

**Advies**  
**Tankstation**

**{ Kenmerk Rapport }**  
**Datum**

## INHOUDSOPGAVE

1. Aanbevelingen .....	2
2. Inleiding .....	3
3. Toets Groepsrisico.....	3
3.1. De nulsituatie.....	3
3.2. Uitgangssituatie .....	3
3.3. Verschil tussen nulsituatie en uitgangssituatie .....	3
3.4. Toets aan de personendichtheden uit de REVI .....	3
3.5. (in)directe verankering van personendichtheden .....	4
4. Toets uitgangssituatie.....	4
4.1. Scenario's.....	4
4.1.1. Mogelijkheden.....	4
4.1.2. Optimaliseringmogelijkheden scenario's .....	6
4.2. Zelfredzaamheid.....	6
4.2.1. Mogelijkheden.....	6
4.2.2. Optimaliseringmogelijkheden zelfredzaamheid .....	7
4.3. Bestrijdbaarheid .....	7
4.3.1. Mogelijkheden voor de hulpverlening .....	7
4.3.2. Optimaliseringmogelijkheden hulpverlening .....	7
5. Afkortingen en lijst met verklaringen.....	8
BIJLAGE 1. Berekeningen.....	8
BIJLAGE 2. Het vlinderdas model .....	9

## 1. Aanbevelingen

	Optimalisering Mogelijkheden t.a.v	Hoofd stuk	Aanbevelingen ter optimalisering
1	Groepsrisico	3	
2	Scenario's	4.1	
3	Zelfredzaamheid	4.2	
4	Bestrijdbaarheid	4.3	

## 2. Inleiding

Situatie	T	NVT
Een bestaande situatie waarbij het evenwicht enkel wordt verstoord door de komst van een besluit		
De komst of de mogelijke komst van een nieuwe risicoveroorzakende inrichting	Bestemmingsplan	
	WM- vergunning	
De vestiging van nieuwe beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten d.m.v. een bestemmingsplan		

## 3. Toets Groepsrisico

STAP	
1	De nulsituatie
2	Uitgangssituatie
3	Vershil tussen nulsituatie en uitgangssituatie
4	Toets aan de personendichtheden uit de REVI
5	Eventuele (in)directe verankering van personendichtheden

### 3.1. De nulsituatie

Volgens de Regeling externe veiligheid inrichtingen (REVI) van 8 september 2004, geldt voor bovenstaande situatie het volgende

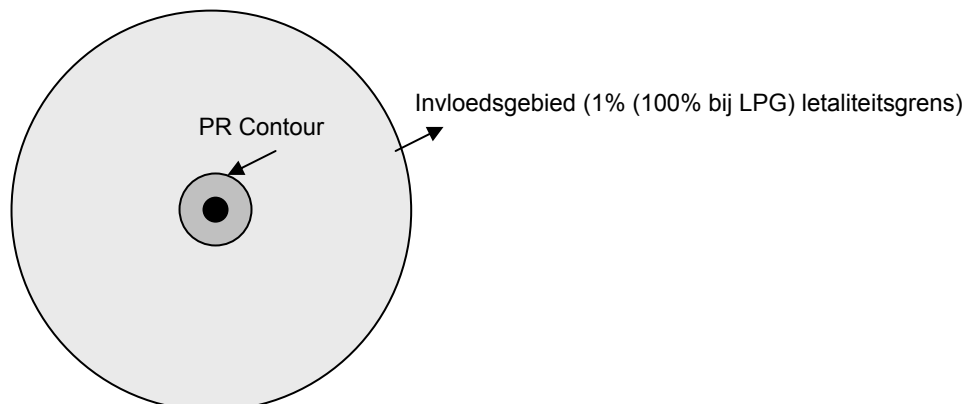
Situatie	PR contour (m) vanaf vulpunt	PR contour(m) vanaf ondergrond reservoir	PR contour(m) vanaf afleverzuil	Afstand (m) tot grens invloedsgebied (1%)
LPG tankstation met een doorzet tot 1000 m <sup>3</sup> / jaar	45	25	15	150
LPG tankstation met een doorzet tot 1500 m <sup>3</sup> / jaar.	110	25	15	150

### 3.2. Uitgangssituatie

### 3.3. Vershil tussen nulsituatie en uitgangssituatie

### 3.4. Toets aan de personendichtheden uit de REVI

De oriënterende waarde wel / niet wordt overschreden. Het groepsrisico in deze situatie t.o.v. de bestaande situatie verandert wel / niet.



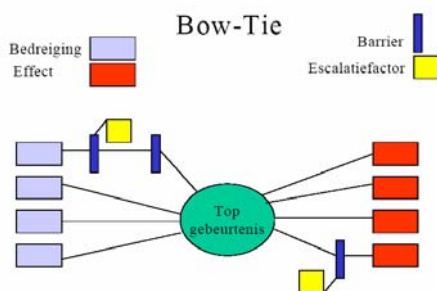
### 3.5. (in)directe verankering van personendichtheden

#### 4. Toets uitgangssituatie

	Stappen	
4.1	Scenario's en optimaliseringmogelijkheden	Welke risicoreducerende maatregelen zijn haalbaar en kunnen betrokken worden
4.2	Zelfredzaamheid slachtoffers en optimaliseringmogelijkheden	Welke maatregelen kunnen worden doorgevoerd om zelfredding zo optimaal te laten plaatsvinden
4.3	Mogelijkheden van de hulpverlening en haalbare optimaliseringmogelijkheden	Welke maatregelen kunnen worden doorgevoerd op het gebied van pro-actie, preventie, preparatie en repressie.

#### 4.1. Scenario's

De maatregelen die noodzakelijk en mogelijk zijn om het aantal slachtoffers zo beperkt mogelijk te houden op basis van zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid hangen sterk af van het maatgevende scenario.



(Zie bijlage 2)

Vier scenario's zijn in algemene zin te onderkennen:

1. hittebelasting brand;
2. drukbelasting ten gevolge van een explosie;
3. druk- en hittebelasting ten gevolgen van een Blêve;
4. toxische belasting ten gevolgen van een giftige gas / damp.

##### 4.1.1. Mogelijkheden

Binnen de normale bedrijvigheid op het LPG-tankstation, vormt de bevoorrading (het transport, de overslag en opslag) van de ondergrondse tank door een tankwagen een verhoogd risico. Technische en/of menselijke fouten kunnen leiden tot het ongecontroleerd vrijkomen van LPG, met alle gevolgen van dien.

Wij concentreren ons hier bij op twee scenario's

- druk- en hittebelasting ten gevolgen van een Blêve;
- gaswolkontbranding.

##### **Blêve**

Als gevolg van het door verhitting oplopen van de druk of mechanische beschadiging kan een reservoir bezwijken. Indien het vrijkomende gas direct ontstoken wordt vindt een zogeheten blêve plaats (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Bij de verbranding van deze kokende brandbare vloeistof kan een vuurbol met een doorsnede van enige honderden meters verschijnen. Het is duidelijk dat dit gepaard gaat met een enorme stralingswarmte. De tijdsduur waarbinnen een zodanige **blêve** optreedt, is afhankelijk van de hittestraling en de vullingsgraad van het reservoir: Uit literatuur blijkt dat tussen het begin van een brand en een **blêve** 5 tot 30 minuten liggen.

De mogelijkheid bestaat verder dat bij het bezwijken van het reservoir delen daarvan worden weggeslingerd. Hierbij kan tot op honderden meters schade en gevaar ontstaan. Tankdelen worden soms door de lucht verplaatst en in andere gevallen over de grond weggeslingerd. Over de richting waarin en de afstand waarover de brokstukken zich verplaatsen is niets te voorspellen. In de praktijk zijn afstanden tot 800 m waargenomen.

De schade tengevolge van een blêve wordt voor het grootste deel bepaald door de optredende warmtestraling. Dit effect domineert de gevolgen van de optredende overdrukken. Binnen de vuurbol wordt 100% letaliteit

verondersteld. Daarnaast zijn er twee afstanden te onderscheiden waarin ten eerste tweede en derde graads brandwonden mogelijk zijn en als tweede koelen noodzakelijk is in verband met secundaire branden.

#### Berekening Blêve

	Vuurbal	Secundaire branden	Mogelijk nog gewonden	Triage Klasse
	R1*	R2**	R3**	
In meters	150	300	400	
Aantal doden***				T4
Aantal zwaar gewonden****				T1
Aantal licht gewonden ****				T2

\* Supplement 1 verantwoordingsplicht groepsrisico

\*\* Schade scenarioboek 1993

\*\*\* aantallen gebaseerd op de dagelijkse omstandigheden

\*\*\*\* Het aantal is berekend middels oppervlakte gedeeld door het aantal bewoners per hectare uitgaande van 25 inwoners per hectare (dun bevolkt gebied). (Reken voor gemiddelde bebouwing en dichte bebouwing op 40 cq 100 personen per hectare)

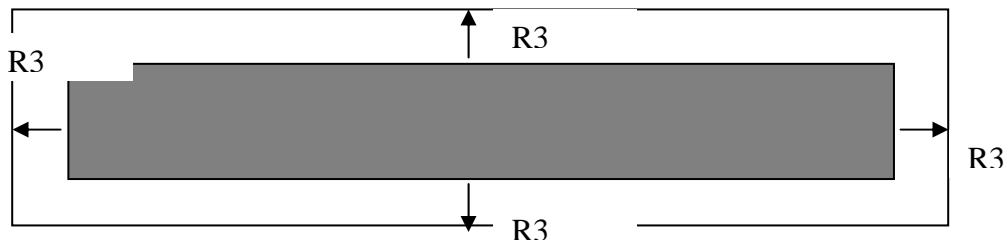
Het aantal gewonden wordt berekend door oppervlakte schadecirkel gedeeld door het aantal bewoners per hectare minus aantal doden of op basis van getelde bebouwing

#### Gaswolkontbranding

Indien het gas niet direct ontstoken wordt maar pas na enige tijd op afstand is er sprake van een vrije gaswolkexplosie. Het effectgebied is niet cirkelvormig maar rechthoekig in benedenwindse richting vanaf het object. De grootte van de brandende gaswolk wordt bepaald aan de hand van de onder- en bovenexplosiegrens en is in onderstaande tabel aangegeven met lengte en breedte.

De verspreiding van gassen en dampen wordt sterk beïnvloed door de heersende meteorologische omstandigheden. De volgende tabel gaat uit van de volgende stabiliteitsklassen: D = windsnelheid 5 m/s en F = windsnelheid 2 m/s. De aangegeven schade afstanden LPG zoals hier aangegeven zijn uit het Schade Scenarioboek, uitgegeven door BZK overgenomen hierbij uitgaande van categorie III.

In het geval van een gaswolkexplosie wordt aangenomen dat letaal letsel alleen optreedt ter plaatse van de brandende gaswolk. Een deel van de schade wordt veroorzaakt door de optredende overdrukken. Welke waarden de piekoverdruk bereikt is sterk afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse. Opsluiting van de gaswolk, bijvoorbeeld tussen gebouwen of onder overkappingen kan de piekoverdruk sterk doen toenemen. Er wordt vanuit gegaan dat persoonlijk letsel ontstaat door instortende gebouwen. In de tabel wordt de straal (R3) vermeld waarbinnen gewonden kunnen vallen ten gevolge van overdrukeffecten



Stabiliteitsklasse	D		D		F		F	
Uitstroming	continue		instantaan		continue		instantaan	
	$l \times b$	R3	$l \times b$	R3	$l \times b$	R3	$l \times b$	R3
In meters	50 x 40	25	500 x 25	145	300 x 40	50	1100 x 55	150
Aantal doden **								
Aantal gewonden door overdrukeffecten ***								

- \* aantallen gebaseerd op de dagelijkse omstandigheden.
- \*\* Het aantal is berekend middels oppervlakte gedeeld door het aantal bewoners per hectare uitgaande van 25 inwoners per hectare (dun bevolkt gebied).  
(reken voor gemiddelde bebouwing en dichte bebouwing op 40 cq 100 personen per hectare)
- \*\*\* Het aantal gewonden wordt berekend door oppervlakte schadecirkel gedeeld door het aantal bewoners per hectare minus aantal doden.

Uit bovenstaande blijkt dat bij zeer stabiel weer (F = windsnelheid 2 m/s) het schadegebied vele malen groter is dan bij neutraal weer (D = windnelheid 5 m/s) Echter, door de aanwezigheid van veel ontstekingsbronnen in de omgeving (bebouwing c.q. verkeer) en het feit dat neutraal weer (D) driekwart van de tijd voorkomt is het scenario waarbij op grote afstand de gaswolkexplosie ontstaat niet erg waarschijnlijk. Om deze reden kiezen wij voor de blêve als het maatgevend scenario.

Enkele incidenten die bovenstaande scenario's tot gevolg hebben zijn onder andere:

1. aanrijding door auto met lossende LPG tankauto waardoor brand ontstaat welke de tankauto aanstraalt, waardoor de druk in de tank onaanvaardbaar groot wordt met als eindresultaat een blêve.
2. aanrijding door auto met lossende LPG tankauto waardoor tankwand van de tankauto bezwijkt. De combinatie van zeer veel expansie-energie en de vorming van een explosief gasmengsel kan resulteren in een blêve.
3. mechanische beschadiging van de tank of appendages waardoor LPG in gasvorm ongecontroleerd vrijkomt met als resultaat een gaswolkexplosie wanneer het gas pas na enige tijd op afstand wordt ontstoken

#### 4.1.2. Optimaliseringmogelijkheden scenario's

- Bescherming tegen aanrijding: Volgens de CPR richtlijn 8-1 moet het vulpunt voldoende tegen aanrijding zijn beschermd door een doelmatige vangrailconstructie danwel door met beton gevulde stalen buizen.
- Locatie vulpunt: het vulpunt moet op een dusdanige plaats zijn aangebracht dat de tankwagen tijdens het lossen zich op een geschikte en hiertoe bestemde plaats bevindt waar het overige verkeer geen gevaar vormt voor de tankwagen. Deze CPR richtlijn geeft tevens aan dat voldoende verlichting aanwezig moet zijn ter plaatse van het laden en lossen. Verplaatsing van het vulpunt kan gunstige invloed hebben op de PR-contour of het groepsrisico, maar kan ook tot nieuwe knelpunten leiden.
- Conditie tankauto: de tankauto aan wettelijke eisen te voldoen. Op dit moment wordt op landelijk niveau gediscussieerd over een hittewerende coating op de tankwagens en verbeterde vulslangen.
- Dag/nacht aflevering: afhankelijk van de aanwezigheid van personen overdag of 's nachts kan besloten worden om aflevertijden vast te leggen.

## 4.2. Zelfredzaamheid

### 4.2.1. Mogelijkheden

Centraal in deze paragraaf staat de vraag of zelfredding mogelijk is gezien het effectscenario. De effectiviteit van de zelfredzaamheid hangt met name af van de urgentie / het effect (moeten maatregelen worden overwogen?) en de haalbaarheid (is er voldoende tijd, middelen etc. voor maatregelen?).

Situatie	Effect – haalbaarheid	Geadviseerde maatregel	Slachtoffer verwachting
1	Met zekerheid geen effect	Geen maatregel	Geen
2	Met zekerheid geen effect of mogelijke irritatie etc.	Advies binnen blijven	Geen
3	Geen zekerheid op geen effect; voldoende tijd beschikbaar	Ontruimen / evacuatie	Geen
4	<b>Tijd beschikbaar voor ontruiming kort; reële verwachting op slachtoffers bij binnen blijven</b>	<b>Snel ontruimen</b>	<b>Mogelijk</b>
5	Tijd beschikbaar voor ontruiming kort; binnen blijven biedt naar verwachting afdoende	Alarm binnen blijven	Mogelijk

Situatie	Effect – haalbaarheid	Geadviseerde maatregel	Slachtoffer verwachting
	bescherming		
6	Tijd beschikbaar te kort voor enige ontruiming; geen zekerheid op effect	Alarm binnen blijven	Mogelijk / waarschijnlijk

Bij het scenario wat uit zou kunnen lopen op een blêve is situatie 4 van toepassing. Tussen het begin van een brand en een blêve ligt 5 tot 30 minuten. Doordat hulpverleners gemiddeld binnen 15 minuten ter plaatse zijn, is de beschikbare tijd kort maar aanwezig. Wordt een blêve op korte termijn verwacht is schuilen direct noodzakelijk.

#### 4.2.2. Optimaliseringmogelijkheden zelfredzaamheid

Centraal in deze paragraaf staat de vraag of zelfredding gezien het effectscenario optimaal kan plaatsvinden. Wij kijken hierbij naar functie-indeling, de infrastructuur en bebouwing.

	Mogelijkheden		n.v.t.	JA / NEE
1	Functie-indeling	Is bebouwing met personen met lage zelfredzaamheid aanwezig / geprojecteerd?		
2		Is hoogbouw aanwezig / geprojecteerd?		
3	Infrastructuur	Zijn voldoende vluchtwegen aanwezig / geprojecteerd?		
4		Is de capaciteit van de vluchtwegen voldoende		
5		Is juiste oriëntatie vluchtwegen aanwezig		
6	Bebouwing	Bouwwerken voldoen aan het bouwbesluit		
7		Vluchtrichting uit een gebouw is tegengesteld aan de bron		
8		Toxische wolk: luchtdichte afsluiting van een gebouw		

#### 4.3. Bestrijdbaarheid

Voor de beoordeling van de bestrijdbaarheid wordt de bestrijding en de inrichting van het gebied om de bestrijding te faciliteren beoordeeld.

##### 4.3.1. Mogelijkheden voor de hulpverlening

De vraag staat centraal of een bepaald scenario, in geval van een incident, gegeven de omstandigheden te bestrijden is. De beoordeling van de mogelijkheden van bestrijdbaarheid zal plaatsvinden op meerdere niveaus in de veiligheidsketen:

	Mogelijkheden	Scenario : Blêve		Effectief + / -
1	Bronbestrijding	Koelen, mits snel gestart	Koeling met minimaal 69,5 m <sup>3</sup> / uur (zie bijlage 1)	+
2	Effectbestrijding	Geen effectieve bestrijding (te snel) Bestrijding secundaire branden		+ / -
3	Dosisreductie	Ramen en deuren open; schuilen	Zie zelfredzaamheid 4.2.1	+
4	Blootgesteldenreductie	Afzetten; Ontruimen mits ruime vooraankondiging		+
5	slachtofferreductie	Longschade, brandwonden, mech. verwondingen		+

We kunnen stellen dat het betreffende scenario te bestrijden is mits snel blussing van het object dat de tank aanstraalt of koeling van de tank kan worden opgestart. Effectbestrijding concentreert zich op bestrijding van mogelijke secundaire branden.

##### 4.3.2. Optimaliseringmogelijkheden hulpverlening

Centraal in deze paragraaf staat de vraag of de inrichting van de ruimte de bestrijding negatief of positief beïnvloeden. Wij kijken hierbij naar de bereikbaarheid, de opstel mogelijkheden, de inzetbaarheid van middelen en de mogelijkheden om het aantal blootgestelde personen te reduceren.

	Mogelijkheden		n.v.t.	JA / NEE
1	Bereikbaarheid	Directe bereikbaarheid van de bron voor de brandweer binnen zorgnorm		
2		Geen of zo kort mogelijke afstand tussen opstelplaats en incidentlocatie		



	Mogelijkheden		n.v.t.	JA / NEE
3		Locatie te bereiken via twee zijden		
4		Goede bereikbaarheid voor hulpverleners in effectgebied		
5		Snelheidsbeperkende maatregelen bij de uitvalswegen		
6	Opstelmogelijkheden	Voldoen de opstelmogelijkheden voor de hulpverlening		
7	Inzetbaarheid van middelen	Is inzet van hogedrukspuit mogelijk		
8		Zijn voldoende schuimblusmiddelen aanwezig		
9		Is voldoende bluswater aanwezig		
10		Vervoer van gewonden is mogelijk van ongevalplaats naar opstelplaats		
11	Reductie van aantal blootgestelde personen	Kan door een andere indeling van functies en gebouwen de druk op de hulpverleningscapaciteit worden verkleind?		
12	Overig	Is in het effectgebied een brandweerkazerne of ziekenhuis gelegen?*		

\* Indien schade aan een ziekenhuis of brandweerkazerne ontstaat a.g.v. het incident heeft dit niet alleen gevolgen voor de bestrijding en de opvang van slachtoffers van het incident, maar ook voor willekeurige incidenten in de periode na het incident.

Bronbestrijding ligt in de regel in het blussen van het object welke de tankauto aanstraalt. Mocht dit niet mogelijk zijn, dan is koeling van de tankauto een optie die in de praktijk niet snel wordt genomen omdat een blêve kan optreden binnen de opkomsttijd van de brandweer.

Indien het koelen niet op tijd kan worden gestart komt het ontruimen van het gebied snel in zicht.

Optimaliseringmogelijkheden:

- Sprinkler: Een sprinklerinstallatie kan in geval van een incident met de tank voor koeling zorgen. Hierdoor wordt drukopbouw in de tank, die tot een BLEVE leidt voorkomen.
- Rampbestrijdingsplan LPG.

## 5. Afkortingen en lijst met verklaringen

NVT	Niet van Toepassing
T	van toepassing
BEVI	Besluit externe veiligheid inrichtingen
Blêve	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
GR	Groepsrisico
PR	Plaatsgebonden risico
R	straal
REVI	Regeling externe veiligheid inrichtingen
T1	gewonden van wie het leven onmiddellijk wordt bedreigd
T2	slachtoffers te behandelen binnen zes uur
T3	slachtoffers waarvan de behandeling na de eerste hulp kan worden uitgesteld
T4	doden

nulsituatie	de actuele situatie zonder de te beoordelen ontwikkelingen
uitgangssituatie	de actuele situatie inclusief de te beoordelen ontwikkelingen
invloedsgebied	gebied tot aan de 1% letaliteitgrens

## BIJLAGE 1. Berekeningen

### Koeling LPG tankauto

Volgens cursusboek Adjunct Hoofdbrandmeester Repressie van het Nibra, februari 2002, is voor het koelen van vaten etc. 10 liter per m<sup>2</sup> per minuut benodigd.

Een standaard LPG tankwagen welke voor 40 m<sup>3</sup> gevuld kan worden met LPG heeft een diameter van 2,5 meter en een lengte van 13,50 meter.

Totaal te koelen oppervlakte in m<sup>2</sup> = (2πr<sup>2</sup>) + (2πr \* lengte) = (2π \* 1,25<sup>2</sup>) + (2π \* 1,25 \* 13,50) = 115,84 m<sup>2</sup>

**Benodigde hoeveelheid koelwater in m<sup>3</sup> / uur = 0,01 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> per minuut = 0,01 \* 115,84 \* 60 = 69,5 m<sup>3</sup> / uur**

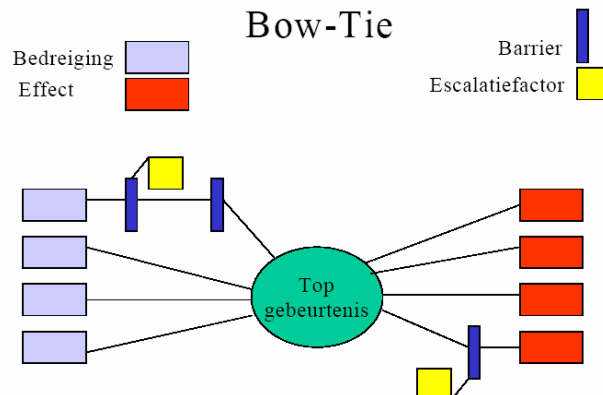
Een stationaire waterkanon levert 2000 liter / min = **120 m<sup>3</sup> / uur**

Conclusie: om te koelen is 70 m<sup>3</sup> / uur benodigd. Om een stationaire waterkanon te kunnen hanteren (met de voordelen als afwezigheid van personeel) is 120 m<sup>3</sup> / uur benodigd.

## BIJLAGE 2. Het vlinderdas model

### Vlinderdasmodel (Bow-tie)

Het vlinderdasmodel is een denkmodel dat gebaseerd is op het inventariseren van risico's (ongewenste gebeurtenissen) en het plaatsen van lines of defense (barriers) om de risico's te beheersen. Er zijn ongewenste gebeurtenissen, die veroorzaakt worden door bedreigingen. Deze bedreigingen komen voort uit een bepaalde activiteit, zoals bijvoorbeeld het opslaan en ompakken van gevaarlijke stoffen in een eerste linie loods. Door het nemen van maatregelen kunnen bedreigingen geneutraliseerd worden (materiaalkeuze, gebruiksvorschriften, toezichthouden, etc). Daarnaast zijn er effecten, indien de ongewenste gebeurtenis toch plaats vindt, die kunnen worden beperkt door maatregelen te nemen (sprinklers, compartimentering, RD). Een goede verzekering is ook een barrier. Riskmanagement, veiligheid en milieu en calamiteitenbeheersing hebben dus veel met elkaar te maken.



De nadruk ligt van oudsher op het bestrijden van effecten, maar de meerwaarde ten opzichte van een externe brandweerorganisatie is nu juist het faciliteren van een goede koppeling tussen voorkomen en beperken van incidenten; het analyseren van scenario's, het bedenken van maatregelen om gebeurtenissen te voorkomen (pro-actie) en het bedenken van maatregelen om effecten te beperken (preventie, preparatie). Hoe werkt nu de combinatie van het vlinderdasmodel met de veiligheidsketen? Nadat besloten is dat een bepaalde activiteit zal worden uitgevoerd (zoals bijvoorbeeld opslag en overslag van gevaarlijke stoffen) kan een inventarisatie worden gemaakt van ongewenste gebeurtenissen. De lijnen van de vlinderdas beginnen bij pro-actie en lopen door naar herstel / nazorg. De Lines of defense zijn maatregelen in een bepaalde schakel. Gezamenlijk ziet dat er zo uit:

