een ruimte in rekencellen.

In elke rekencel wordt bepaald:

- Massa (waaronder rookhoeveelheid);
- Impuls (snelheden, turbulentieparameters);
- Energie (gekoppeld aan temperatuur).

In enkele rekencellen kan een brand worden voorgeschreven.

Door vervolgens in elke rekencel de grootheden (massa, impuls, energie) te behouden, wordt een tijdsafhankelijke CFD-oplossing verkregen.

7.2.1 Uitgangspunten tankbrand

Het opzetten van een CFD-brandsimulatie is een zorgvuldig proces waarbij de volgende stappen moeten worden genomen:

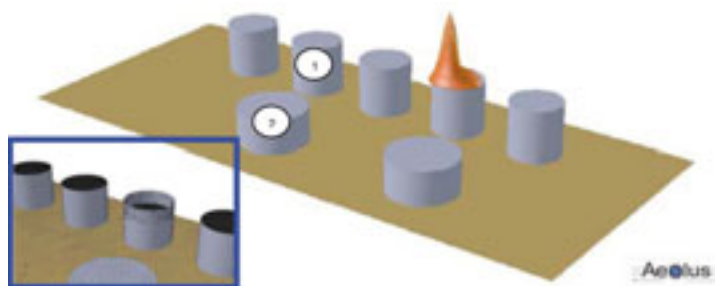
1. Startoverleg, kiezen parameters en analyseconstructies;
Van groot belang voor een werkelijkheidsgetrouwe simulatie is de bepaling van relevante parameters:
 - Geometrie van de brand;
 - Plaats van de brand;
 - Weersomstandigheden;
 - Thermische eigenschappen van begrenzende oppervlakten (naastgelegen tanks);
 - Het brandproces i.c. de verbrandingswarmte per tijdseenheid als functie van de tijd en het percentage zuurstof.
2. Invoeren tank en zijn omgeving;
Voordat er gerekend kan worden, dient een rekenrooster gemaakt te worden (mesh of grid). Uitgangspunt hierbij is dat de geometrie (de tank en het tankenpark) met behulp van bijvoorbeeld een CAD-systeem wordt aangemaakt.
3. Vermazing (definiëring van het grid);
Zodra de CAD-gegevens in orde zijn, kan overgegaan worden tot het maken van een rekenrooster. Het rekenrooster dient zodanig te zijn dat er grid ontstaat dat fijn genoeg is om de belangrijke stromingen te kunnen simuleren. Daar waar de grootste gradiënten in de stromingsvariabelen te verwachten zijn en daar waar een fijnmaziger grid nodig is om de relevante geometrische details in rekening te brengen, kan het grid verfijnd worden.
4. Outputgegevens.
 - Stralingsintensiteiten.

7.2.2 Resultaten tankbrand

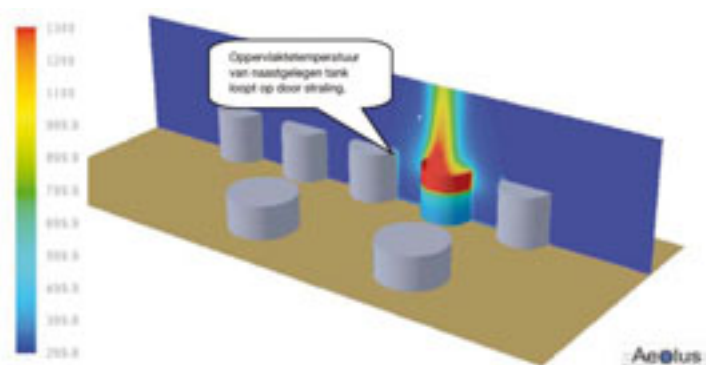
Berekeningsfeiten:

- Rekentijd door computer: 12 uur;
- Aantal berekende vlakken: 400.000;
- De gebruikte CFD-software: Fluent 6.3 (Ansys Inc.);
- De gebruikte meshing software: Gambit 2.3;
- Het gebruikte Stralingsmodel: Discrete Ordinates (DO) Model;
- Opslagtanks type 1, 6 m diameter, 6 m hoog; 4 m tussen de tanks;
- Opslagtanks type 2, 8 m diameter, 4 m hoog; 12 m tussen de tanks;
- 40MW poolfire (let op, dit is stofafhankelijk en dient vooraf als uitgangspunt op een juiste wijze bepaald te worden);
- Er is een tijdsafhankelijke simulatie (het brandpatroon fluctueert in de tijd) gebruikt.

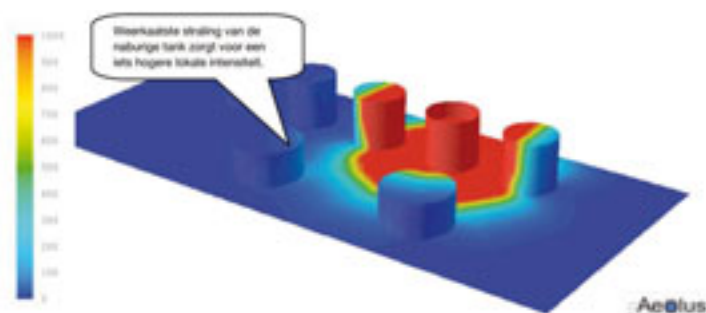
Het DO-model kan ook absorptie en straling van rookgassen in rekening brengen. De meer gebruikte surface-to-surface modellen kunnen dat niet.



Gebruikte tanks, omgeving en mesh

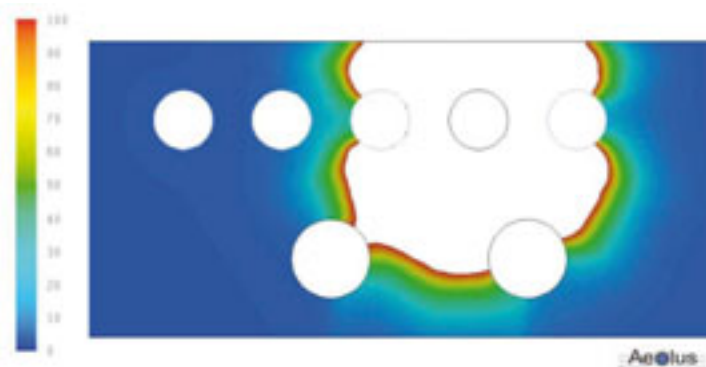


Grafische weergave temperaturen (verticaal vlak)



Stralingsintensiteit.

In dit geval is de stralingsreductie nabij de tank zelf niet zichtbaar. Dit heeft te maken met de hoogte van de tank en het gekozen brandvermogen. Naarmate de tank hoger zal worden gemodelleerd, wordt het stralingsverlagende effect op maaiveldniveau zichtbaar.



Schaduweffecten van obstakels

7.3 Bronstralingsberekening (Beheersbaarheid van brand 2007/PGS 2)

Opslagen voor gevaarlijke stoffen moeten voldoen aan de publicatie PGS 15. Wanneer daarbij sprake is van brandcompartimenten die groter zijn dan 1.000 m² (de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit), dan kan de Methode BvB van toepassing zijn om te bepalen of dit toelaatbaar is of welke maatregelen er moeten worden getroffen om gelijkwaardigheid te bewerkstelligen. In de publicatie PGS 15 is dit expliciet aangegeven.

Door middel van een vuurlastbepaling kan de variabele en de permanente vuurlast van een opslagloods inzichtelijk gemaakt worden. Hieruit kan vervolgens de totale vuurlast en de maatgevende vuurlast berekend worden. De totale vuurlast bepaalt welke maatregelpakketten van toepassing zijn en de maatgevende vuurlast bepaalt welke WBDBO-eisen op de gevels van toepassing zijn. Zie verder de 'Beheersbaarheid van Brand 2007 - methodiek.

Binnen deze methode worden ook warmtestralingen inzichtelijk gemaakt vanuit gevels middels bronstralingsberekeningen.

7.3.1 Warmtestraling bij de bronvlakken(gevel)

In de Methode BvB wordt als uitgangspunt gehanteerd dat er bij bezwijken van de gevel (en daarbij ook het dak) een vlamfront kan ontstaan van ongeveer de omvang van de beschouwde gevel (qua oppervlakte van het aanzicht⁴). Door aan deze gevel (lees stralend vlak) een bronstraling toe te kennen, kunnen de warmtebelastingen op aangestraalde objecten of gevels inzichtelijk worden gemaakt.

Daar waar de Methode BvB voornamelijk volledig in brand staande gebouwen als stralingsbron toepast (volledige gevel, zie afbeelding Middelharnis), kan dezelfde methode ook gebruikt worden om bij kleine branden (lees kleine stralende oppervlaktes) de warmtebelasting op aangestraalde objecten inzichtelijk te maken. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan tegenoverliggende opslagvakken.

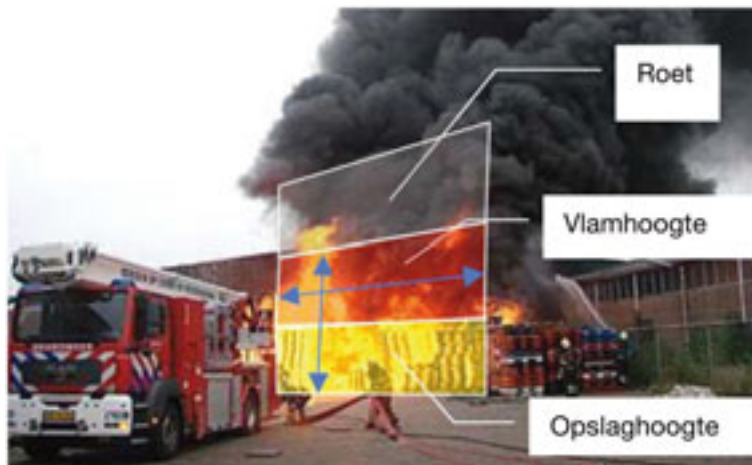
Voor warmtestraling vanuit een brandend gebouw wordt gesteld dat het een betrekkelijk afgeschermd brand (geen 'buitenbrand') betreft. Voor dit type branden die zich binnen een (deels) bezwiken gebouw afspelen, wordt een bronstraling van 45 kW/m² gehanteerd, op voorwaarde dat zich geen grote hoeveelheden (brand)gevaarlijke stoffen in het betrokken brandcompartiment bevinden. Bij aanwezigheid van grote hoeveelheden brandgevaarlijke stoffen is het realistischer om uit te gaan van 55 kW/m².



Loodsbrand Middelharnis

⁴ In NEN 6068:2004/2005 wordt uitgegaan van de halve hoogte. Dat is hier zeker niet van toepassing.

Voor andere situaties zijn geheel andere waarden mogelijk: variërend van minimaal circa 25 kW/m²⁵ tot ruim 100 bij zeer 'heldere' branden met een goede beluchting. Dit is afhankelijk van het type brandbare stof en de opslagwijze. Het stralende vlak bestaat in deze uit het vlamfront van de brand die een hoogte heeft gelijk aan de vlamhoogte of aan de vlamhoogte plus de opslaghoogte. Met betrekking tot de vlamhoogtes dient tevens rekening gehouden te worden met het roetende deel van de brand. Roet vangt namelijk een behoorlijk deel van de warmtestraling af.



Opbouw stralend vlak (palletbrand)

Voor de hierboven getoonde palletbrand kan 100 kW/m² als bronstraling worden gehanteerd. Het betreft namelijk een goed beluchte brand. Het stralend vlak is in dit geval de opslaghoogte + de vlamhoogte x breedte van de opslag (blauwe pijlen).

7.3.2 Zichtfactor

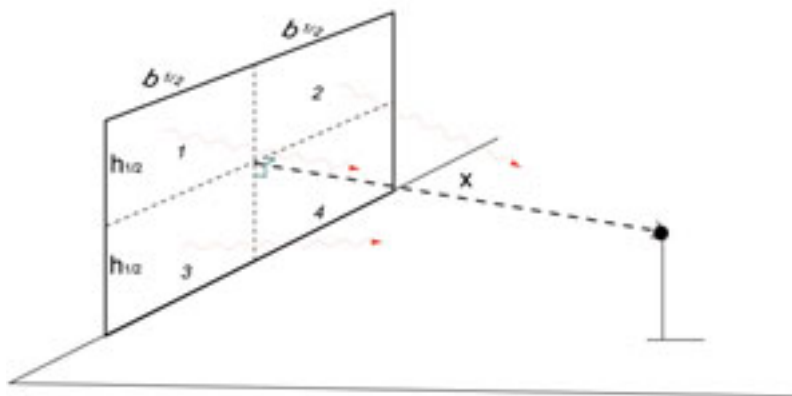
De warmtestraling die ontvangen wordt op een punt in de nabijheid van een stralingsbron/brand wordt bepaald door:

- De intensiteit van de stralingsbron Q (kW/m²);
- De zichtfactor $F_v(x)$, die een functie is van de afstand x tot de bron.

Dit gaat volgens de formule $\phi_{\text{doel}} = \phi_{\text{bron}} * F_v(x)$

De hoofdzaak in deze formule is de zichtfactor $F_v(x)$. Deze geeft aan welke fractie van de bronstraling aankomt bij een verticaal (c.q. evenwijdig) vlak op afstand x van de stralingsbron. In het onderstaande figuur is de modellering geschetst. Op basis hiervan is de formule voor $F(x)$ afgeleid uit basisformules in PGS 2.

⁵ Uitgangspunt bij het getal van 45 kW/m² is dat transmissieverliezen dichtbij en verder van de brand al zijn verrekend.



- De basismaten ter bepaling van de zichtfactor $F_v(x)$
- De straler is $H (= h_{1/2} + h_{1/2})$ bij $b (= b_{1/2} + b_{1/2})$ meter;
 - De aanwezige afstand tot die straler is x meter.

De formule voor de zichtfactor $F_v(x)$ is hieronder weergegeven. Een aantal waarden van de zichtfactor is opgenomen in de waardentabel (zie de volgende blz.). De tabel wordt in principe afgelezen bij $x / b_{1/2}$ en $h_{1/2} / b_{1/2}$. Dus men gaat hierbij uit van de halve hoogte en de halve breedte van de gevel, en de hele x . In de Methode BvB wordt wel **de hele⁶ (bron)gevel** als straler beschouwd (dus stralingsbijdragen vanuit geveldeel 1 t/m 4, samen de gehele gevel).

met:

$$F_v(x) = \frac{4}{2\pi} \langle h_r A \arctan(A) + (B/h_r) \arctan(B) \rangle$$

$$h_r = h_{12} / b_{12} \quad A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}} = \frac{b_{12}}{\sqrt{h_{12}^2 + x^2}}$$

$$x_r = x / b_{12} \quad B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}} = \frac{h_{12}}{\sqrt{b_{12}^2 + x^2}}$$

De formules⁷ gaan uit van drie invoergegevens:

- b_{12} : De halve breedte van de gevel (m), echter wel de linker en rechter zijde;
- h_{12} : De halve hoogte van de gevel (m), echter wel de onder- en de bovenzijde;
- x : De afstand (m) tussen de brongevel en de ontvangende gevel.

De zojuist beschreven stralingsberekening via de zichtfactor van een vlakke straler naar een evenwijdige ontvanger (gevel), kan in elke gewenste mate worden verfijnd.

De onderstaande tabel bevat een aantal referentiewaarden voor de zichtfactor $F_v(x)$.

6 NB.: Dit is een verschil met NEN 6068 waar feitelijk met de halve hoogte van de gevel wordt gerekend. Dit is in BvB niet toegestaan. Voor het overige gaat het om dezelfde rekensystematiek.

7 Zoals gebruikelijk wordt de uitkomst van Arctan weergegeven in radialen, dus niet in graden.

Waarden tabel van de zichtfactor $F_v(x)$ (zie de tekst voor verklaring van de symbolen)

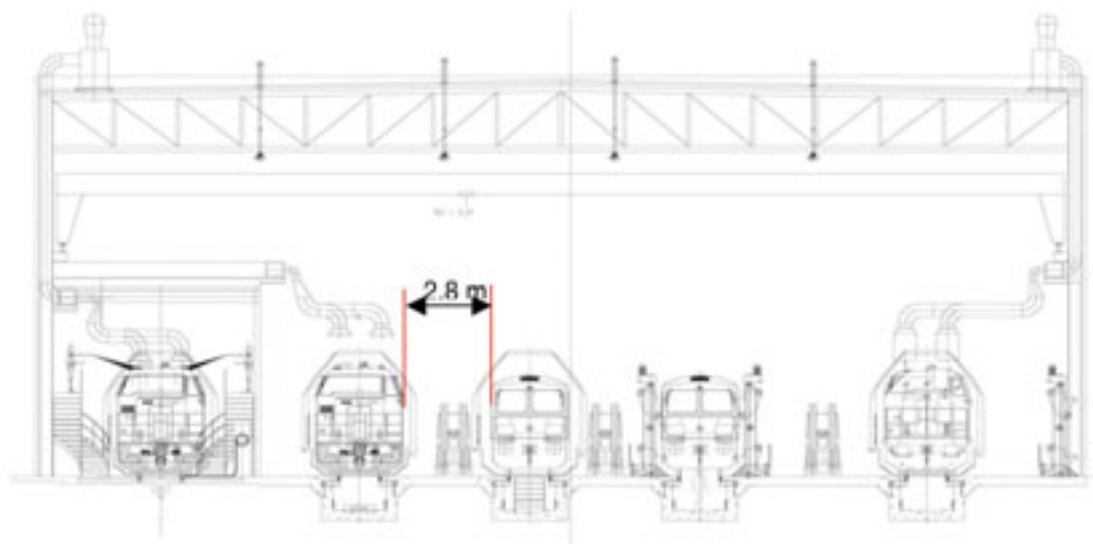
systeem: b = halve breedte; h = halve hoogte		$F_v(x)$									
$X/b_{1,2}$	$h_{1,2}/b_{1,2}$	systeem: hele breedte; hele hoogte								X/B	
		$=H/B (= 2h_{1,2}/2b_{1,2})$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0		
0,1	0,71	0,89	0,95	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,05	
0,2	0,45	0,70	0,83	0,89	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,10	
0,3	0,31	0,55	0,70	0,79	0,84	0,88	0,90	0,91	0,93	0,15	
0,4	0,24	0,44	0,58	0,69	0,75	0,80	0,83	0,86	0,88	0,20	
0,5	0,19	0,36	0,49	0,59	0,67	0,72	0,76	0,79	0,83	0,25	
0,6	0,15	0,30	0,42	0,51	0,59	0,65	0,69	0,73	0,77	0,30	
0,7	0,13	0,25	0,36	0,45	0,52	0,58	0,63	0,66	0,72	0,35	
0,8	0,11	0,21	0,31	0,39	0,46	0,52	0,57	0,60	0,66	0,40	
0,9	0,09	0,18	0,27	0,34	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,45	
1,0	0,08	0,16	0,23	0,30	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,50	
1,1	0,07	0,14	0,21	0,27	0,32	0,37	0,41	0,45	0,51	0,55	
1,2	0,06	0,12	0,18	0,24	0,29	0,33	0,37	0,41	0,46	0,60	
1,3	0,06	0,11	0,16	0,21	0,26	0,30	0,34	0,37	0,43	0,65	
1,4	0,05	0,10	0,15	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,39	0,70	
1,5	0,04	0,09	0,13	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,36	0,75	
1,6	0,04	0,08	0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,33	0,80	
1,7	0,04	0,07	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,85	
1,8	0,03	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,28	0,90	
1,9	0,03	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,26	0,95	
2,0	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,24	1,00	
2,1	0,03	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	1,05	
2,2	0,02	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,21	1,10	
2,3	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	1,15	
2,4	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,18	1,20	
2,5	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,17	1,25	
3,0	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	1,50	
3,5	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	1,75	
4,0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	2,00	
5,0	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	2,50	

= 15 kW-grens bij de bronstraling van 45 kW/m²

7.3.3 Voorbeeld brand in werkplaats

Middels een voorbeeld zal een kleine brand in een werkplaats berekend worden. Het doel is te bepalen wat de warmtestraling is op een tegenoverliggend object. Het hierna behandelde praktijkvoorbeeld betreft een berekening voor beginnende brand in een werkplaats voor locomotieven.

Bij een locomotiefbrand komen straling en rookgassen vrij. Middels een stralingsberekening kan worden beoordeeld in hoeverre brandoverslag door straling kan plaatsvinden naar naastgelegen locomotieven. Voorwaarde hierbij is wel dat overslag door hete verbrandingsgassen voorkomen dient te worden door bijvoorbeeld een juist gedimensioneerde RWA-installatie (berekend volgens NEN 6093). Deze maakt tevens interventie door de overheidsbrandweer mogelijk.



Doorsnede werkplaats

De volgende uitgangspunten vormen de basis voor de gemaakte stralingsberekeningen:

- Als bronstraling van de diesellocs wordt 45 kW/m^2 gehanteerd (goed beluchte brand met kunststoffen/rubber, conservatief ingeschat);
- Locomotieven zijn opgebouwd uit staal met een klein percentage rubber en kunststof;
- Geen opslag van brandbaar materiaal tussen de loc's aanwezig;
- De loc's hebben een stalen omhulsel met enkele openingen zoals luchtroosters. Dit hulsel kan echter verwijderd worden waardoor een stralend vlak kan ontstaan van $1 \text{ m} \times 20 \text{ m}$;
- Kortste onderlinge afstand tussen de loc's is $2,8 \text{ m}$.

Resultaten:

Scenario	Resulterende straling op tegenoverliggende locomotief
Locomotiefbrand	$F_v(x) = 0.17 \rightarrow 0,17 * 45 (\text{kW/m}^2) = 7,8 \text{ kW/m}^2$

Branduitbreiding door warmtestraling wordt in dit specifieke geval geacht plaats te vinden bij 15 kW/m^2 (= 60 min. WBDBO) en hoger. Uit de resultaten valt op te maken dat brandoverslag middels warmtestraling niet zal plaatsvinden, mits tijdig wordt ingegrepen en er geen accumulatie van hete rookgassen kan plaatsvinden (door middel van Rook Warmte Afvoer). Indien gedurende lange tijd geen interventie plaatsvindt, kan er alsnog overslag plaatsvinden. Daar waar nodig (dicht bij het scenario), dienen dragende constructiedelen eventueel voorzien te worden van brandwerende bekleding teneinde veilig een interventie te kunnen ondernemen.

Op dezelfde wijze kan ook een beginnende brand in een opslagloods worden berekend. Voorwaarde is wel dat een opbouw/accumulatie van hete rookgassen dient te worden voorkomen en dat de uitgangspunten een realistisch karakter hebben.

7.4 Combinatieberekening

Natuurlijk kan er ook voor gekozen worden om een aantal modelleringmethodes naast elkaar te gebruiken. Als voorbeeld zal een PGS 15-loods worden doorgerekend met betrekking tot een beginnende brand.

Het scenario:

In een PGS 15-loods wordt een 200 liter vat met brandbare vloeistof lekgestoken met een vorkheftruck. Dit scenario omvat een pallet met 4 drums met K1 vloeistof van elk 200 liter waarbij een vorkheftruck een gat maakt ter grootte van 5 bij 15 mm in één van de drums. Er vindt directe ontsteking plaats. Het scenario vindt binnen plaats.

Uitgangspunten:

- Het beschermingsniveau van de loods is niveau 2 (minder dan 100 ton aan opslag verpakkingsgroep II en III);
- 1 pallet, 4 drums met elk 200 liter;
- K1 vloeistof, voorbeeldstof hexaan;
- Lekkage van 5 x 15 mm = 75 mm²;
- Directe ontsteking;
- Binnenbrand. Dit wordt gemodelleerd als buitenbrand onder stabiele weerscondities F1,5;
- De loods is een vrijstaand gebouw met minimaal 10 meter vrije ruimte rondom;
- Materiaal PGS 15-loods, stalen constructie, stalen gevelpanelen met steenwol-isolatie, stalen dakpanelen met steenwol-isolatie en PVC-dakbedekking;
- Loodsafmetingen: 50 m breed, 50 m diep en 11 meter hoog.

De plasbrandberekeningen zijn gedaan met het rekenprogramma SAFETI-NL versie 6.53.1.

7.4.1 Plasbrandmodellering

Resultaten falen 1 drum

Een gat er grootte van 75 mm² in de bodem van een drum van 200 liter met een vloeistofhoogte van 0,8 meter resulteert in een uitstroom van 0,13 kg/s. De drum is in 1.060 seconden leeg.

Bij een plas ter grootte van 1,25 m² is de verbrandingssnelheid gelijk aan de uitstroom en is er dus sprake van een evenwicht.

De 35 kW-contour ligt op een afstand van 4,8 meter, gemeten vanaf het midden van de plas. De 10 kW-contour ligt op een afstand van 7,5 meter, gemeten vanaf het midden van de plas. De 3 kW-contour ligt op een afstand van 11 meter, gemeten vanaf het midden van de plas.

Kans op escalatie (uitbreiding brand)

Indien één drum faalt en de vloeistof tot ontbranding komt, bestaat de kans dat de andere drums ook falen. Dit kan op twee manieren gebeuren.

1. Door de hoge temperatuur in het vuur, worden de overige drums zwak en falen. Over de sterkte van deze drums is binnen dit voorbeeld geen informatie gegeven, dit wordt verder niet bekeken. Wel kan in dit verband verwezen worden naar Module 3 over het aanstralen van kunststof verpakkingen;
2. Door de opwarming van de vloeistof in de drums wordt deze naar het kookpunt gebracht. De druk loopt zo ver op, dat de drum zeker zal falen. Hiervoor wordt een benadering gemaakt en een schatting van de tijd die het duurt tot het falen.

Falen door opwarming

Karakteristieken drum hexaan:

- Kookpunt hexaan is 69°C;
- Soortelijke warmte van hexaan is 2,26 kJ/Kg·K;
- Om 134 kg (200 liter) 60° te laten opwarmen is 18.000 kJ nodig.

Een drum wordt aangestraald door de brand. Uitgangspunt is dat deze aan de gehele zijkant wordt aangestraald en zich midden in de vlammen bevindt. Hierdoor is de straling maximaal.

- Stralingsniveau: 125 kW/m²
- Oppervlak aangestraald gebied: 1,5 m² (uitgaande van een drum met een hoogte van 0,8 m en een diameter van 0,6 m);
- Invallende straling per seconde: 187,5 kJ/s.

Na 96 seconden bereikt de vloeistof in de tweede drum zijn kookpunt en begint de hexaan te verdampen. De verdampingsenergie is hierbij buiten beschouwing gelaten.

Conclusie

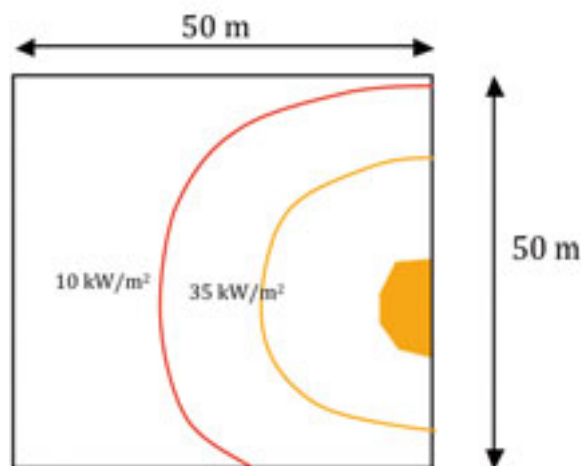
Door opwarming van de andere drums bestaat een zeer reële kans dat deze binnen 2 minuten zullen falen.

Resultaten falen 4 drums

Er is een reële kans dat na 2 minuten alle vaten falen. Aangenomen wordt dat alle 4 drums instantaan falen, waardoor maximaal 800 liter instantaan vrijkomt.

Bij vrije uitstroom ontstaat volgens SAFETI-NL een plas met een diameter van 12 meter en een oppervlakte van 113 m² (model).

De 35 kW-contour ligt op een afstand van 8,5 meter, gemeten vanaf het midden van de plas.
De 10 kW-contour ligt op een afstand van 22 meter, gemeten vanaf het midden van de plas.
De 3 kW-contour ligt op een afstand van 43 meter, gemeten vanaf het midden van de plas.



Plasbrand in loods

In de bovenstaande figuur zijn de contouren binnen het gebouw weergegeven.

De duur van de brand is korter dan een minuut. Tijdens deze brandduur worden omliggende opslag- en constructiedelen aangestraald (zie verder 7.4.2). Tevens vult de loods zich met hete rookgassen.

De hier weergegeven 3 kW/m²-contour is voor de brandweer bij een binnensituatie als niet benaderbaar te beschouwen.

7.4.2 Rookgassen modellering (NEN 6093)

Door de brand zal de loods zich vullen met rookgassen. Binnen deze modellering zullen twee situaties in beeld worden gebracht:

- Opbouw rook en temperatuur zonder RWA;
- Opbouw rook en temperatuur met RWA.

Met een brandvermogen van ongeveer 1.000 kW/m² voor hexaan, een plasoppervlak van 113 m² (na escalatie) en de afmetingen van de loods kan een voorspelling gedaan worden over de vultijd, de rooktemperatuur en een eventueel benodigde afvoercapaciteit van de rook in geval van RWA.

Zonder de aanwezigheid van een RWA-systeem wordt een vultijd van 85 seconden berekend. De rooklaagtemperatuur in de loods zal op het hoogste punt ongeveer 1.000 °C kunnen bedragen en op het laagste punt rond de 200 °C en oplopend. Dit leidt tot een onbeheerste situatie (uitbreiding brand en falen constructie) waardoor de gehele loods als verloren kan worden beschouwd. Tevens is een binnenaanval door een brandweer geen optie.

Beschermingsniveau 2 vereist een RWA-installatie om een binnenaanval mogelijk te maken door een overheidsbrandweer of een bedrijfsbrandweer. Met behulp van een RWA-installatie kan de opbouw van rookgassen en eventuele uitbreiding van brand door rookgassen, voorkomen worden. Hiermee wordt een mogelijkheid gecreëerd voor een eventuele binnenaanval. Afhankelijk van de rookvrije zone dient er een aantal m² ventilatieoppervlak in het dak te worden gerealiseerd.

7.4.3 Resultaat

De plasbrandmodellering toont aan dat escalatie door het aanstralen van naastgelegen opslag binnen de loods zeer reëel is. Plasoppervlakbeperking is één maatregel die een initiële brand klein houdt. Het grootste risico zit dan in aanstraling van opslag in de directe omgeving van de brand. Ook dragende constructieonderdelen kunnen zich in de buurt van het scenario bevinden. Indien deze constructieonderdelen zich binnen de 35 kW/m² warmtestraling bevinden, kan de dragende constructie verzwakken. Bij langdurige aanstraling kunnen de delen zelfs falen (mag conform bouwbesluit indien het compartiment kleiner is dan 1.000 m²).

De 60 minuten WBDBO-eis (koolwaterstofcurve) uit de PGS 15 moet ervoor zorgen dat de constructie gedurende 60 minuten de omliggende of naastgelegen objecten afschermt of dat, in geval van brand in een naastgelegen object, de loods zelf gedurende 60 minuten in stand blijft. In dit voorbeeld staat de loods vrij en heeft rondom voldoende ruimte waardoor de constructie theoretisch 0 minuten WBDBO mag bedragen.

Dit gegeven pleit ervoor geen binnenaanval te doen. De constructie heeft immers geen gezekerde standtijd die het mogelijk maakt voor de brandweer om veilig een binnenaanval uit te voeren.

Indien een zelfstandige brandstop niet als optie wordt toegestaan, dienen dus aanvullende maatregelen getroffen te worden ten behoeve van een binnenaanval. Denk aan passende brandwerende bekleding en plasoppervlak beperkende maatregelen.

8 Normen en standaarden

De volgende richtlijnen zijn geraadpleegd:

- PGS 2, Methods for the calculation of physical effects;
- PGS 6, Aanwijzingen voor implementatie van Brzo;
- PGS 14, Handboek brandbestrijdingssystemen;
- PGS 15, Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen;
- PGS 23, Propaan, vulstations van propaan- en butaanflessen;
- PGS 29, Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks;
- PGS 30, Vloeibare aardolieproducten: buitenopslag in kleine installaties;
- IP-19, Fire precautions at petroleum refineries and bulk storage installations.

De volgende normen en ontwerpcodes zijn geraadpleegd:

- NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam;
- NFPA 12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems;
- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems;
- NFPA 15: Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection;
- NFPA 16: Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems;
- NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code;
- NFPA 69 'Standard on Explosion Prevention Systems 2008 Edition';
- API STD 2000 'Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks: Nonrefrigerated and Refrigerated';
- NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems;
- FM Global Data Sheets;
- EN/NEN Standards;
- ATEX (relevant voor explosieveiligheid t.b.v. Arbo-wetgeving);
- NEN 6093: Beoordelingsmethode van rook- en warmteafvoerinstallaties, NEN, Delft, 1995.

9 Verklarende woordenlijst

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route. ADR is de afkorting van de Franse titel van het Europees verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg.
ATEX	ATmosphère EXplosible, wordt als synoniem gebruikt voor 2 Europese richtlijnen op het gebied van explosiegevaar onder atmosferische omstandigheden.
BLEVE	Is een afkorting voor 'Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion' (kokende vloeistof-gasexpansie-explosie). Dit is een explosie die kan voorkomen als een houder (tank) met een brandbare vloeistof onder druk openscheurt.
Bombe	Gasfles/tank van 1.000 kg.
CIV	Centrum Industriële Veiligheid.
CO	Koolstofmonoxide.
CO ₂	Koolstofdioxide.
Colli	Pak, vrachtgoed, zending.
ESD	Emergency Shut Down.
GRE	Glass Reinforced Epoxy.
Klamp	Opslagvak met gestapelde of niet-gestapelde opslag.
LEL	Lower Explosion Limit.
LNG	Liquefied Natural Gas.
LOC	Loss Of Containment, vrijkomen uit een insluitsysteem.
LOD	Line Of Defence, beheersmaatregelen.
LPG	Liquified Petroleum Gas, autogas.
LPM	Liter Per Minuut.
NEN	Nederlandse Norm, worden uitgegeven door het Nederlandse Normalisatie-instituut.
NFPA	National Fire Protection Association.
NPR	Nederlandse PraktijkRichtlijn.

Noodstop	De algemene defintie van een noodstop is dat middels één al dan niet geautomatiseerde handeling, de drijvende kracht achter de ongewenste gebeurtenis wordt weggenomen en eventuele veiligheidsacties worden geïnitieerd. De configuratie is vrij te kiezen.
PED-Richtlijn	Pressure Equipment Directive (97/23/EC), Richtlijn Drukapparatuur.
PGS	Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) vervangt de voormalige CPR-richtlijnen (Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen).
PV	Pressure Valve.
IBC	Intermediate Bulk Containers (1.000 tot 3.000 liter).
Impact	Inslag, met kracht aanstoten.
UEL	Upper Explosive Limit.
WBDBO	Weerstand tegen branddoorslag en overslag.

10 Geraadpleegde literatuur

www.infomil.nl

De IPPC-richtlijn (Europese Richtlijn 96/61/EG inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging; gecodificeerd 2008/1/EG).

ADR, Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route.

Stuwadoorsstudie AVIV94, opgesteld door Royal Haskoning BV en AVIV BV.

ITCO, International Tankcontainer Organisation, www.itco.be

Handleiding Brandweezorg mei 1992, Ministerie van Binnenlandse zaken.



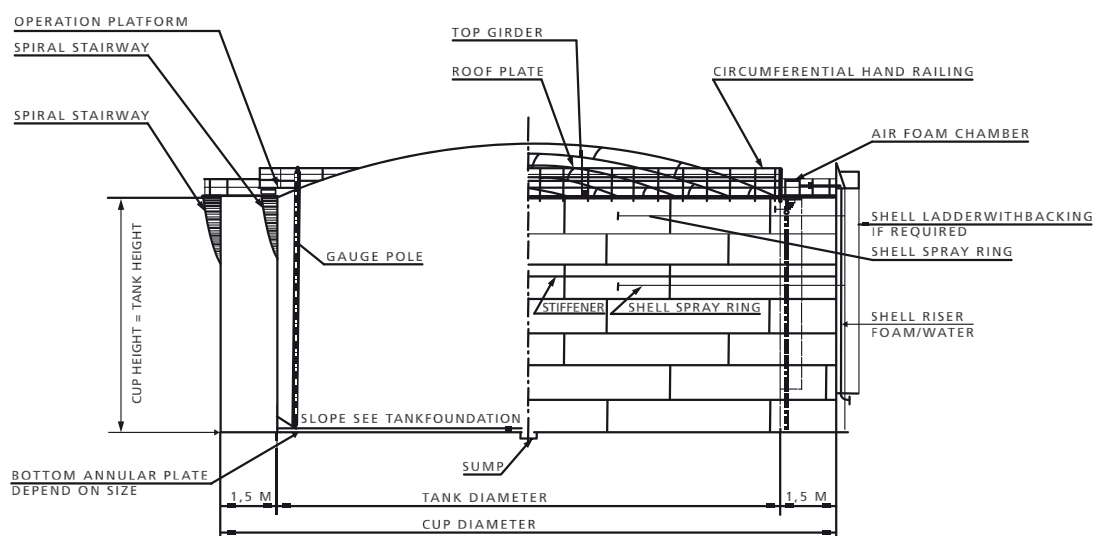
11 Bijlage 1

Tankbrand (1.1.1)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank met inwendig drijvend dak en inert gasdeken
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tank Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 28, 8.4.178 en 179 Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	N.v.t. indien de detectie m.b.t. het functioneren van het inert gasdeken geborgd is.
Scenario beschrijving + strategie	
In verband met de aanwezigheid van het drijvend dak i.c.m. inert gasdeken is ontsteking van dampen boven het drijvend dak onmogelijk en dus geen geloofwaardig scenario. Er dient wel voldaan te worden aan de volgende voorwaarden:	
1	De toevoer van het inert gas is gegarandeerd
2	De detectie omtrent het wel of niet functioneren van het inerte gasdeken is geborgd. Dit wil zeggen dat bij stroomuitval de detectie functionaliteit behouden blijft.
3	Het detectieprincipe is gebaseerd op zuurstofdetectie in de tank. Drukval detectie stuurt de suppletie aan.
Effecten	
N.v.t.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening conform PGS 29
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
2	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde hoeveelheid koelwater	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
N.v.t.	

Tankbrand (1.1.2)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank (met eventueel intern drijvend dak)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening <ol style="list-style-type: none"> 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 1,2 Stationair blussysteem tanks conform NFPA 11, voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem. 1,3 Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29 1,4 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 2 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m²-contour 	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf. 2 Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen. 	
Benodigde hoeveelheid koelwater	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen. 	
Benodigde aantal personen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen. 2 M.b.t. het schema is alleen tabel 8 relevant omdat hier sprake is van automatische systemen 	

Tankbrand (1.1.2)

Voorbeeld



Een CUP tank is gelijk aan een Vast dak tank, echter is een tankdijk niet van toepassing omdat de tank in een tweede omhulsel is geplaatst. Op deze wijze kan opslag van onverenigbare vloeistof combinaties toegepast worden binnen hetzelfde tankenpark.

Bij de aanwezigheid van interne drijvende daken kan het zo zijn dat de stationaire schuimblussystemen zijn uitgelegd op een rim fire. De interne drijvende daken dienen dan geconstrueerd te zijn conform NFPA 11, 5.4.2

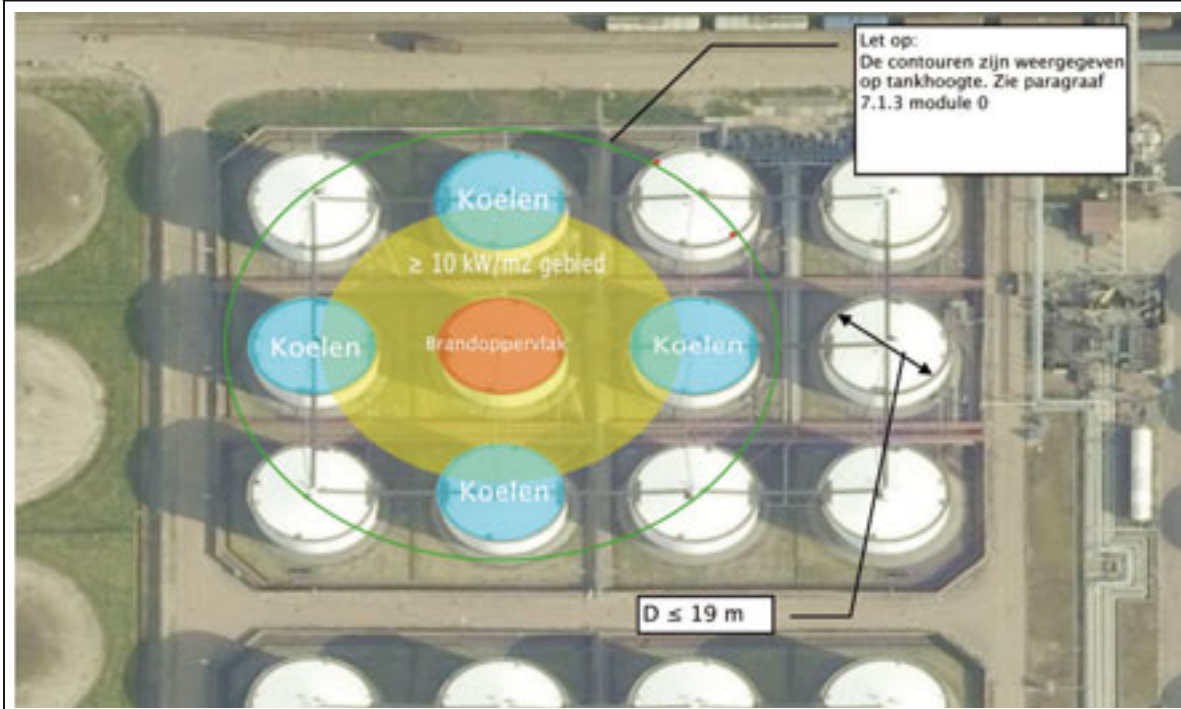
Dome roof met intern drijvend dak (voorheen extern drijvend daktank):



Tankbrand (1.1.3)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank (D < 19 m)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tank (mag indien wordt voldaan aan PGS 29, 8.2.157) Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening en koelvoorziening op tanks conform PGS-29
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
1,3	Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf.
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van tabel 6 en 8 .

Tankbrand (1.1.3)

Voorbeeld

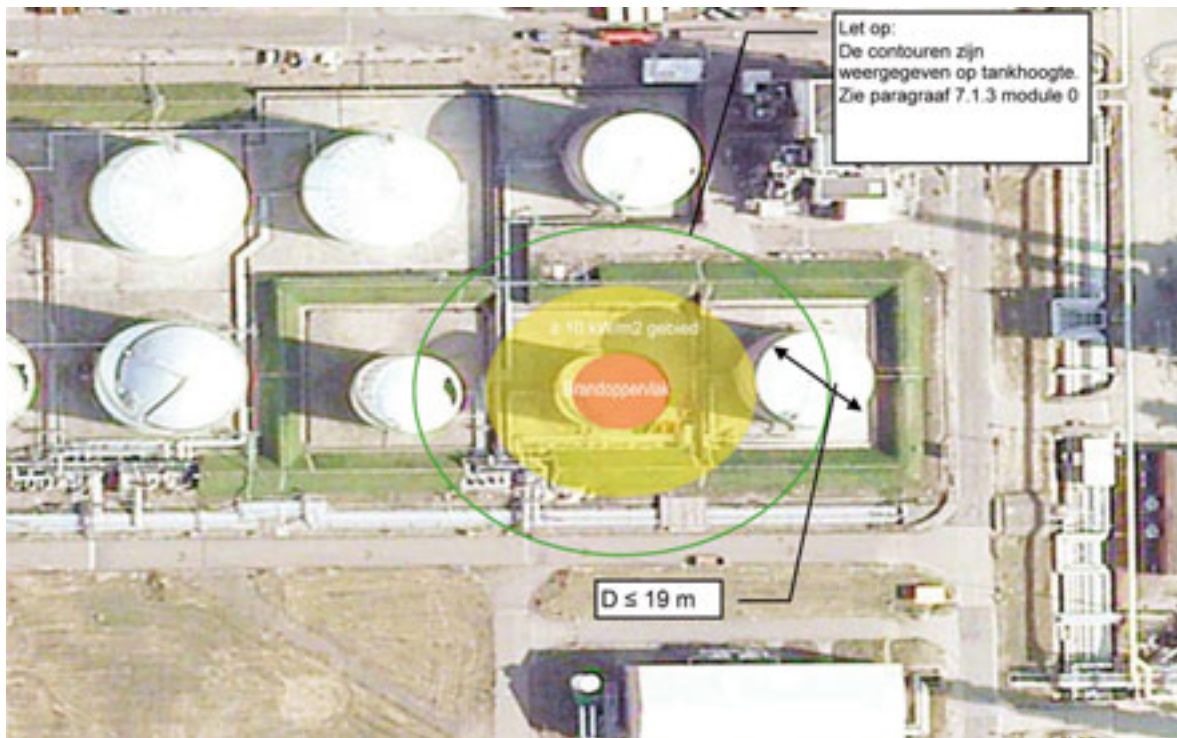


Tankbrand (1.1.4)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank zonder stationair koelsysteem
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank (conform PGS 29, 8.2.155 en 156) Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.178 en 179 Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m ²).	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening en blusvoorziening op tanks conform PGS-29
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
1,3	Stationair blussysteem tanks conform NFPA 11, voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van tabel 6 en 8 .

Tankbrand (1.1.5)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank (D < 19 m) zonder stationaire systemen
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tank (mag indien wordt voldaan aan PGS 29, 8.2.157) Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.178 en 179 Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). Indien voldaan wordt aan PGS 29, 8,4,179 mag de 10 kW/m²-contour naastgelegen tanks niet bereiken. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening conform PGS-29
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
2	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van Tabel 6 .

Tankbrand (1.1.5)

Voorbeeld



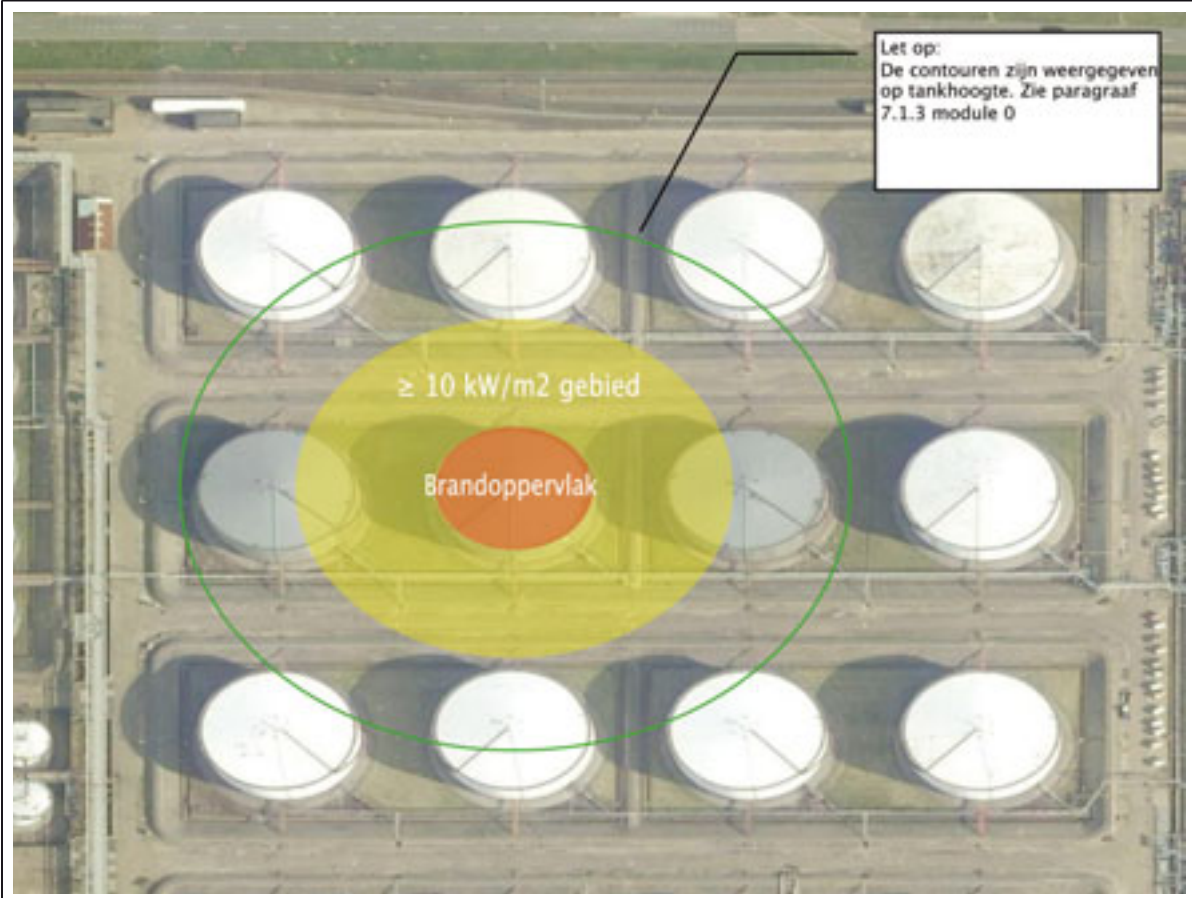
Vast dak tank full surface brand



Tankbrand (1.1.6)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank voorzien van semi-stationaire koel- en blusystemen
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Semi-stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank (conform PGS 29, 8.2.155 en 156) Stationaire koelinstallatie wel aanwezig op de tank en omliggende tanks (conform PGS 29, 8.4.177)
Brandoppervlak:	Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening en blusvoorziening op tanks conform PGS-29
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29, semi-stationair blussysteem tanks conform NFPA 11
1,3	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
4	Brandweervoertuig voorzien van voldoende capaciteit m.b.t. de functionaliteit van het semi-stationaire systeem
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van tabel 8 .

Tankbrand (1.1.6)

Voorbeeld



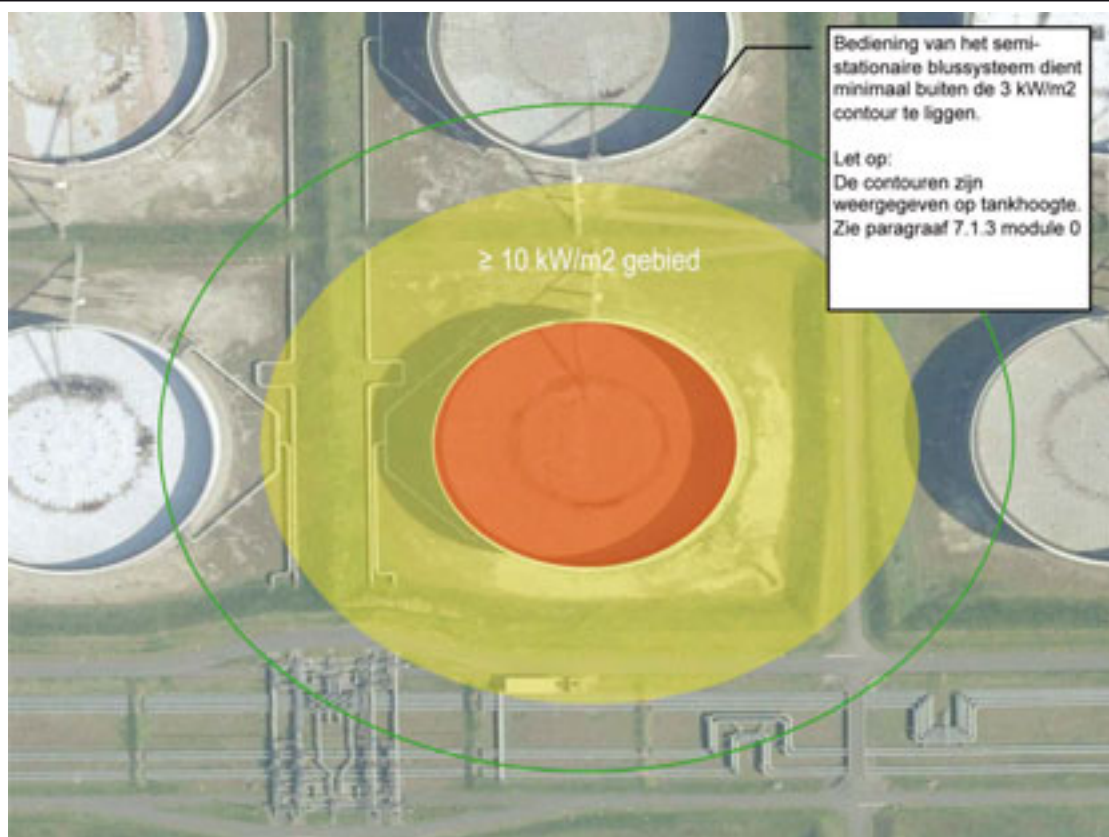
Tankbrand (1.1.7)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank (D < 19 m) voorzien van semi-stationaire koelsysteem
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tank (mag indien wordt voldaan aan PGS 29, 8.2.157) Stationaire koelinstallatie wel aanwezig op de tank en omliggende tanks (conform PGS 29, 8.4.177) Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand. Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening en koelvoorziening op tanks <ol style="list-style-type: none"> 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 1,2 Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29 1,3 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 2 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m²-contour 3 Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m²-contour 	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf 2 Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen 	
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen. 	
Benodigde aantal personen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen 2 Maak voornamelijk gebruik van tabel 6 en 8. 	

Tankbrand (1.1.8)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank voorzien van semi-stationaire blusystemen
Uitgangspunten:	<p>constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6</p> <p>Semi-stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank (conform PGS 29, 8.2.155 en 156)</p> <p>Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.178 en 179</p> <p>Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig</p>
Brandoppervlak:	Full-surface brand (de vaak benoemde eendebek zijnde een niet volledig afgescheurd dak mag niet, uitgaan van worst-case)
Scenario beschrijving + strategie	
<p>Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding onder het vaste dak in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem of vent brand) vindt er een explosie plaats, waardoor het dak langs de scheurnaad loslaat en in zijn geheel wordt weggeslingerd. Het gevolg is een full-surface brand.</p> <p>Strategie: Koelen omgeving, beheersen en blussen tankbrand</p>	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). Indien voldaan wordt aan PGS 29, 8,4,179 mag de 10 kW/m²-contour naastgelegen tanks niet bereiken. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Semi-stationair blussysteem tanks conform NFPA 11.
1,3	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
4	Brandweervoertuig voorzien van voldoende capaciteit m.b.t. de functionaliteit van het semi-stationaire systeem
Benodigde hoeveelheden blusmiddel	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van tabel 6 en 8

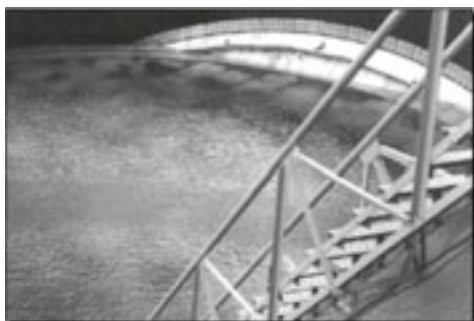
Tankbrand (1.4.1)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Extern drijvend dak tank (eventueel met later aangebrachte dome roof)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire blusinstallatie (full surface) aanwezig op de tank (conform NFPA 11 uitgevoerd) Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.180
Brandoppervlak:	Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig Full-surface brand
Scenario beschrijving + strategie	
Door het zinken van het extern drijvend dak ontstaat er een brandbare damp boven de vloeistof. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een full surface brand ontstaat.	
Strategie:	Blussen tankbrand, indien de tank tot zijn maximum gevuld is, dient er gewacht te worden met blussen totdat het niveau in de tank gezakt is (middels pompen of afbranden) tot een niveau waarbij er genoeg volume over is om het bluswater en schuim te herbergen.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). Indien voldaan wordt aan PGS 29, 8,4,180 mag de 10 kW/m²-contour naastgelegen tanks niet bereiken. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening met voldoende capaciteit voor koeling en blussen <ol style="list-style-type: none"> 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 1,2 Stationair blussysteem tanks conform NFPA 11, voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem. 1,3 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 2 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m²-contour 	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf 2 Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen 3 In verband met de mogelijke aanwezigheid van mogelijke dome restanten in de tank dient de blusactie met een factor 1.2 in tijd verlengd te worden. Dit om ervoor te zorgen dat alle moeilijk bereikbare plekken binnen de tank volgeschuimd worden. 	
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen 2 Maak voornamelijk gebruik van tabel 8 3 De bediening van het stationaire blussysteem dient veilig te geschieden, minimaal buiten de 3 kW/m²-contour. 	

Tankbrand (1.4.1)

Voorbeeld



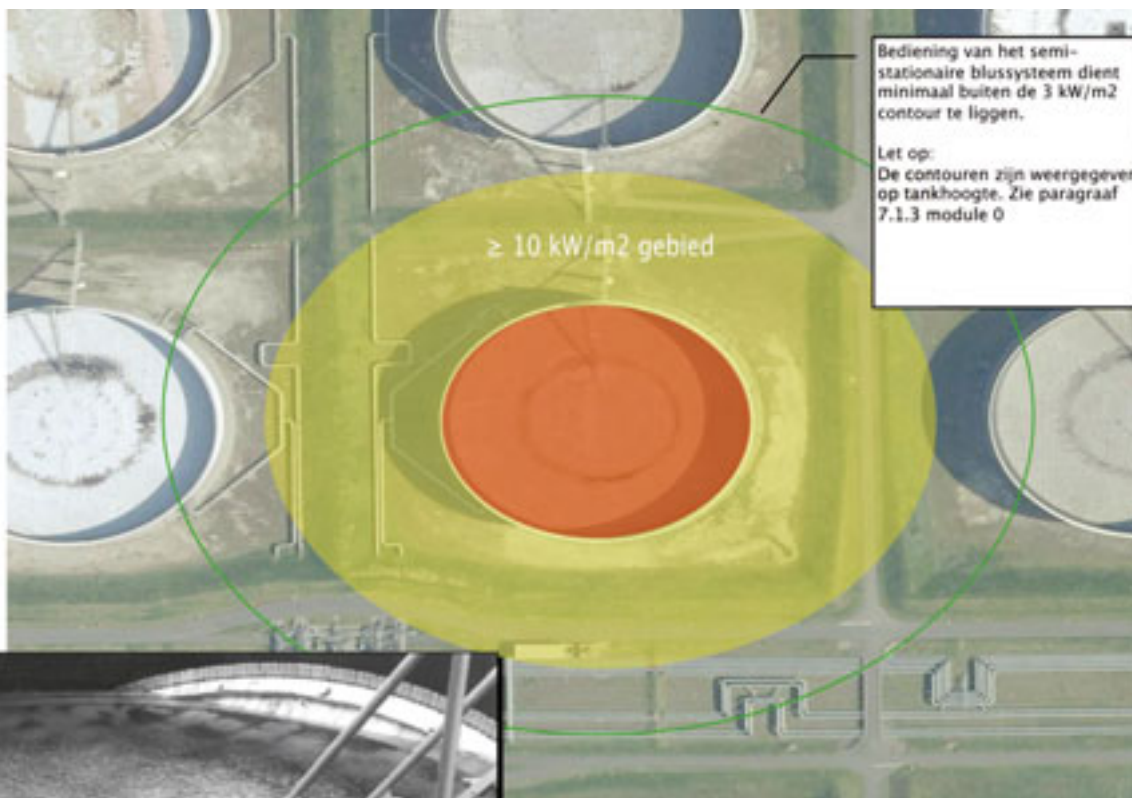
Gezonken extern drijvend dak



Tankbrand (1.4.2)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Extern drijvend dak tank met $D < 45$ m (eventueel met later aangebrachte dome roof)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Semi-stationaire blusinstallatie (full surface) aanwezig op de tank (conform NFPA 11 uitgevoerd) Stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.180
Brandoppervlak:	Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig Full-surface brand
Scenario beschrijving + strategie	
<p>Door het zinken van het extern drijvend dak ontstaat er een brandbare damp boven de vloeistof. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een full surface brand ontstaat. Semi-stationaire systemen zijn bij kleinere tanks mogelijk, vanaf 45 meter diameter en meer zijn semi-stationaire systemen vaak te veelvuldig voor tussenkomst van een brandweervoertuig (grote capaciteiten benodigd).</p> <p>Strategie: Blussen tankbrand, indien de tank tot zijn maximum gevuld is, dient er gewacht te worden met blussen totdat het niveau in de tank gezakt is (middels pompen of afbranden) tot een niveau waarbij er genoeg volume over is om het bluswater en schuim te herbergen.</p>	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). Indien voldaan wordt aan PGS 29, 8,4,180 mag de 10 kW/m²-contour naastgelegen tanks niet bereiken. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening en blusvoorziening op tanks
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Semi-stationair blussysteem tanks conform NFPA 11
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
4	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
5	Brandweervoertuig voorzien van voldoende capaciteit m.b.t. de functionaliteit van het semi-stationaire systeem
Benodigde hoeveelheden blusmiddel	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden
3	In verband met de mogelijke aanwezigheid van mogelijke dome restanten in de tank dient de blusactie met een factor 1.2 in tijd verlengd te worden. Dit om ervoor te zorgen dat alle moeilijk bereikbare plekken binnen de tank volgeschuimd worden.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Maak voornamelijk gebruik van tabel 8
3	De bediening van het semi-stationaire blussysteem dient veilig te geschieden, minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.

Tankbrand (1.4.2)

Voorbeeld



Gezonken extra drijvend dak

Tankbrand (1.4.3)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Extern drijvend dak tank (eventueel met later aangebrachte dome roof)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (semi)stationaire blusinstallatie niet aanwezig op de tank (semi)stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.180 Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Full-surface brand
Scenario beschrijving + strategie	
Door het zinken van het extern drijvend dak ontstaat er een brandbare damp boven de vloeistof. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een full surface brand ontstaat. Er dient middels mobiele middelen geblust te worden. In het geval van een later aangebrachte dome-roof kan dit alleen nadat de dome roof door de brand dusdanig verzwakt is en in de tank stort.	
Strategie:	Blussen tankbrand, indien de tank tot zijn maximum gevuld is, dient er gewacht te worden met blussen totdat het niveau in de tank gezakt is (middels pompen of afbranden) tot een niveau waarbij er genoeg volume over is om het bluswater en schuim te herbergen.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). Indien voldaan wordt aan PGS 29, 8,4,180 mag de 10 kW/m²-contour naastgelegen tanks niet bereiken. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
3	In verband met de aanwezigheid van mogelijke dome restanten in de tank dient de blusactie met een factor 1.2 in tijd verlengd te worden. Dit om ervoor te zorgen dat alle moeilijk bereikbare plekken binnen de tank volgeschuimd worden.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	In theorie kunnen dit soort opslagtanks zeer groot zijn in omvang waarvoor specifiek materiaal benodigd is voor een succesvolle blusactie. Het opbouwen van dit soort systemen vergt vaak meer dan 14 man personeel waardoor de afweging gemaakt dient te worden of de bemensing deels overheid, deels bedrijf dient te zijn.



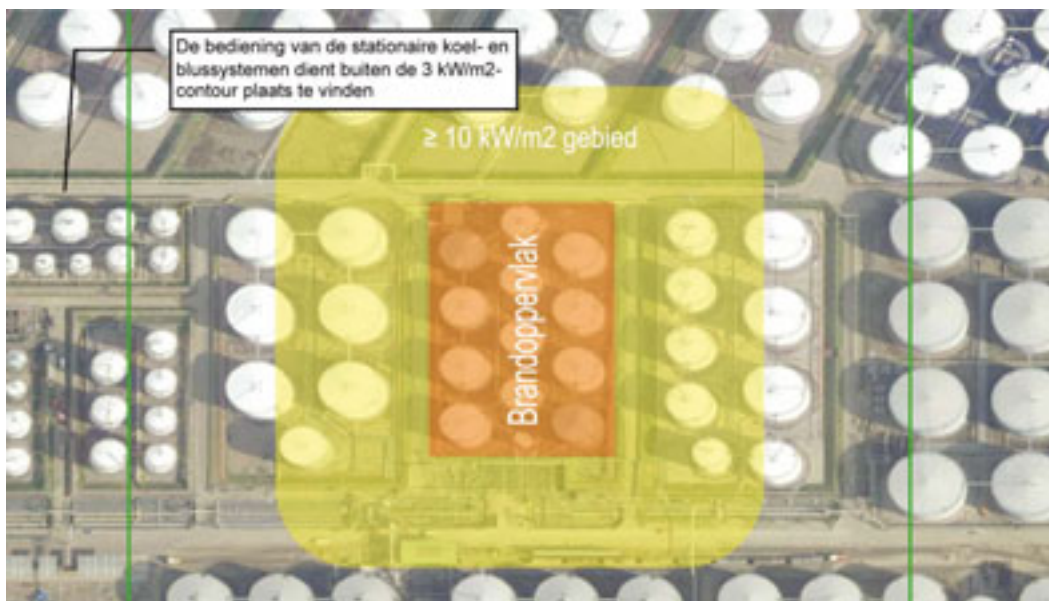
Tankputbrand (2.1)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tankput (Semi)stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tank en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.179
Brandoppervlak:	Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig Volledige tankput (netto oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. De in de omliggende tankputten aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	Blussen van de brand, koelen van de omgeving Wanneer de put geblust is dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour. Deze moeten inzichtelijk worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten zijn getest door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
2	Koeling van tanks is niet aan de orde omdat voldaan moet worden aan de PGS 29, 8.4.179.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Gebruik voornamelijk tabel 6

Tankputbrand (2.2)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tankput Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks (conform PGS 29, 8.4.177) Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Volledige tankput (netto oppervlak + 1 tank oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. Omliggende en de in dezelfde put aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	Blussen van de brand, koelen van de omgeving Wanneer de put geblust is dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour. Deze moeten inzichtelijk worden gemaakt op tekening; De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). De tanks binnen dezelfde tankput worden omhult door vlammen en worden aangestraald met meer dan 10 kW/m². 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim, moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten zijn getest door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf;
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
3	In verband met grote 3 kW/m ² -contouren zal veelal gebruik gemaakt moeten worden van grote kanonnen met een grote reikwijdte. Wel kan gebruik gemaakt worden van schaduwwerking van rondom de tankput aanwezige objecten zoals tanks e.d. Ten allen tijde gaat de arbeidsveiligheid van de brandwachten voor op de meest ideale locatie van de kanonnen. Dit houdt in dat in geval van escalatie, de brandwachten snel een veilig heenkomen kunnen bereiken.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
2	De stationaire koeling van tanks binnen de brandende put is veelal niet berekend op omhulling door vlammen. Het is daarom zaak zo snel mogelijk te beginnen met blussen. Figuur 2 geeft per tankdiameter aan hoe lang het duurt totdat de inhoud van de tank het kookpunt bereikt.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Gebruik voornamelijk Tabel 6 .
3	De bediening van de stationaire koelsystemen dient veilig te geschieden (vanuit controle kamer verdiend de voorkeur) en minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.

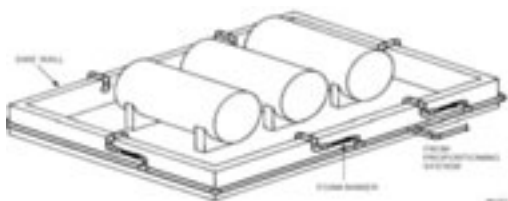
Tankputbrand (2.3)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tankput; Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks (conform PGS 29, 8.4.177) Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Volledige tankput (netto oppervlak + 1 tank oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. Omliggende en de in dezelfde put aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	Blussen van de brand, koelen van de omgeving; Wanneer de put geblust is, dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). • De tanks binnen dezelfde tankput worden omhult door vlammen en worden aangestraald met meer dan 10 kW/m². 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Stationair koelsysteem tanks conform PGS-29
1,3	Stationair blussysteem tanks conform NFPA 11, voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten zijn getest door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf;
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden
3	Ten allen tijde gaat de arbeidsveiligheid van de brandwachten voor op de meest ideale locatie voor bediening. Dit houdt in dat in geval van escalatie, de brandwachten snel een veilig heenkomen kunnen bereiken.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen;
2	De stationaire koeling van tanks binnen de brandende put is veelal niet berekend op omhulling door vlammen;
3	Het is daarom zaak zo snel mogelijk te beginnen met blussen. Figuur 2 geeft per tankdiameter aan hoe lang het duurt totdat de inhoud van de tank het kookpunt bereikt.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Gebruik voornamelijk tabel 6
3	De bediening van de stationaire koel- blussystemen dient veilig te geschieden (vanuit controle kamer verdiend de voorkeur) en minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.

Tankputbrand (2.3)

Voorbeeld



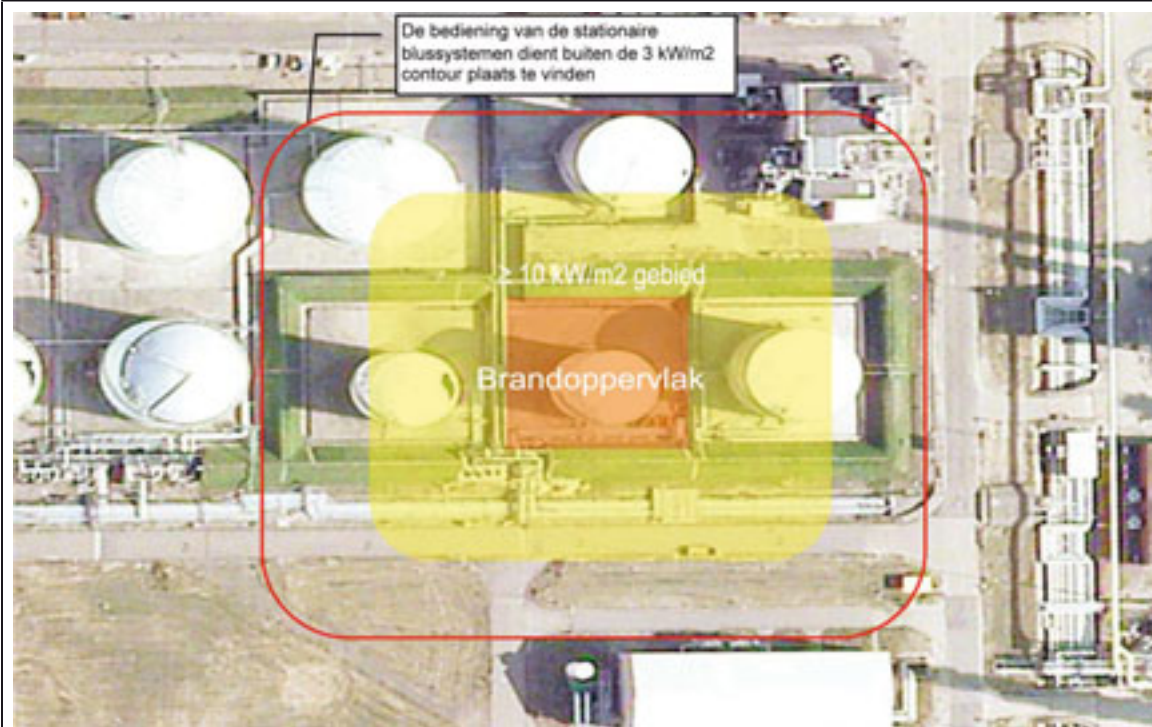
Voorbeeld (semi)stationair tankput blussysteem



Tankputbrand (2.4)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tankput (Semi)stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tanks in de put en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.179 Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Volledige tankput (netto oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. De in de omliggende tankputten aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	Blussen van de brand, koelen van de omgeving Wanneer de put geblust is dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour. Deze moeten inzichtelijk worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Stationair blussysteem tankput conform NFPA 11, voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten zijn getest door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden
3	Ten allen tijde gaat de arbeidsveiligheid van de brandwachten voor op de meest ideale locatie voor bediening. Dit houdt in dat in geval van escalatie, de brandwachten snel een veilig heenkomen kunnen bereiken.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
2	Ook als voldaan wordt aan de PGS 29, 8.4.179 zullen de omliggende tanks gekoeld moeten worden. De contouren van een tankputbrand reiken namelijk veel verder dan die van een tankbrand.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Gebruik voornamelijk tabel 6 en 8 .
3	De bediening van de stationaire blussystemen dient veilig te geschieden (vanuit controle kamer verdiend de voorkeur) en minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.

Tankputbrand (2.4)

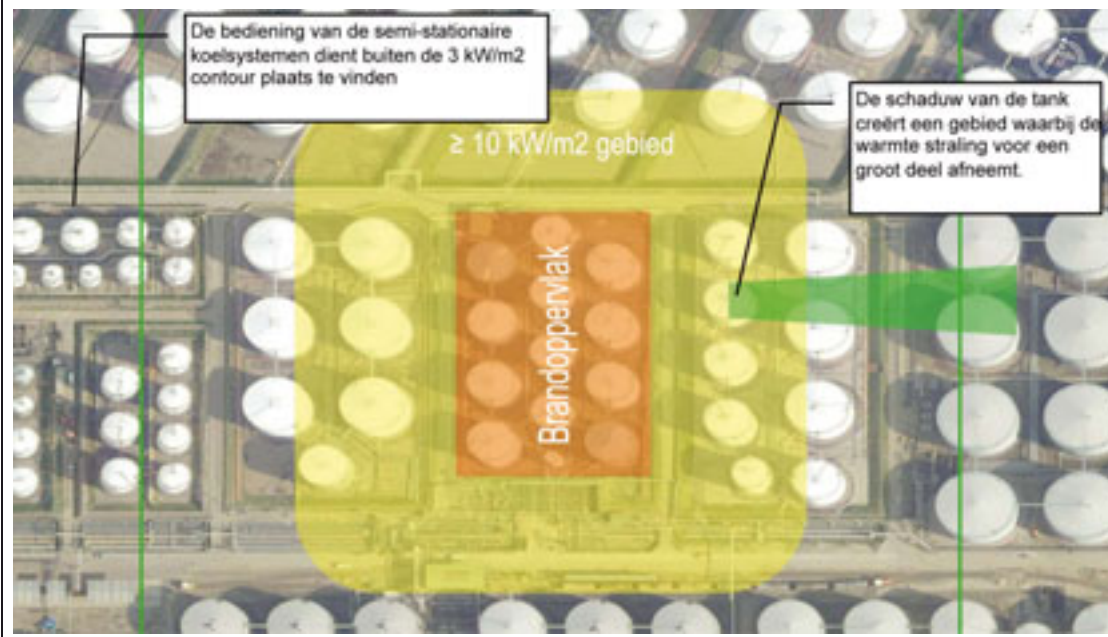
Voorbeeld



Tankputbrand (2.5)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig op de tankput Semi-stationaire koelinstallatie aanwezig op de tanks in de put en omliggende tanks (conform PGS 29, 8.4.177)
Brandoppervlak:	Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig Volledige tankput (netto oppervlak + 1 tank oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. Omliggende en de in dezelfde put aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	blussen van de brand, koelen van de omgeving Wanneer de put geblust is dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). • De tanks binnen dezelfde tankput worden omhult door vlammen en worden aangestraald met meer dan 10 kW/m². 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Semi-stationair koelsysteem tanks conform PGS-29
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen
3	In verband met grote 3 kW/m ² -contouren zal veelal gebruik gemaakt moeten worden van grote kanonnen met een grote reikwijdte. Wel kan gebruik gemaakt worden van schaduwwerking van rondom de tankput aanwezige objecten zoals tanks e.d. Te alle tijde gaat de arbeidsveiligheid van de brandwachten voor op de meest ideale locatie van de kanonnen. Dit houdt in dat in geval van escalatie, de brandwachten snel een veilig heenkomen kunnen bereiken.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
2	De semi-stationaire koeling van tanks binnen de brandende put is veelal niet berekend op het omhult zijn door vlammen.
3	Het is daarom zaak zo snel mogelijk aan te vangen met blussen. Figuur 2 geeft per tankdiameter aan hoe lang het duurt totdat de inhoud van de tank het kookpunt bereikt.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen
2	Gebruik voornamelijk tabel 6 en 8 .
3	De bediening van de semi-stationaire koelsystemen dient veilig te geschieden en minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.

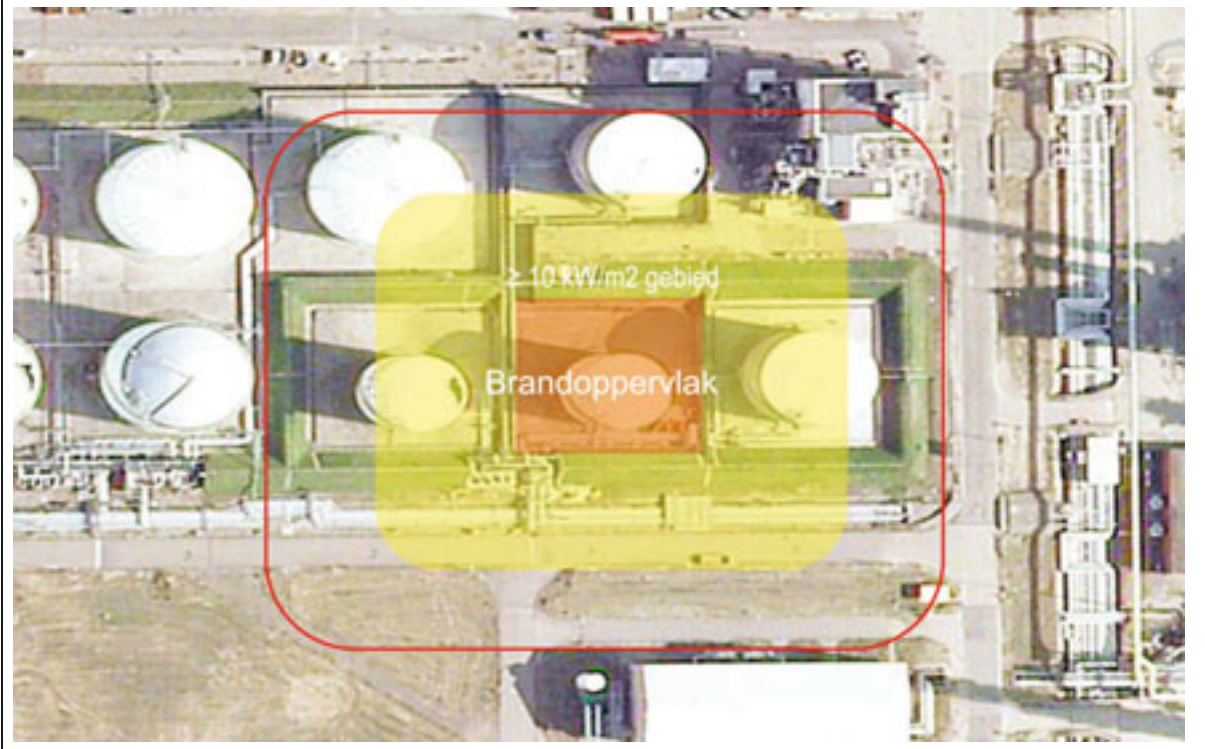
Tankputbrand (2.5)

Voorbeeld



Tankputbrand (2.7)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Vast dak tanks
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Semi-stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tankput (Semi)stationaire koelinstallatie niet aanwezig op de tanks in de put en omliggende tanks, er moet worden voldaan aan PGS 29, 8.4.179 Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Volledige tankput (netto oppervlak + 1 tank oppervlak)
Scenario beschrijving + strategie	
Door het falen van een Vast dak tank komt de volledige inhoud vrij in de tankput. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een volledige tankputbrand ontstaat. Omliggende en de in dezelfde put aanwezige tanks worden aangestraald.	
Strategie:	Blussen van de brand, koelen van de omgeving Wanneer de put geblust is dient de omgeving voor minimaal een uur afgekoeld te worden.
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Semi-stationair tankput blussysteem conform NFPA 11
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) buiten de 3 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen.
2	Gebruik voornamelijk tabel 6 en 8 .
3	De bediening van de semi-stationaire blussystemen dient veilig te geschieden en minimaal buiten de 3 kW/m ² -contour.
Voorbeeld	

Tankputbrand (2.7)



Rim-fire (3.1.1 en 3.1.2)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Extern drijvend dak zonder foamdam
Uitgangspunten:	tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire schuiminjectie blusinstallatie aanwezig op de rim van de tank Automatische branddetectie aanwezig op de rim (liniaire detectie) Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Rim zelf
Scenario beschrijving + strategie	
Door het ontstaan van een lekkage in de rim van het drijvend dak kan brandbare damp vrijkomen. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een rim fire ontstaat. De rim seal is voorzien van een (semi)stationair schuim injectie systeem. Strategie: Blussen rim-fire	
Effecten	
N.v.t.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	(Semi)stationair seal injectie blussysteem conform NFPA 11
1,3	Bij een stationaire uitvoering van het blussysteem voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
2	Veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de tankput
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en)
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
Zie Tabel 7 .	

Rim-fire (3.3.1)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank met intern drijvend dak (intern dak voldoet aan API 650 appendix H)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Semi-Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank (rim seal blussing) Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Rim zelf of rim tot aan de foam-dam
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding langs de rim in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem) vindt er ontsteking plaats met als gevolg een rim brand. De aanwezige detectie activeert een alarm	
Strategie:	Beheersen en blussen rim-brand
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). • Omdat sprake is van een brand in de tank zelf, is het mogelijk dat er in het geheel geen effecten buiten de tank optreden. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Semi-stationair rim seal blussysteem conform NFPA 11.
1,3	Stationair koelsysteem tanks of anders conform PGS-29
1,4	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
2	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de semi-stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen

Rim-fire (3.3.1)	
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
1	Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen.
Benodigde aantal personen	
1	Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen

Rim-fire (3.3.2)	
Uitgangspunten	
Type tank:	Vast dak tank met intern drijvend dak (intern dak voldoet aan API 650 appendix H)
Uitgangspunten:	Constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 Stationaire schuimblusinstallatie aanwezig op de tank (rim seal blussing) Stationaire koelinstallatie aanwezig op de tank en omliggende tanks Bluswater met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Rim zelf of rim tot aan de foam-dam
Scenario beschrijving + strategie	
Door de aanwezigheid van de juiste damp/luchtverhouding langs de rim in combinatie met een ontstekingsbron (bliksem) vindt er ontsteking plaats met als gevolg een rim brand. De aanwezige detectie activeert een alarm	
Strategie:	Beheersen en blussen rim-brand
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de brand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m²). • Omdat sprake is van een brand in de tank zelf, is het mogelijk dat er in het geheel geen effecten buiten de tank optreden. 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 1,2 Stationair rim seal blussysteem conform NFPA 11. 1,3 Stationair koelsysteem tanks of anders conform PGS-29 1,4 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 2 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m²-contour 	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf 2 Zie schema blussing voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen. 	
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema koeling voor de te doorlopen stappen ter bepaling van werkelijke hoeveelheden en opbrengmiddelen. 	
Benodigde aantal personen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Zie schema personen voor bepaling aantal benodigde personen. 2 M.b.t. het schema is alleen tabel 8 relevant omdat hier sprake is van automatische systemen 	

Rim-fire (3.2.1 en 3.2.2)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Extern drijvend dak met foamdak (let op, intern drijvend dak in Vast dak tank conform NFPA 11, 5.4.2. kan ook)
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire (schuim)blusinstallatie aanwezig i.c.m. foamdak Automatische branddetectie aanwezig op de rim (liniaire detectie) Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Rim zelf tot aan de foam-dak
Scenario beschrijving + strategie	
Door het ontstaan van een lekkage in de rim van het drijvend dak kan brandbare damp vrijkomen. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een rim fire ontstaat. De rim is voorzien van een (semi)stationair (schuim)blussysteem. Strategie: Blussen rim-fire	
Effecten	
N.v.t.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening <ol style="list-style-type: none"> 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 1,2 (Semi)stationair schuimblussysteem conform NFPA 11 of blusgas systeem. 1,3 Bij een stationaire uitvoering van het schuimblussysteem is voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem. 2 Indien een blusgassysteem is aangebracht wordt aangeraden ook een foam-dak beschikbaar te houden. 3 Veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de tankput 4 Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) 	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf 2 Zie schema blussing A = oppervlakte tussen de foam-dak en de tankwand 	
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
Zie Tabel 7 .	
Voorbeeld	

Rim-fire (3.2.1 en 3.2.2)



Dit scenario is ook van toepassing zijn bij Vast dak tanks voorzien van een intern drijvend dak uitgevoerd conform de NFPA 11, 5.4.2.

Indien volledig automatische blussystemen aanwezig zijn op de rim, is er geen brandweer inzet nodig. Wel dient gecontroleerd te worden of het systeem heeft gefunctioneerd, en er niet alsnog een brand gaande is. Dit hoeft niet per se door een brandwacht te worden gedaan.

Rim-fire (3.2.3)	
Uitgangspunten	
Type tanks:	Extern drijvend dak met foamdak
Uitgangspunten:	Tanks en tankput constructief uitgevoerd conform PGS 29, hoofdstuk 6 (Semi)stationaire schuimblusinstallatie niet aanwezig Automatische branddetectie aanwezig op de rim (liniaire detectie) Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Rim zelf tot aan de foam-dak
Scenario beschrijving + strategie	
Door het ontstaan van een lekkage in de rim van het drijvend dak kan brandbare damp vrijkomen. Via een ontstekingsbron (bliksem of wrijving) vindt er ontsteking plaats, waardoor er een rim fire ontstaat. De trapopgang naar het bordes wordt afgeschermd door een hitteschild met daarop gemonteerd een schuimkop. Deze constructie dient een veilige werkomgeving te creëren voor de brandwachten t.b.v. de verdere blusactie. Strategie: Blussen rim-fire	
Effecten	
Lokaal binnen de tank	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
1,2	Zie tabel 7 m.b.t. systeem voorwaarden rondom manuele blussing
2	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en)
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing A = oppervlakte tussen de foam-dak en de tankwand
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
N.v.t.	
Benodigde aantal personen	
Zie Tabel 7 .	



Brand in procesinstallatie (4.1 t/m 4.8)
<p>Scenariobeschrijving + strategie</p> <p>Door het ontstaan van een lek in een procesleiding of procesapparatuur binnen de proces installatie ontstaat er lokaal een vloeistof plas welke zich op 4 verschillende manieren zal vormen i.v.m. het wel of niet aanwezig zijn van opvang en afvoer systemen. De damp van de plas vindt een ontstekings bron en vat vlam. Strategie: stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving</p>
<p>Plasoppervlak bij appendage lekkages</p> <p>Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasomvang] </pre> </div> <p>Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II</p>
<p>Stoppen lekkage</p> <p>Bij sprake van grote systeem inhouden dient lekkage gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild. Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden.</p>
<p>Benodigde hoeveelheden blusmiddel, koelwater + opbrengmiddelen en personen</p> <p>Door de stappen punt voor punt te doorlopen in de schema's kan de benodigde hoeveelheid blusmiddel, koelwater, opbrengmiddelen en het aantal benodigde personen bepaald worden. Hierbij kunnen afhankelijk van de wel of niet aanwezige (semi)stationaire systemen stappen worden overgeslagen.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Schema blussing] --> B[Schema koeling] B --> C[Schema personen] C --> D[Benodigde hoeveelheden blusmiddel, koelwater + opbreng middelen en personen.] </pre> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m² onder dekking van een hitteschild).

Brand in procesinstallatie (4.1 t/m 4.8)	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	eventueel (semi)stationair blussysteem conform NFPA 16, eventueel voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
3	eventueel (semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15

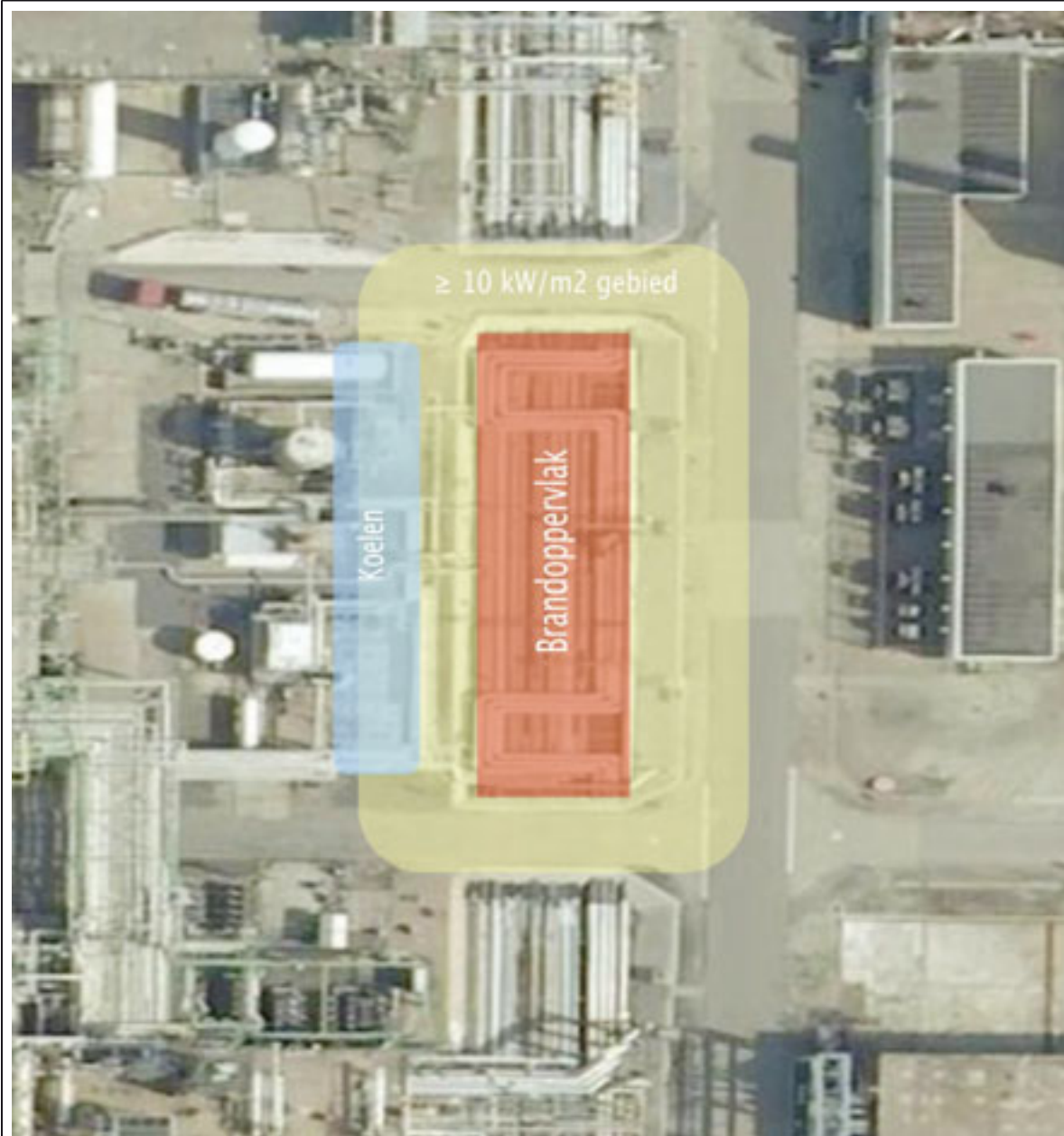
Brand in procesinstallatie (4.1 t/m 4.8)	
Uitgangspunten	
Type tankwagen Uitgangspunten:	Trailer, tankcontainer op oplegger. (Semi)stationaire koel- of blusinstallaties zijn aanwezig ter plaatse en/of in naastgelegen proces installaties en/of tankputten De verladingslocatie is goed bereikbaar voor hulpdiensten Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig De tankwagen dient normaliter voorzien te zijn van noodafsluiters welke bij slangbreuk dichtslaan Terugslag kleppen dienen te voorkomen dat brandbare vloeistoffen terugstromen naar de verlading
Scenario beschrijving + strategie	
Tijdens het verladen slaat een slang of koppeling los en lekt er een bepaalde hoeveelheid brandbare stof onder de tankwagen. Er vindt ontsteking plaats, waardoor er een plasbrand ontstaat. Een andere lekkage oorzaak kan zijn dat de tankwagen beschadigd raakt gedurende het verladen door een botsing. Echter dient dit scenario ten alle tijden voorkomen te worden middels aanrijd beveiliging.	
Strategie:	Koelen tankwagen, stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving
Plasoppervlak bij overslag	
Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. Het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.	
<div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasomvang] </pre> </div>	
Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd, zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. • Indien de tankwagen te lang in de plasbrand blijft staan, kan de inhoud gaan koken en een BLEVE veroorzaken. 	
Stoppen lekkage	
Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild. Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 2 (semi)stationair blussysteem conform NFPA 11 of 16, eventueel voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem. 3 (semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15 2 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 3 Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en) 4 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m²-contour 5 Afscherming van de verlaadplaats middels aanrijd beveiligingen. 6 Diverse veiligheids t.b.v. slanglekkages 	

Brand in procesinstallatie (4.1 t/m 4.8)	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor bepalen hoeveelheid blus middel en opbrengmiddelen:
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. De tankwagen bevindt zich binnen het vlamfront.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor het koelen en de blussing	



Leidingbrand in leidingenstraat (5.2)	
Uitgangspunten	
Type straat:	Leidingenloop op sleepers in een verdiepte goot
Uitgangspunten:	Leidingen loop in een verdiepte goot is voorzien van enkele tussendijken om grote brandoppervlakten te voorkomen (Semi)stationaire koelinstallaties kunnen aanwezig zijn in naastgelegen proces installaties of tankputten De leidingloop is goed bereikbaar voor hulpdiensten Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig
Brandoppervlak:	Oppervlakte van de verdiepte goot
Scenario beschrijving + strategie	
Door het ontstaan van een lekkage in de leiding ter hoogte van een flens kan brandbare vloeistof vrijkomen. Via een ontstekingsbron vindt er ontsteking plaats, waardoor er een leidingbrand ontstaat. Een andere oorzaak kan zijn dat er een voertuig in de goot rijdt. Door de aanwezigheid van brandbare vloeistof in de overige leidingen bestaat de kans op BLEVE's Strategie: Stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk. • Escalatie effecten mogelijk door BLEVE's 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en)
4	Compartimentering van de leidingstraat ter voorkoming van grote plasoppervlakten
5	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
6	Afscherming van de goot voor voertuigen
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Bij het bestrijden van een brand in een verdiepte leidingstraat kan tot 50 meter lengte en 4 meter breedte met 1 schuimkanon worden volstaan. Indien de straat breder en langer is er per vak van 50 * 4 meter een extra kanon nodig. Het is hierbij zaak te voorkomen dat reeds gebluste delen weer tot ontsteking komen. Daarom dient met handstralen de reeds aangebrachte schuimlaag onderhouden te worden.
3	Zie schema : A = oppervlakte van de verdiepte goot
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. Hierbij kunnen afhankelijk van de wel of niet aanwezige (semi)stationaire systemen stappen worden overgeslagen.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor de blussing ten opzichte van de verdiepte goot	

Leidingbrand in leidingenstraat (5.2)

Voorbeeld



Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.1)	
Uitgangspunten	
Type tankwagen Uitgangspunten:	Trailer, tankcontainer op oplegger. (Semi)stationaire koel- en blusinstallaties zijn niet aanwezig ter plaatse of in naastgelegen proces installaties of tankputten De verladingslocatie is goed bereikbaar voor hulpdiensten Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig De tankwagen dient normaliter voorzien te zijn van noodafsluiters welke bij slangbreuk dichtslaan Terugslag kleppen dienen te voorkomen dat brandbare vloeistoffen terugstromen naar de verlading
Scenario beschrijving + strategie	
Tijdens het verladen slaat een slang of koppeling los en lekt er een bepaalde hoeveelheid brandbare stof onder de tankwagen. Er vindt ontsteking plaats, waardoor er een plasbrand ontstaat. Een andere lekkage oorzaak kan zijn dat de tankwagen beschadigd raakt gedurende het verladen door een botsing. Echter dient dit scenario ten alle tijden voorkomen te worden middels aanrijd beveiliging.	
Strategie:	Koelen tankwagen, stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving
Plasoppervlak bij overslag	
Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.	
<pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasomvang] </pre>	
Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd. zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. • Indien de tankwagen te lang in de plasbrand blijft staan, kan de inhoud gaan koken en een BLEVE veroorzaken. 	
Stoppen lekkage	
Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild. Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en)
4	Afscherming van de verlaadplaats middels aanrijd beveiligingen.
5	Diverse veiligheids t.b.v. slanglekkages

Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.1)	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor bepalen hoeveelheid blus middel en opbrengmiddelen:
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. De tankwagen bevindt zich binnen het vlamfront.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor het koelen en de blussing.	
Voorbeeld	
	
Tankwagenverlading Ondergrond: asfalt/beton	Spoorketelwagon verlading Ondergrond: grind/asfalt/beton

Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.2)	
Uitgangspunten	
Type tankwagen Uitgangspunten:	Trailer, tankcontainer op oplegger. (Semi)stationaire koel- of blusinstallaties zijn aanwezig ter plaatse en/of in naastgelegen proces installaties en/of tankputten De verladingslocatie is goed bereikbaar voor hulpdiensten Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig De tankwagen dient normaliter voorzien te zijn van noodafsluiters welke bij slangbreuk dichtslaan Terugslag kleppen dienen te voorkomen dat brandbare vloeistoffen terugstromen naar de verlading
Scenario beschrijving + strategie	
Tijdens het verladen slaat een slang of koppeling los en lekt er een bepaalde hoeveelheid brandbare stof onder de tankwagen. Er vindt ontsteking plaats, waardoor er een plasbrand ontstaat. Een andere lekkage oorzaak kan zijn dat de tankwagen beschadigd raakt gedurende het verladen door een botsing. Echter dient dit scenario ten alle tijden voorkomen te worden middels aanrijd beveiliging. Strategie: Koelen tankwagen, stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving	
Plasoppervlak bij overslag	
Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.	
<pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasomvang] </pre>	
Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd. zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. • Indien de tankwagen te lang in de plasbrand blijft staan, kan de inhoud gaan koken en een BLEVE veroorzaken. 	
Stoppen lekkage	
Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild. Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	(semi)stationair blussysteem conform NFPA 11 of 16, eventueel voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
3	(semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige opstelplaatsen (weersafhankelijk) voor brandweervoertuig(en)
4	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
5	Afscherming van de verlaadplaats middels aanrijd beveiligingen.
6	Diverse veiligheden t.b.v. slanglekkages

Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.2)	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Zie schema blussing voor bepalen hoeveelheid blus middel en opbrengmiddelen
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. De tankwagen bevindt zich binnen het vlamfront.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor het koelen en de blussing.	

Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.4 en 6.5)	
Uitgangspunten	
Type tankwagen	Trailer, tankcontainer op oplegger.
Uitgangspunten:	Semi-stationaire koelinstallaties zijn aanwezig ter plaatse en/of in naastgelegen proces installaties en/of tankputten Semi-stationaire blusinstallaties zijn aanwezig ter plaatse en/of in naastgelegen proces installaties en/of tankputten Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig De tankwagen dient normaliter voorzien te zijn van noodafsluiters welke bij slangbreuk dichtslaan Terugslag kleppen dienen te voorkomen dat brandbare vloeistoffen terugstromen naar de verlading
Scenario beschrijving + strategie	
Tijdens het verladen slaat een slang of koppeling los en lekt er een bepaalde hoeveelheid brandbare stof onder de tankwagen. Er vindt ontsteking plaats, waardoor er een plasbrand ontstaat. Een andere lekkage oorzaak kan zijn dat de tankwagen beschadigd raakt gedurende het verladen door een botsing. Echter dient dit scenario ten alle tijden voorkomen te worden middels aanrijd beveiliging. Strategie: Koelen tankwagen, stoppen lekkage, brand bestrijden en koelen omgeving	
Plasoppervlak bij overslag	
Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.	
<pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasomvang] </pre>	
Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd. zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. • Indien de tankwagen te lang in de plasbrand blijft staan, kan de inhoud gaan koken en een BLEVE veroorzaken. 	
Stoppen lekkage	
Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	(semi)stationair blussysteem conform NFPA 11 of 16, eventueel voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
3	(semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de semi-stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour
4	Afscherming van de verlaadplaats middels aanrijd beveiligingen.
5	Diverse veiligheids t.b.v. slanglekkages

Brand bij overslag met tankwagen/spoorketelwagon (6.4 en 6.5)	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf
2	Conform tabel 2 kan een inschatting gemaakt worden omtrent de plasgrootte
3	Zie schema blussing voor bepalen hoeveelheid blus middel en opbrengmiddelen.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. De tankwagen bevindt zich binnen het vlamfront.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor het stoppen van de lekkage, koelen en de blussing.	

Fakkelbranden (7.1 t/m 7.3)	
Scenariobeschrijving + strategie	
<p>Door het ontstaan van een lek in een procesleiding/procesapparatuur/opslagvat/tankwagen/spoorketelwagon onder hoge druk ontstaat er lokaal een gaslek of een vloeistof sproei nevel. Het gas of de damp vindt een ontstekings bron en er ontstaat een fakkelbrand. N.B. een sproei brand behoeft dezelfde bestrijdingsstrategie als fakkelbranden.</p> <p>Strategie: Stoppen lekkage en koelen omgeving. In geen geval mag zomaar de fakkel worden gedoofd omdat er dan een explosieve atmosfeer ontstaat.</p>	
Stoppen lekkage	
<p>Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) zijnde afsluiters en omloopafsluiters stroomopwaarts onder dekking van een waterschild Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden (alleen bij sproei brand).</p>	
Benodigde hoeveelheden blusmiddel, koelwater + opbrengmiddelen en personen	
<p>Door de stappen punt voor punt te doorlopen in de schema's kan de benodigde hoeveelheid blusmiddel, koelwater, opbrengmiddelen en het aantal benodigde personen bepaald worden. Hierbij kunnen afhankelijk van de wel of niet aanwezige (semi)stationaire systemen stappen worden overgeslagen.</p>	
<div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Schema blussing] --> B[Schema koeling] B --> C[Schema personen] C --> D[Benodigde hoeveelheden blusmiddel, koelwater + opbreng middelen en personen.] </pre> </div> <p><i>Deze stap alleen bij eventuele plassen als gevolg van de sproei brand.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf • Door de fakkelbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. Kortstondig zijn hogere stralings-belastingen mogelijk (bijv. het openen van een klep bij 6 kW/m² onder dekking van een hittedschild). 	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
3	eventueel (semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15 bij procesinstallaties en overslag
4	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de semi-stationaire systemen buiten de 3 of 1 kW/m ² -contour

Fakkelfbranden (7.1 t/m 7.3)

Voorbeelden



Fakkelfbranden geven lokaal hogere warmtebelastingen dan plasbranden. Hierdoor zijn vaak hogere applicatie hoeveelheden koelwater benodigd.



In geval er sprake is van passieve brandbescherming dient deze aantoonbaar geschikt te zijn voor toepassing bij fakkelfbranden. Veel passieve beschermingen zijn niet geschikt voor toepassing bij fakkelfbranden.

Wolkdispersie brandbare/toxische damp (8.1 t/m 8.4)	
Scenariobeschrijving + strategie	
<p>Door het ontstaan van een lek in een procesleiding/procesapparatuur/vat/tankwagen/spoorketelwagon binnen de proces installatie ontstaat er lokaal een vloeistof plas welke zich op 4 verschillende manieren zal vormen i.v.m. het wel of niet aanwezig zijn van opvang en afvoer systemen. Tijdens het uitdampen vormt de plas een brandbare en/of toxische wolk.</p> <p>Strategie: stoppen lekkage, beschuimen plas.</p>	
Plasoppervlak bij appendage lekkages	
<p>Het plasoppervlak is bepalend voor het verdampend oppervlak en de benodigde schuimcapaciteit.het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.</p>	
<pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasoppervlak] </pre>	
<p>Voor de eerste 2 factoren is modelleringssoftware benodigd. zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II</p>	
Stoppen lekkage	
<p>Zie tabel 10.</p>	
Dispergeren of neerslaan dampwolk	
<p>Zie tabel 11.</p>	
Benodigde hoeveelheden premix + opbrengmiddelen en personen	
<p>Door de stappen punt voor punt te doorlopen in de schema's kan de benodigde hoeveelheid blusmiddel, water, opbrengmiddelen en het aantal benodigde personen bepaald worden. Hierbij kunnen afhankelijk van de wel of niet aanwezige (semi)stationaire systemen stappen worden overgeslagen.</p>	
<pre> graph TD A[Schema blussing] --> B[Schema koeling] B --> C[Schema personen] C --> D[Benodigde hoeveelheden blusmiddel, koelwater + opbreng middelen en personen.] </pre>	
<ul style="list-style-type: none"> • Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf • Een (toxische)vloeistofplas dient binnen 1 minuut te zijn dichtgeschuimd en binnen 5 minuten dient de minimale bij de soort stof behorende schuimdikte (dient beschreven te zijn in bedrijfsbrandweerrapport) zijn gerealiseerd. 	

Wolkdispersie brandbare/toxische damp (8.1 t/m 8.4)	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	eventueel (semi)stationair blussysteem conform NFPA 11 of 16, eventueel voorzien van een vaste schuimvoorraad en schuiminjectiesysteem.
3	eventueel (semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15 bij procesinstallaties en overslag
4	Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand
5	Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de (semi)stationaire systemen
Voorbeelden	
Dispergeren of neerslaan dampwolken m.b.v. hydroshields:	
	

Wolkdispersie brandbaar/toxisch gas (9.1 t/m 9.3)
Scenariobeschrijving + strategie
Door het ontstaan van een lek in een procesleiding/procesapparatuur/vat/tankwagen/spoorketelwagon binnen de procesinstallatie ontstaat er een brandbare en/of toxische gaswolk. Strategie: Stoppen lekkage, omgeving beschermen door concentratie te verdunnen en gaswolk af te wenden van kwetsbare gebieden.
Stoppen lekkage
Zie Tabel 10.
Dispergeren of neerslaan gaswolk
Zie Tabel 11.
Benodigde hoeveelheden water + opbrengmiddelen en personen
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in de schema's kan de benodigde hoeveelheid water, opbrengmiddelen en het aantal benodigde personen bepaald worden. Hierbij kunnen afhankelijk van de wel of niet aanwezige (semi) stationaire systemen stappen worden overgeslagen.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Schema neerslaan/dispergeren</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Schema personen</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Benodigde hoeveelheden water ter afscherming + opbreng middelen en personen.</div>
Benodigde brandpreventieve maatregelen
<ol style="list-style-type: none"> 1 Bluswatervoorziening <ol style="list-style-type: none"> 1,1 Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29) 2 eventueel (semi)stationair koelsysteem conform NFPA 15 bij procesinstallaties en overslag t.b.v. neerslaan 3 Hydranten op 50 tot 80 m maximale onderlinge afstand 4 Verschillende veilige bedieningslocaties (weersafhankelijk) voor de (semi)stationaire systemen
Voorbeelden
Dispergeren of neerslaan dampwolken m.b.v. hydroshields:

Vrije uitstroom van chloor (niet oplosbaar in water) zonder maatregelen

Inzetten van 2 waterschermen



Vervoersgebonden scenario's (10.1 t/m 10.3)	
Uitgangspunten	
Type verpakking	Boxcontainer, tankcontainer
Uitgangspunten:	Geen stationaire blusinstallaties Veiligheids op tankcontainers Bluswaternet met voldoende capaciteit aanwezig (180 m ³ /uur conform PGS 15)
Scenario beschrijving + strategie	
Tijdens manipulaties raakt de verpakking lek met uitstroming tot gevolg Er vindt ontsteking plaats, waardoor er een plasbrand ontstaat. Een andere lekkage oorzaak kan zijn dat de tankwag en beschadigd raakt gedurende het verladen door een botsing. Echter dient dit scenario ten alle tijden voorkomen te worden middels aanrijd beveiliging. Strategie: Blussen plasbrand en koelen omgeving middels schuiminzet.	
Plasoppervlak bij overslag	
Het plasoppervlak is bepalend voor de aanstraling, de benodigde bluscapaciteit en koelcapaciteit. het is daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het plasoppervlak.	
<pre> graph TD A[4 factoren bepalen plasomvang] --> B[Geen LOC opvang (asfalt beton ondergrond)] A --> C[Geen LOC opvang (grindbed)] A --> D[LOC opvang (opstaande rand)] A --> E[LOC opvang met snelle afvoer (op afschot en afvoer)] B --> F[Tabel 2] C --> F D --> F E --> F F --> G[Plasoppervlak] </pre>	
Voor de eerste 2 factoren is modellingssoftware benodigd. zoals b.v. SAFETI-NL, CAMEO of SAVE II	
Effecten	
<ul style="list-style-type: none"> • Door de plasbrand ontstaat er een 1, een 3 en een 10 kW/m²-contour welke inzichtelijk moet worden gemaakt op tekening. • De 10 kW/m²-contour bepaalt welke objecten in de omgeving gekoeld dienen te worden. • De 3 kW/m²-contour bepaalt de werkgrens van de brandweer voor langdurige inzet. • Indien de tankwag en te lang in de plasbrand blijft staan, kan de inhoud gaan koken en een BLEVE veroorzaken. 	
Stoppen lekkage	
Lekkage dient gestopt te worden middels het afsluiten van de toevoer (alleen indien manuele bediening) of plaatsen in lekbak. Een lekkage kan niet aangepakt worden indien deze omsloten wordt door een plasbrand. De plasbrand dient dan als eerste bestreden te worden gevold door het plaatsen van de container in een lekbak.	
Benodigde brandpreventieve maatregelen	
1	Bluswatervoorziening
1,1	Het bluswatersysteem moet zijn ontworpen volgens de richtlijnen van de NFPA, met name de NFPA 11, NFPA 14, NFPA 20, de NFPA 22 en de NFPA 24. (bron PGS 29)
2	Hydranten op 50 tot 200 m maximale onderlinge afstand (PGS 15)
3	Afscherming van de opslag middels aanrijd beveiligingen.
Benodigde hoeveelheden blusmiddel + opbrengmiddelen	
1	Het type schuim en het expansievoud van het schuim moeten zijn afgestemd op de aard en omvang van de aanwezige stoffen en gevaren. De bestendigheid en toepasbaarheid van het schuim moeten door testen zijn aangetoond door een door het bevoegd gezag erkend bedrijf.
2	Conform tabel 2 kan een inschatting gemaakt worden omtrent de plasgrootte
3	Zie schema blussing voor bepalen hoeveelheid blus middel en opbrengmiddelen.
Benodigde hoeveelheid koelwater + opbrengmiddelen	
Door de stappen punt voor punt te doorlopen in het schema koeling kan de benodigde hoeveelheid koelwater en opbrengmiddelen bepaald worden. De container bevindt zich binnen het vlamfront. Koelen middels schuim is aan te raden.	
Benodigde aantal personen	
Via het schema personen kan bepaald worden hoeveel personen er nodig zijn voor het stoppen van de lekkage, koelen en de blussing	

