

1422 )  
61

**QRA Bunkerstations Calpam en Slurink te Amsterdam**

**Bijlage bij MER Herontwikkeling  
Zeeburgereiland**

**Nr 9**



Adviesgroep AVIV BV  
Langestraat 11  
7511 HA Enschede

## **QRA Bunkerstations Calpam en Slurink te Amsterdam**

Project : 05819  
Datum : 28 september 2005  
Auteur : Ir. J. Heitink, Ing. L.M.A. Mentink  
Status : Definitief

Opdrachtgever:  
Gemeente Amsterdam  
DRO afd. JMZ  
t.a.v hr. W. Rozendaal  
Postbus 2758  
1000 CT Amsterdam

## Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Inleiding</b> .....                       | <b>2</b>  |
| <b>2. Systeembeschrijving</b> .....             | <b>3</b>  |
| 2.1. Inleiding .....                            | 3         |
| 2.2. Basisgegevens .....                        | 5         |
| 2.3. Toestand van het systeem .....             | 5         |
| <b>3. Scenariodefinitie</b> .....               | <b>7</b>  |
| 3.1. Inleiding .....                            | 7         |
| 3.2. Spills .....                               | 7         |
| 3.3. Aanvaring .....                            | 7         |
| 3.4. Ontsteking .....                           | 9         |
| 3.5. Plaats van uitstroming .....               | 9         |
| 3.6. Scenariotabel .....                        | 10        |
| <b>4. Risicoberekening</b> .....                | <b>11</b> |
| 4.1. Individueel risico .....                   | 11        |
| 4.2. Groepsrisico .....                         | 11        |
| 4.3. Effectafstanden .....                      | 12        |
| 4.4. Toekomstige situatie .....                 | 13        |
| <b>5. Conclusies</b> .....                      | <b>14</b> |
| <b>Referenties</b> .....                        | <b>15</b> |
| <b>Bijlage 1 Basisgegevens inrichting</b> ..... | <b>16</b> |
| <b>Bijlage 2 Scenario's</b> .....               | <b>18</b> |
| <b>Bijlage 3 Risicocontouren</b> .....          | <b>21</b> |
| <b>Bijlage 4 Effectafstanden</b> .....          | <b>22</b> |

## 1. Inleiding

Te Amsterdam aan het Afgesloten IJ en het Amsterdam-Rijnkanaal zijn een aantal bunkerstations gevestigd. Schepen nemen daar ligplaats om te bunkeren, d.w.z. brandstof in te nemen en/of boodschappen te doen.

Op de oever nabij de bunkerstations Calpam en Slurink wil de gemeente Amsterdam nieuwbouw realiseren.

Hoewel een bunkerstation momenteel niet onder de reikwijdte van het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen valt, wil de gemeente Amsterdam toch inzicht in de ligging van de risicocontouren.

In opdracht van de gemeente Amsterdam en Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland zijn in dit rapport de risico's voor de externe veiligheid van het bunkerstation Calpam en bunkerstation Slurink berekend.

Het rapport is ingedeeld volgens de onderdelen van de risico-analyse: systeembeschrijving (hoofdstuk 2), scenariodefinitie (hoofdstuk 3), risicoberekening (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 5 sluit af met conclusies.

## 2. Systeembeschrijving

### 2.1. Inleiding

Wat is een bunkerstation?

In de eerste plaats is het van belang de terminologie eenduidig vast te leggen. In dit verband is sprake van bunkerschepen, bunkerboten, bunkersteigers, bunker-winkelschepen enzovoort.

In dit rapport worden de volgende begrippen gebruikt.

- Bunkerstation. Onder een bunkerstation wordt verstaan een permanent gemeerd en geankerd tankschip (of steiger), meestal voorzien van een winkel en een woning, met een vaste brugverbinding naar de wal. Schepen kunnen daarlangs afmeren om te bunkeren of te fourageren.

We sluiten hiermee aan bij de terminologie van de bijlage VIII van het binnenschepenbesluit "Technische regelen voor bunkerstations"[1]. Synoniemen die worden gebruikt zijn bunker-winkelschip, bunkersteiger en bunkerschip.

- Leurboot. Onder een leurboot wordt verstaan een tankschip (ADNR-type N-open) met een maximaal laadvermogen van 300 ton. De leurboot wordt ingezet om klanten varendeweg te bunkeren, zodat het tijdsverlies voor de klant minimaal is. Deze leveringen vinden derhalve op grote afstand van het bunkerstation zelf plaats. Als synoniem wordt wel bunkerboot gebruikt. We kiezen in dit rapport voor de term leurboot om de begripsverwarring bunkerboot/bunkerschip te vermijden.

In de tweede plaats dient een afbakening plaats te vinden van de risico's die aan de inrichting Wet Milieubeheer "bunkerstation" worden toegerekend.

In de inrichting worden gevaarlijke stoffen opgeslagen en vinden handelingen plaats. De opslag bestaat in de regel uit stoffen in emballage als gasflessen (propan/butaan), drums (smeerolie) en consumentenverpakkingen (schoonmaakmiddelen e.d.). Daarnaast zijn een aantal bulk tanks aanwezig met gasolie. De handelingen bestaan uit het verpompen van gasolie naar klanten, leurboten en het bunkerstation zelf.

In dit rapport worden de risico's van de opslag en overslag van gasolie geanalyseerd. De hoeveelheden stoffen in emballage en het gevaar ervan zijn beperkt. Zij leveren geen significant *risico* buiten het station zelf. Een mogelijk *effect* buiten het station is alleen denkbaar wanneer een gasfles of oliedrum aan dek bij een brand betrokken raakt. Bezwijken van deze verpakkingen kan fragmenten opleveren die schade aan de directe omgeving of aan hulpverleners zouden kunnen toebrengen. De inzet van het personeel (handblusmiddelen aanwezig) en van de brandweer zal er dan ook op gericht zijn te voorkomen dat deze verpakkingen bij een brand betrokken raken.

Een brand in de woning of de winkel zal op zich alleen door het stralend oppervlak niet leiden tot brandoverslag naar mogelijke panden op de oever. Op de kleinste afstand tussen het station en de geplande woningen (circa 60 meter) is de stralingssterkte te gering om brandoverslag door dit mechanisme te veroorzaken.

De mogelijkheid van een escalatie van een brand bovendecks naar de gasolietanks is niet onderzocht. Er is vanuit gegaan dat de bijdrage in frequentie van deze ontwikkeling aan de gebeurtenissen uitstroming en ontsteking van gasolie verwaarloosbaar is.

Het bunkerstation is gelegen aan een drukke vaarweg. Eén van de oorzaken voor het onverhoopt vrijkomen van gasolie uit een tank of slang is een aanvaring door bijvoorbeeld een uit het roer lopend schip. Dit scenario wordt in de risico-analyse doorgerekend.

Maar wat nu als dit invarende schip een giftige vloeistof vervoert en zelf lek raakt? De kans daarop is niet uitgesloten. We hebben dan te maken met een incident met een totaal andere schaal. De gevaarlijke stof komt vrij doordat een aan het verkeer deelnemend schip door een verkeerde manoeuvre een schadevaring veroorzaakt. De schadevaring kan zijn tegen een krib, een kademuur, een gedeeltelijk in de vaarweg aangelegd bouwwerk, een bunkerstation etc. Dit scenario ligt aan de kant van het verkeer. Het wordt dan ook in studies naar de risico's van het transport van gevaarlijke stoffen beschouwd, zoals in de Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland [2]. Transportrisico's worden beoordeeld met een eigen normering [3].

Het kan echter ook zijn dat een schip dat gevaarlijke lading vervoert *tijdens het bunkeren* wordt aangevaren en lek raakt. Dat scenario wordt in deze studie wel beschouwd, omdat het schip tijdens het ongeval met het bunkerstation is verbonden. Het bunkeren van schepen die 1 kegel voeren (licht ontvlambare stoffen) is toegestaan. Het bunkeren van 2- en 3-kegelschepen is vergunningtechnisch uitgesloten<sup>1</sup>. Binnen de kegelschepen moet uiteraard onderscheid worden gemaakt tussen de containerschepen en de enkel- dan wel dubbelwandige tankschepen, maar dat is een kwestie van scenariodefinitie (zie hoofdstuk 3).

De se invoering, het aantal kegels dat een schip met een bepaalde gevaarlijke lading dient te voeren, is vastgelegd in het ADNR, de paragrafen 7.1.5.0.2 (verpakte en losgestorte gevaarlijke stoffen) en 7.2.5.0.2 (vervoer gevaarlijke stoffen in tankschepen). De verpakte (containervaart en conventioneel stukgoed) en losgestorte gevaarlijke stoffen (droge bulklading) worden in risico-analyses niet beschouwd. Zowel de kans van vrijkomen gegeven een aanvaring als de hoeveelheid die vrij kan komen zijn aanzienlijk kleiner dan bij het bulkvervoer in tankschepen [5].

De se invoering, het aantal kegels dat een *tankschip* met een bepaalde lading dient te voeren, is voorgeschreven in het ADNR, hoofdstuk 3.2 tabel C, de zogenaamde stoffenlijst voor tankschepen. De stoffenlijst schrijft o.a. het type schip en het type ladingtank voor dat minimaal in te zetten is voor vervoer van een bepaalde stof. Uit de stoffenlijst blijkt dat ook een aantal stoffen met enigszins giftige eigenschappen onder de 1-kegelplicht kunnen vallen.

Tot slot moet worden vermeld dat het in deze studie gaat om een analyse van de *risico's voor de externe veiligheid*. Hoewel op enkele plaatsen in het rapport ook aandacht is besteed aan zaken als brandoverslag, is het primaire accent dat van de externe veiligheid. Dat betekent dat wordt geanalyseerd tot op welke afstand zich zulke grote effecten kunnen voordoen dat een mens daaraan zou overlijden. Kleinere effecten komen alleen zijdelings ter sprake.

<sup>1</sup> Calpam behandelnummer G01/3003MD1993 dossiernr. 51184 en Slurink behandelnummer G11/1007MD1992 dossiernr. 93065. "adb1 Het is verboden voor kegelplichtige schepen (ADNR bpr rpr met gevaarlijke stoffen) met 2 of 3 blauwe kegels/lichten, om ligplaats te nemen langzij het bunker-/winkelschip".

## 2.2. Basisgegevens

Van de bunkerstations zijn gegevens verzameld over:

- Het patroon van bevoorrading van de stations.
- Het patroon van leveringen direct aan klanten of aan eigen leurboten. Binnen de leveringen wordt onderscheid gemaakt tussen leveringen aan kegelvoerende vaart (container- en bulkschepen) en niet seinplichtige vaart.
- De technische kenmerken van de stations, zoals lengte, locatie en afmetingen voorraadtanks, afmetingen zijtanks.
- De karakteristieken van de overslag, zoals lengte en diameter laad-/losleiding, overslagdebiet en –duur.
- De handelingsprocedure voor de operator.
- De beveiligingen tegen overvulling en spills.
- De kenmerken van de directe omgeving van de stations met name de afstand tot de kade, de afstand tot de doorgaande vaart en de aanwezigheid van woonboten en de geplande bebouwing direct aan het water.

De gegevens zijn verzameld uit de milieuvergunningdossiers en tijdens een bezoek aan de bunkerstations. Een beknopte beschrijving van de stations is opgenomen in bijlage 1. De daar genoemde aantallen geven een representatief beeld van de huidige bedrijfssituatie.

## 2.3. Toestand van het systeem

Voor de risico-analyse kan het systeem "bunkerstation" in de tijd gezien in 4 toestanden verkeren.

1. Stationair. Op het bunkerstation vinden geen handelingen plaats. Gasolie kan vrijkomen door intrinsiek falen van de tanks of door aanvaring. Een beperkt aantal klanten legt bij het bunkerstation aan om alleen te fourageren. Wanneer geen bunkerhandelingen plaatsvinden en de klant zelf geen gevaarlijke lading vervoert betekent een klant langszij in feite een extra bescherming voor het bunkerstation. Het aandeel van deze klanten is zeer gering en daarom niet in de berekening verwerkt.
2. Leverend aan klant. Gasolie kan vrijkomen uit de slang of door aanvaring. Wanneer de klant een seinvloerend tankschip is kan door aanvaring een licht ontvlambare vloeistof vrijkomen.
3. Leverend aan leurboot. Gasolie kan vrijkomen uit de slang of door aanvaring. De leurboten liggen bij beide bunkerstations aan de kadezijde. Bij Calpam wordt de leurboot echter wel aan de vaarwegzijde bevoorraad. Dit scenario wordt in de risico-analyse doorgerekend. De leurboten van Slurink liggen achter het bunkerstation tijdens het bevoorraden en een aanvaring wordt daarom niet beschouwd. De kans dat een passerend schip door een stuurfout in de nauwe doorgang tussen de wal en het bunkerstation het dan juist op dat moment bunkerende leurbootje aan- en lekvaart is daarvoor te klein. Het smalle "venster", d.w.z. de breedte van de doorgang en de hoek waaronder de doorgang wordt benaderd, maakt deze kans circa een factor 100 kleiner dan die van aanvaring van het bunkerstation of een aangemeerde klant. De kans op aanvaring is immers globaal evenredig met de lengte van het trefvlak (zie hoofdstuk 3.3).

4. Laden van gasolie. Gasolie kan vrijkomen uit de slang of door aanvaring van de grote leurboot die de gasolie aan het bunkerstation levert.

Op grond van de gegevens in bijlage 1 wordt voor deze 4 toestanden een tijdfractie berekend. Voor elk van deze toestanden zijn scenario's gedefinieerd. Deze worden beschreven in hoofdstuk 3.



### 3. Scenariodefinitie

#### 3.1. Inleiding

Bij een bunkerstation kan tijdens de verschillende handelingen en gebeurtenissen gasolie vrijkomen. De kans op het vrijkomen van gasolie is per handeling verschillend. Hieronder zijn de verschillende scenario's met hun kansen beschreven. Voor de bunkerstations zijn scenariotabellen opgesteld (zie bijlage 2).

#### 3.2. Spills

Tijdens overslag van gasolie kunnen door handelingsfouten of falen van de slangverbinding spills optreden.

De kans op een spill uit een slangverbinding tijdens overslag wordt in CPR 18E [5] gedefinieerd als  $4 \cdot 10^{-6}$  per uur voor volledig scheuren van de slang en  $4 \cdot 10^{-5}$  per uur voor een lek ter grootte van 10% van de diameter.

Wanneer tijdens een bunkering een onregelmatigheid optreedt, zoals overvulling of lekkage zijn de volgende veiligheidsvoorzieningen actief.

- De bunkering wordt aan de klantzijde bewaakt door een bunkerwacht. De bunkerwacht aan de klantzijde heeft een alarmeringsfunctie. Het bunkerstation beschikt over een stopknop, waarmee de pomp direct wordt uitgeschakeld. Daarmee valt de drijvende kracht voor de vloeistofstroming weg. Op verschillende plaatsen op de bunkerstations (bij de afleverpunten) zijn deze stopknoppen aangebracht. De kans dat de bunkerwacht onder een stress-situatie de stopknop niet direct bedient is in deze studie op 0.1 gesteld [6].
- In toenemende mate wordt de BOBS toegepast, de Bunker Overvul Beveiligings Sensor. De sensor wordt in de tank geïnstalleerd. Zodra de sensor contact maakt met de gasolie geeft hij een stuursignaal af waarmee de pomp wordt uitgeschakeld. De elektrische verbinding wordt gelegd door een drieadelige kabel tegelijk met de bunkerslang. Zo wordt overvulling voorkomen.  
Momenteel wordt BOBS nog niet algemeen toegepast. Het aandeel van de klanten dat BOBS heeft ligt in de orde van 50%. Voor overslag naar de eigen leurboten wordt het systeem niet gebruikt. Het klantpercentage dat beschikt over BOBS is eveneens in de berekeningen verwerkt. Het gebruik van de BOBS is per 1 januari 2004 verplicht gesteld [1, art. 2.19].  
De kans dat de BOBS niet functioneert wordt op 0.001 per aanspraak gesteld. Het getal is ontleend aan CPR 18E [5].

#### 3.3. Aanvaring

Aanvaring van het bunkerstation of een ermee verbonden klant kan leiden tot een zware scheepsschade aan station of klant. De kansen op uitstroming van lading gegeven een zware scheepsschade zijn vastgesteld in de standaard methodiek voor de berekening van transportrisico's [5]. Zij zijn weergegeven in tabel 1. De bunkerstation zijn

enkelwandig uitgevoerd. De nieuwe voorschriften eisen een dubbelwandige uitvoering aan de vaarwegzijde [1, art. 2.04].

| Scheepstype  | Kans    | Uitstroming                       | Duur (min) |
|--------------|---------|-----------------------------------|------------|
| Enkelwandig  | 0.2     | 20% van de ladingtank             | 30         |
|              | 0.1     | 50% van de ladingtank             | 30         |
| Dubbelwandig | 0.006   | 15% van de ladingtank             | 30         |
|              | 0.0015  | 50% van de ladingtank             | 30         |
| Gas schip    | 0.025   | gat 3" in 180 m <sup>3</sup> tank | 30         |
|              | 0.00012 | gat 6" in 180 m <sup>3</sup> tank | 30         |

Tabel 1. Kansen op uitstroming gegeven een zware scheepsschade [5]

De frequentie van een zware scheepsschade aan het bunkerstation of een ermee verbonden klant is afgeleid met de methodiek uit [4]. Het aantal schades aan gemeerd liggende schepen wordt afgeleid als een fractie van het totaal aantal zware scheepsschades. Het totaal aantal schades wordt ontleend aan de ongevallenmeldingen in de ongevallen databank van Rijkswaterstaat, ONOVIS (nu: SOS). De fractie schades aan gemeerd liggende schepen van het totaal aantal schades is op dit traject onbekend en is op 0.5 gesteld.

De kans per jaar op een zware schade aan het station door een aanvarend schip is berekend als:

$$P(I_{jr}) = F_{zwaar}(I_{vtg}, hm) \cdot fr(d) \cdot 0.5 \cdot fr(schade\_gemeerd) \cdot L_{lad}(hm) \cdot I(vtg/jr)$$

waarin:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| $F_{zwaar}(I_{vtg}, hm)$ | Frequentie van zware scheepsschade [2]  |
| $fr(d)$                  | Aandeel van ongevallen met gemeerde schepen in het totaal van de ongevallen = 0.5 zie [4] |
| 0.5                      | Correctie voor ongevallen aan één oever   |
| $fr(schade\_gemeerd)$    | Kans op schade aan het gemeerd liggende schip = 0.75 [4]                                  |
| $L_{lad}(hm)$            | Lengte van de ladingzone  |
| $I(vtg/jr)$              | Verkeersintensiteit beroepsvaart  |

De frequentie van een zware scheepsschade en de verkeersintensiteit van de beroepsvaart zijn afkomstig uit de Risicoatlas Hoofdvaarwegen [2] en weergegeven in tabel 2.

| Vaarweg | Fzwaar (vtghm.)      | I (/jr) |
|---------|----------------------|---------|
| ARK_4   | 1.9.10 <sup>-8</sup> | 86483   |

Tabel 2. Schadefrequentie en verkeersintensiteit [2]

Een ernstige aanvaring met een gemeerd schip kan leiden tot een zodanige verplaatsing van het schip dat de verbindingsslang afscheurt. Dit geldt met name voor aanvaringen aan kop- en hekszijde (overdracht botsimpuls vooral in de lengterichting van het schip). Het aandeel van deze aanvaringslocaties is gesteld op 2/3 van de gevallen. In dat geval ontstaat geen ernstige schade in de ladingzone. Een aanvaring midscheeps leidt wel tot

schade in de ladingzone. Wanneer de bunkerende klant zelf een brandbare vloeistof vervoert kan een aanvaring midscheeps leiden tot uitstroming van lading.

### 3.4. Ontsteking

Naast de kans op uitstroming van gasolie, is er ook een kans op ontsteking. Gasolie is een brandbare vloeistof en wordt voor transport ingedeeld in de categorie LF1. In CPR 18E is voor K2 en K3 vloeistoffen in stationaire installaties geen ontstekingskans opgenomen. De kans dat gasolie direct ontsteekt wordt in transportstudies op 0.01 gesteld. Vertraagde ontsteking wordt niet mogelijk geacht. Het getal is ontleend aan het transportdeel van CPR 18E [5].

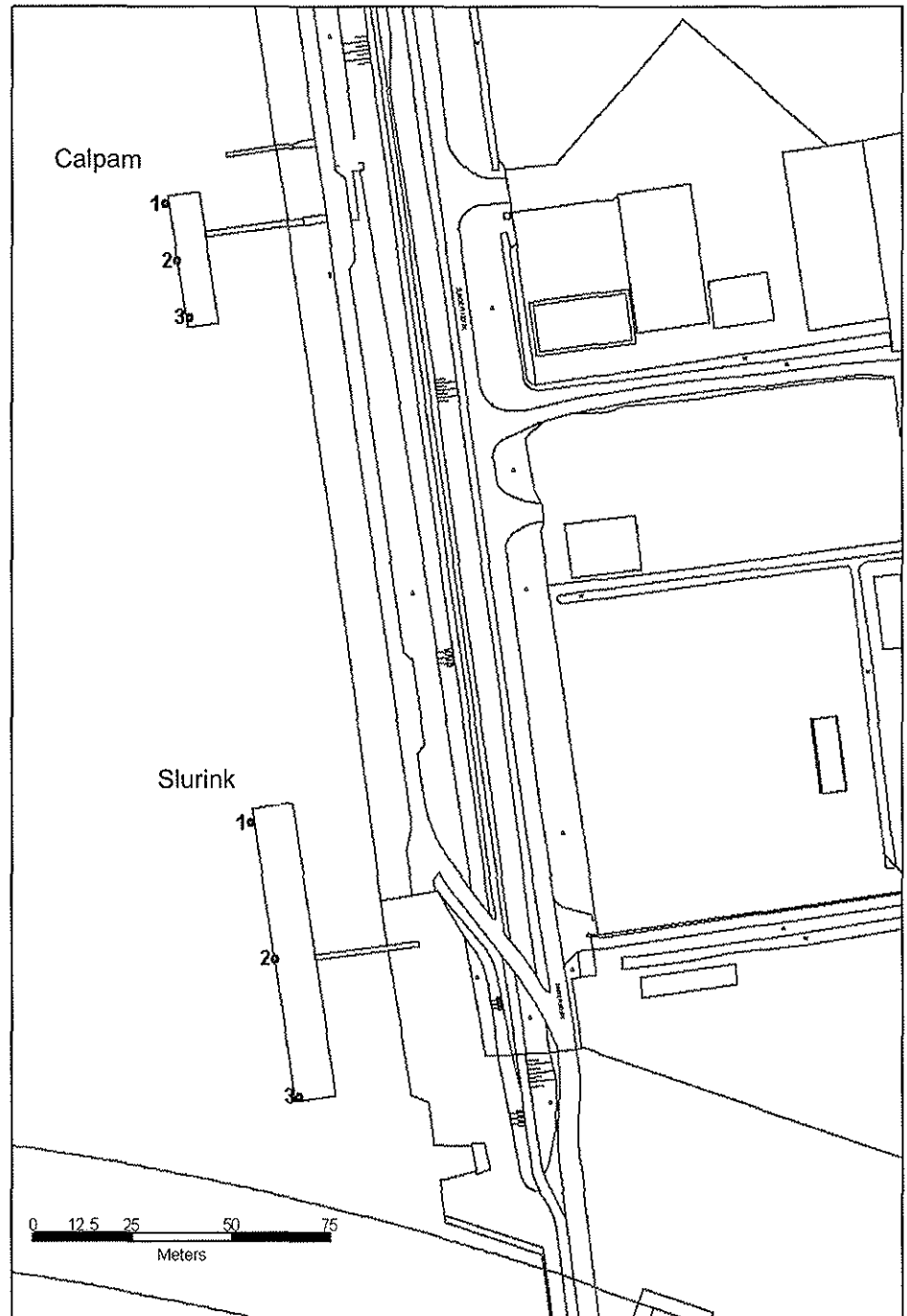
Gasolie heeft een vlampunt van ca. 70 °C. Dit is de minimale temperatuur waarop gasolie aan de lucht zelfonderhoudend kan branden wanneer een ontstekingsbron van voldoende energie-inhoud voorhanden is. Aangenomen is dat bij een spill geen warmtebron ontstaat of aanwezig is voldoende voor het ontsteken van de gasolie. Alleen de scenario's waar een aanvaring plaatsvindt hebben een ontstekingskans van 0.01.

### 3.5. Plaats van uitstroming

Tijdens het leveren aan een leurboot aan de vaarwegzijde, kan aanvaring van de leurboot plaatsvinden. Tijdens het leveren aan de walzijde niet. Een gasolie spill leidt zonder aanvaring niet tot ontsteking (zie paragraaf 3.4). Alle verdere activiteiten vinden plaats aan de vaarwaterzijde. De plaatsen van de uitstroming liggen dan ook aan de kant van de vaarweg. In figuur 1 is aangegeven waar de uitstroombesonderheden bij de bunkerstations verondersteld zijn. De nummers 1, 2 en 3 geven per bunkerstation deze plaatsen aan.

### 3.6. Scenariotabel

Van de bunkerstations zijn de scenario's voor elke systeemtoestand samengevat in een scenariotabel. In bijlage 2 is voor beide bunkerstations een ingevulde scenariotabel weergegeven.



Figuur 1. Plaats van uitstroming

## 4. Risicoberekening

### 4.1. Individueel risico

Het individueel risico is berekend met RISKCALC versie 2.3 (AVIV 2000). De berekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de scenario's zoals die in bijlage 2 zijn gedefinieerd in de scenariotabel. De scenario's die hier niet zijn vermeld hebben een dusdanig lage kans dat deze niet van invloed zijn op het plaatsgebonden risico.

De contouren voor de bunkerstations zijn berekend en op schaal getekend (zie bijlage 3). Hierbij is als conservatieve veronderstelling gedaan dat het centrum van de plasvorming in alle gevallen direct naast het bunkerstation ligt en gelijk is aan de plaats van het uitstroompunt. Zeker bij ladingverlies door aanvaring van bunkerende klanten ligt het centrum van de plas verder naar de vaarweg toe. Andere factoren, zoals wind en stroom, kunnen echter ook de vorm en plaats van de plas(brand) beïnvloeden. De genoemde veronderstelling verdisconteert deze factoren.

De  $10^{-6}$ -contour komt niet op de oever. Het ADNR geeft in de paragrafen 7.1.5.4.3 (droge ladingschepen) en 7.2.5.4.3 (tankvaart) aan dat schepen die 1 blauwe kegel voeren (vervoer licht ontvlambare stoffen) bij het ligplaats nemen een afstand van tenminste 100 meter dienen aan te houden tot "gesloten woongebieden, kunstwerken en tankopslagplaatsen". De plaatselijk bevoegde autoriteit kan echter andere afstanden voorschrijven. Een onderzoek in opdracht van het ministerie van Verkeer en Waterstaat [4,9] heeft al eerder aangetoond dat de risicoafstanden die maatgevend zijn voor het externe veiligheidsbeleid kleiner zijn dan de afstanden in het ADNR.

### 4.2. Groepsrisico

Het groepsrisico van een activiteit is de kans dat ten gevolge van het vrijkomen van een gevaarlijke stof meer dan 10 mensen die niet bij die activiteit betrokken zijn ineens overlijden. Wil er sprake kunnen zijn van een groepsrisico dan moeten er in ieder geval mensen aanwezig zijn binnen de effectafstand van de beschouwde scenario's. De  $10^{-6}$  contour reikt net tot aan de oever. Vanaf 60 meter vanaf het bunkerstation is er pas sprake van aanwezigheid, maar op 40 meter is de kans al gedaald tot onder de  $1 \cdot 10^{-9}$ . De waarde  $1 \cdot 10^{-9}$  per jaar wordt gezien als een grens waaronder het niet meer zinvol is het groepsrisico te presenteren en de oriëntatiewaarde ligt hier op 1000 slachtoffers. Zowel qua aantal als qua frequentie is het derhalve duidelijk dat in de berekening geen groepsrisico gevonden zal worden.

### 4.3. Effectafstanden

#### Plasbrand

Ontsteking van de uitstromende gasolie leidt tot een plasbrand. De diameter van de brandende plas is berekend uit het evenwicht tussen de uitstroming en het verbrandingsdebiet. De maximale plasdiameter is circa 40 m.

Gasolie is een stof die sterk roetend brandt. Het roet vermindert de stralingssterkte ten opzichte van de heldere vlam. Hoe groter de plas hoe sterker deze reductie. De stralingssterkte van de vlammen wordt modelmatig berekend als [7]:

$$SEP_{act} = SEP_{max} \cdot e^{-0.12 \cdot D} + SEP_{roet} \cdot (1 - e^{-0.12 \cdot D})$$

waarin

|              |   |
|--------------|---|
| $SEP_{act}$  | Stralingssterkte van de vlammen (W/m <sup>2</sup> )               |
| $SEP_{max}$  | Maximale stralingssterkte van de vlammen (140 kW/m <sup>2</sup> ) |
| $SEP_{roet}$ | Stralingssterkte van het roet (20 kW/m <sup>2</sup> )             |
| D            | Diameter van de plas (m)  |

Schade in de omgeving ontstaat door direct vlamcontact of door de stralingsintensiteit van de vlam. Bij een warmte belasting van circa 10 kW/m<sup>2</sup> is de kans op overlijden 1%. De afstand tot een stralingsniveau van 10 kW/m<sup>2</sup> is daarom berekend in aanvulling op de risicobeschouwing hierboven.

De maximaal mogelijke vlamlengtes bij de veronderstelde plasbranden liggen bij Slurink in de orde van 49 m en bij Calpam in de orde van 35 m (bij zeer lage windsnelheid). Bij toenemende windsnelheid zal de vlam afbuigen, maar zal de lengte van de vlam afnemen (zie bijlage 4). Bij een gemiddelde windsnelheid van 5 m/s is bepaald wat de afstand is tot de contour van 10 kW/m<sup>2</sup>. Dit is weergegeven in tabel 3 en tabel 4. Hier is gerekend met de meest ongunstige situatie, dat wil zeggen dat de vlam in de richting van de kade afbuigt. De afscherpende invloed van het bunkerstation en de leurboten zijn niet meegenomen in de berekening, zodat het resultaat een conservatieve benadering is.

Uit de berekeningen blijkt dat direct vlamcontact tot op de oever kan reiken. Tabel 3 en tabel 4 geven de berekende afstanden bij een windsnelheid van 5 m/s. Voor twee andere windsnelheden zijn de afstanden opgenomen in bijlage 4.

| Bunkerstation Calpam             | Afstand <sup>*)</sup> (m) van centrum plas (uitstroompunt) | Afstand <sup>*)</sup> (m) van rand de plas aan kadezijde |
|----------------------------------|--|--|
| Afstand tot 10 kW/m <sup>2</sup> | 31.7   | 19.2   |
| Afstand tot vlamcontact          | 34.6 op hoogte 17.5 m                                      | 22.1   |

<sup>\*)</sup> Afstand bij een windsnelheid van 5 m/s

Tabel 3. Afstand tot 10 kW/m<sup>2</sup> bunkerstation Calpam

| Bunkerstation Slurink            | Afstand <sup>*)</sup> (m) van centrum plas (uitstroompunt) | Afstand <sup>*)</sup> (m) van rand de plas aan kadezijde |
|----------------------------------|--|--|
| Afstand tot 10 kW/m <sup>2</sup> | 41.1   | 20.6   |
| Afstand tot vlamcontact          | 51.4 op hoogte 26.2 m                                      | 30.9   |

<sup>\*)</sup> Afstand bij een windsnelheid van 5 m/s

Tabel 4. Afstand tot 10 kW/m<sup>2</sup> bunkerstation Slurink

Uiteraard blijven in deze modelmatige benadering een aantal factoren onbelicht. Stroom en wind kunnen de vorm en plaats van de gevormde plas sterk beïnvloeden. Wanneer de uitstroming aan de kop- of hekzijde van het bunkerstation plaatsvindt is het wellicht denkbaar dat door een ongunstige combinatie van stroom- en windfactoren de plas en daarmee de brand zich richting oever ontwikkelt. De meer langgerekte vorm van de plas zal echter de warmtebelasting van de omgeving ook sterk plaatsafhankelijk kunnen maken. Kwantificering van dit soort invloeden is niet zinvol. De enige te trekken conclusie is dat de vlammen tot op de oever kunnen reiken.

#### Fakkelbrand

Bij een zware aanvaring van een op dat moment bunkerend gastankschip kan zich een ernstige gaslekkage voordoen. Ontsteking hiervan leidt tot een fakkelbrand. In het ongunstigste geval is deze horizontaal gericht. Een berekening geeft aan dat bij een groot lek, bijvoorbeeld door afscheuren van de 6"-gasverzamelleiding, de warmtestralingcontour van 10 kW/m<sup>2</sup> maximaal op ca. 85 m vanaf de gastanker ligt. De afstand tussen het uitstroompunt van het kegelschip en de oever is minimaal 50 m, mede afhankelijk van de breedte van het kegelschip. De afstand vanaf de oever tot 10 kW/m<sup>2</sup> is dan 35 m. Brandoverslag op de oever is niet uit te sluiten. De kans op een dergelijke ontwikkeling is echter zeer gering. Bij de huidige bedrijfsvoering meren bij beide bunkerstations geen gastankschepen aan om te bunkeren. De vergunning sluit dit echter niet uit.

#### 4.4. Toekomstige situatie

Bij de risicoberekening is uitgegaan van de huidige bedrijfs- en omgevingsgegevens. De geplande bebouwing zal echter pas in 2010 gerealiseerd zijn. In de toekomstige situatie zal de verkeersintensiteit op het Amsterdam-Rijnkanaal toegenomen zijn. Dit zou een verhoging van de ongevalfrequentie tot gevolg kunnen hebben. Dit is echter wel van meerdere factoren afhankelijk. Een sterke toename van het aantal klanten hierdoor, lijkt niet echt waarschijnlijk. Het aantal klanten in combinatie met de tijdsduur van bunkeren geeft aan dat bij beide bunkerstations in de huidige situatie al minimaal 80 uur per week gebunkerd wordt. Het effect van de risico's blijft gelijk. Ook in 2010 wordt het risico bepaald door een plasbrand. Het valt dan ook niet te verwachten dat de risico's van de bunkerstations in 2010 zodanig vergroot zijn dat het consequenties zal hebben voor de gepland nieuwbouw.

## 5. Conclusies

1. Uit oogpunt van de normering externe veiligheid [8] legt de  $10^{-6}$  contour geen ruimtebeslag op de oever.
2. Van een groepsrisico is geen sprake. Zowel qua aantal als qua frequentie is het derhalve duidelijk dat in de berekening geen groepsrisico gevonden zal worden.
3. Bij een grote uitstroming van gasolie, gevolgd door een plasbrand op het water kunnen de vlammen tot op de oever reiken. Op grondniveau kan een warmtebelasting van circa  $10 \text{ kW/m}^2$  (1% kans op overlijden) worden bereikt.



## Referenties

1. Minister van Verkeer en Waterstaat 2002 Technische regelen voor bunkerstations, Stb. 17
2. AVIV 2003 Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland
3. IPO/VNG 1998 Handreiking externe veiligheid transport van gevaarlijke stoffen
4. AVIV 1998 Veiligheidsafstanden kegelschepen
5. CPR 18E 1999 Guidelines for quantitative risk assessment, CPR 18E, SDU, Den Haag, FAQ versie 22 juli 2003
6. TNO 1983 LPG integraal studie
7. CPR 14E 1997 Methods for the calculation of physical effects 3<sup>rd</sup> ed.
8. Ministerie VROM 2004 Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi)
9. Gevaarlijke lading 1999 Kegelschepen, nieuwe inzichten over veilige afstanden, pp. 14-15

## Bijlage 1 Basisgegevens inrichting

### Bunkerstation Calpam

|                          |                              |   |
|--------------------------|------------------------------|---|
| Ligging van bunkerschip  | LxB                          | 33 x 7.8 m                                    |
|                          | afstand tot kade             | Ca. 30 m                                      |
|                          | dubbel-, enkelwandig         | enkelwandig                                   |
|                          | aantal tanks                 | 6   |
|                          | volume per tank              | Max. 80 m <sup>3</sup>                        |
|                          | max. volume gasolie          | 420 m <sup>3</sup>                            |
|                          | omgevingsomstandigheden      | Woonboot, dit is de bedrijfswoning            |
|                          | brandblussers                | Ja<br>Waterslang heeft spuitstuk voor blussen |
|                          | vaste blusinstallatie        | blussen                                       |
| Laden bunkerschip        | aantal beladingen            | 2x /week                                      |
|                          | duur laden                   | 2 uur   |
|                          | diameter leiding             | 4"  |
|                          | lengte leiding               | 15 m  |
|                          | pompdebiet                   | 150 m <sup>3</sup> /uur                       |
|                          | soort beveiliging            | Bunkerwacht, handmatige stopknop              |
| Levering aan klanten     | aantal leveringen            | 80 x /week                                    |
|                          | aantal leveringen tegelijk   | 1   |
|                          | duur levering                | 1.5 uur                                       |
|                          | diameter leiding             | 1.5"  |
|                          | lengte leiding               | 40 m  |
|                          | pompdebiet                   | 22 m <sup>3</sup> /uur                        |
|                          | aantal kegelschepen          | 6 x /week                                     |
|                          | soort beveiliging            | B.O.B.S. bunkerwacht<br>handmatige stopknop   |
| Levering aan bunkerboten | aantal boten                 | 2   |
|                          | volume boten                 | 85 m <sup>3</sup> en 83 m <sup>3</sup>        |
|                          | boten aan de kadezijde       | Ja, maar laden aan vaarwaterzijde             |
|                          | aantal leveringen            | 14 x /week                                    |
|                          | duur levering                | 1 uur   |
|                          | diameter leiding             | 4"  |
|                          | lengte leiding               | 8 m   |
|                          | pompdebiet                   | 68 m <sup>3</sup> /uur (grote leurboot)       |
|                          | soort beveiliging            | Bunkerwacht<br>handmatige stopknop            |
| Verdere opmerkingen      | Max. 30 gasflessen aan boord |   |

**Bunkerstation Slurink**

|                          |                            |   |
|--------------------------|----------------------------|---|
| Ligging van bunkerschip  | LxB                        | 75 x 10 m                                   |
|                          | afstand tot kade           | Ca. 30 m                                    |
|                          | dubbel-, enkelwandig       | enkelwandig                                 |
|                          | aantal tanks               | 4   |
|                          | volume per tank            | Max. 350 m <sup>3</sup>                     |
|                          | max. volume gasolie        | 1400 m <sup>3</sup>                         |
|                          | omgevingsomstandigheden    | Geen  |
|                          | brandblussers              | Ja  |
|                          | vaste blusinstallatie      | Haspel met handmatige pomp                  |
| Laden bunkerschip        | aantal beladingen          | 1x /week                                    |
|                          | duur laden                 | 3 uur                                       |
|                          | diameter leiding           | 6"  |
|                          | lengte leiding             | 40 m  |
|                          | pompdebiet                 | 400 m <sup>3</sup> /uur                     |
|                          | soort beveiliging          | Bunkerwacht, handmatige stopknop            |
| Levering aan klanten     | aantal leveringen          | 80 x /week                                  |
|                          | aantal leveringen tegelijk | 1   |
|                          | duur levering              | 1 uur                                       |
|                          | diameter leiding           | 2"  |
|                          | lengte leiding             | 40 m  |
|                          | pompdebiet                 | 36 m <sup>3</sup> /uur                      |
|                          | aantal kegelschepen        | 7 x /week                                   |
|                          | soort beveiliging          | B.O.B.S. bunkerwacht<br>handmatige stopknop |
| Levering aan bunkerboten | aantal boten               | 3, maar 2 in gebruik                        |
|                          | volume boten               | 180 m <sup>3</sup> en 90 m <sup>3</sup>     |
|                          | boten aan de kadezijde     | Ja  |
|                          | aantal leveringen          | 3 x /week groot, 5 x /week klein            |
|                          | duur levering              | 1.5 uur                                     |
|                          | diameter leiding           | 2.5"  |
|                          | lengte leiding             | 40 m  |
|                          | pompdebiet                 | 60 m <sup>3</sup> /uur (grote leurbot)      |
|                          | soort beveiliging          | B.O.B.S bunkerwacht<br>handmatige stopknop  |

Verdere opmerkingen

Max. 70 gasflessen op de wal en max. 10 stuks aan boord

## Bijlage 2 Scenario's

### Bunkerstation Calpam

| Scenario nummer | Toestand                | Scenario  |              |               | Uitstroming [Kg/sec] | Uitstroom-tijd [sec] | Plaats uitstroming | Uitstroming [Kans/jaar] | Ontsteking kans |
|-----------------|-------------------------|-----------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 1               | Stationair ew           | aanvaring | klein lek    |               | 7.5                  | 1800                 | 1                  | 1.62E-05                | 0.01            |
| 2               |                         |           | klein lek    |               | 7.5                  | 1800                 | 3                  | 1.62E-05                | 0.01            |
| 3               |                         |           | groot lek    |               | 18.7                 | 1800                 | 1                  | 8.08E-06                | 0.01            |
| 4               |                         |           | groot lek    |               | 18.7                 | 1800                 | 3                  | 8.08E-06                | 0.01            |
| 5               | leverend aan klant      | aanvaring | slang breekt | B-wacht faalt | 5.1                  | 600                  | 1                  | 3.40E-05                | 0.01            |
| 6               |                         |           |              |               | 5.1                  | 600                  | 3                  | 3.40E-05                | 0.01            |
| 7               |                         |           |              | B-wacht stopt | 5.1                  | 60                   | 1                  | 3.06E-04                | 0.01            |
| 8               |                         |           |              |               | 5.1                  | 60                   | 3                  | 3.06E-04                | 0.01            |
| 9               |                         |           |              | BOBS faalt    | 5.1                  | 600                  | 1                  | 3.40E-07                | 0.01            |
| 10              |                         |           |              |               | 5.1                  | 600                  | 3                  | 3.40E-07                | 0.01            |
| 11              |                         |           |              | BOBS stopt    | 5.1                  | 30                   | 1                  | 3.40E-04                | 0.01            |
| 12              |                         |           |              |               | 5.1                  | 30                   | 3                  | 3.40E-04                | 0.01            |
| 13              | leverend ew kegel-schip | aanvaring | klein lek    |               | 14.0                 | 1800                 | 2                  | 2.22E-05                | 0.13            |
| 14              |                         |           | groot lek    |               | 35.0                 | 1800                 | 2                  | 1.11E-05                | 0.13            |
| 15              | leverend dw kegel-schip | aanvaring | klein lek    |               | 9.3                  | 1800                 | 2                  | 2.22E-07                | 0.13            |
| 16              |                         |           | groot lek    |               | 35.0                 | 1800                 | 2                  | 5.56E-08                | 0.13            |

| Scenario nummer | Toestand          | Scenario  |              |               | Uitstroming [Kg/sec] | Uitstroom-tijd [sec] | Plaats uitstroming | Uitstroming [Kans/jaar] | Ontsteking kans |
|-----------------|-------------------|-----------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 17              | leverend leurboot | aanvaring | klein lek    |               | 7.9                  | 1800                 | 2                  | 1.02E-05                | 0.01            |
| 18              |                   |           | groot lek    |               | 19.8                 | 1800                 | 2                  | 5.12E-06                | 0.01            |
| 19              |                   |           | slang breekt | B-wacht faalt | 15.9                 | 600                  | 2                  | 3.43E-06                | 0.01            |
| 20              |                   |           |              | B-wacht stopt | 15.9                 | 30                   | 2                  | 3.09E-05                | 0.01            |
| 21              | laden gasolie     | aanvaring | klein lek    |               | 9.3                  | 1800                 | 2                  | 1.46E-05                | 0.01            |
| 22              |                   |           | groot lek    |               | 23.3                 | 1800                 | 2                  | 7.32E-06                | 0.01            |
| 23              |                   |           | slang breekt | B-wacht faalt | 35.0                 | 600                  | 2                  | 4.90E-06                | 0.01            |
| 24              |                   |           |              | B-wacht stopt | 35.0                 | 60                   | 2                  | 4.41E-05                | 0.01            |

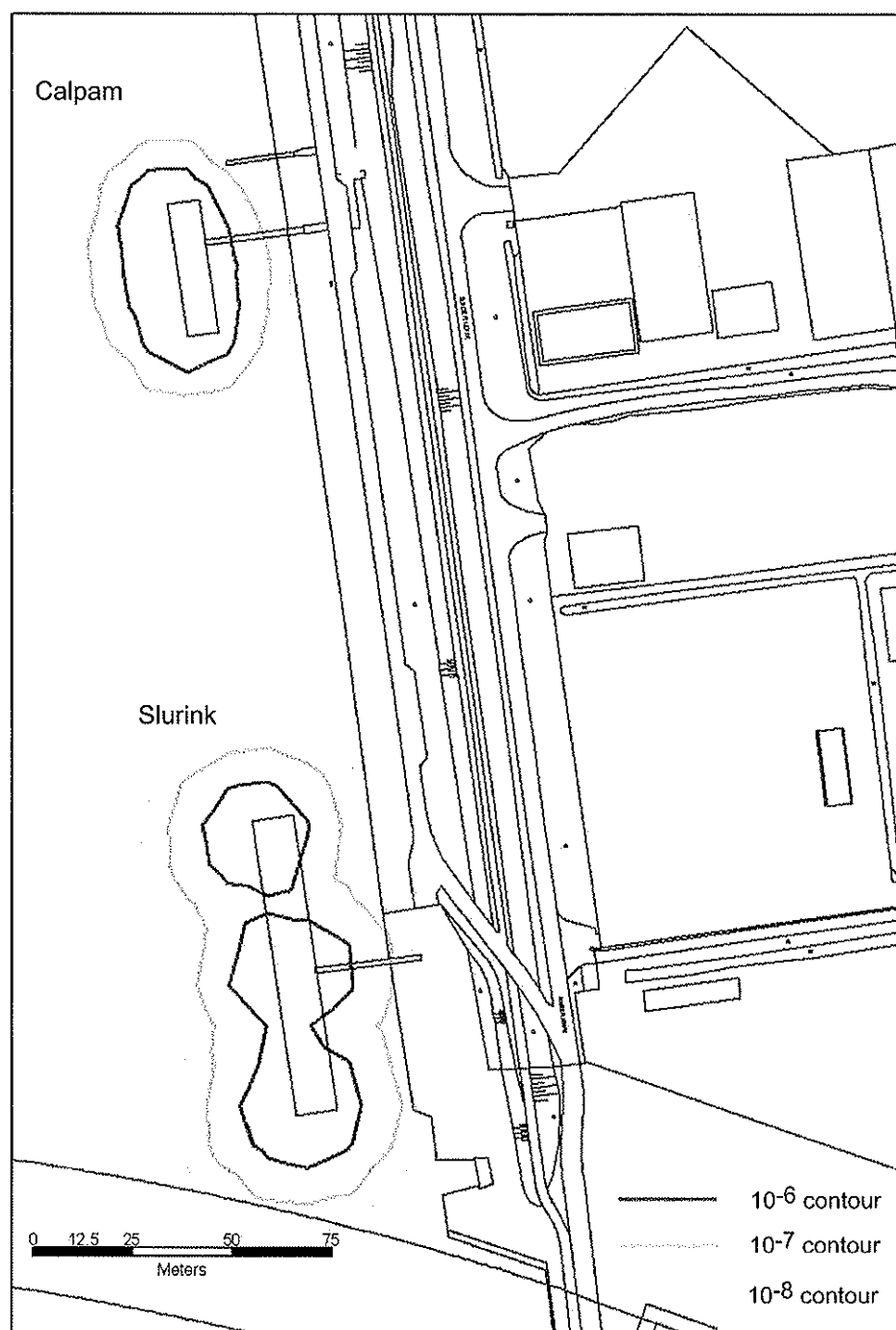
**Bunkerstation Slurink**

| Scenario nummer | Toestand           | Scenario  |              |               | uitstroming | Uitstroom-tijd [sec] | Plaats uitstroming | Uitstroming [Kans/jaar] | Ontsteking kans |
|-----------------|--------------------|-----------|--------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 1               | Stationair ew      | aanvaring | klein lek    |               | 32.7        | 1800                 | 1                  | 7.81E-05                | 0.01            |
| 2               |                    |           | klein lek    |               | 32.7        | 1800                 | 3                  | 7.81E-05                | 0.01            |
| 3               |                    |           | groot lek    |               | 81.7        | 1800                 | 1                  | 3.91E-05                | 0.01            |
| 4               |                    |           | groot lek    |               | 81.7        | 1800                 | 3                  | 3.91E-05                | 0.01            |
| 5               | leverend aan klant | aanvaring | slang breekt | B-wacht faalt | 8.4         | 600                  | 1                  | 1.49E-05                | 0.01            |
| 6               |                    |           |              |               | 8.4         | 600                  | 2                  | 1.49E-05                | 0.01            |
| 7               |                    |           |              |               | 8.4         | 600                  | 3                  | 1.49E-05                | 0.01            |



| Scenario nummer | Toestand               | Scenario  |              |               | uitstroming | Uitstroom tijd [sec] | Plaats uitstroming | Uitstroming [Kans/jaar] | Ontsteking kans |
|-----------------|------------------------|-----------|--------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 8               |                        |           |              | B-wacht stopt | 8.4         | 60                   | 1                  | 1.34E-04                | 0.01            |
| 9               |                        |           |              |               | 8.4         | 60                   | 2                  | 1.34E-04                | 0.01            |
| 10              |                        |           |              |               | 8.4         | 60                   | 3                  | 1.34E-04                | 0.01            |
| 11              |                        |           |              | BOBS faalt    | 8.4         | 600                  | 1                  | 1.49E-07                | 0.01            |
| 12              |                        |           |              |               | 8.4         | 600                  | 2                  | 1.49E-07                | 0.01            |
| 13              |                        |           |              |               | 8.4         | 600                  | 3                  | 1.49E-07                | 0.01            |
| 14              |                        |           |              | BOBS stopt    | 8.4         | 30                   | 1                  | 1.49E-04                | 0.01            |
| 15              |                        |           |              |               | 8.4         | 30                   | 2                  | 1.49E-04                | 0.01            |
| 16              |                        |           |              |               | 8.4         | 30                   | 3                  | 1.49E-04                | 0.01            |
| 17              | leverend ew kegelschip | aanvaring | klein lek    |               | 14.0        | 1800                 | 2                  | 1.73E-05                | 0.13            |
| 18              |                        |           | groot lek    |               | 35.0        | 1800                 | 2                  | 8.64E-06                | 0.13            |
| 19              | leverend dw kegelschip | aanvaring | klein lek    |               | 9.3         | 1800                 | 2                  | 1.73E-07                | 0.13            |
| 20              |                        |           | groot lek    |               | 35.0        | 1800                 | 2                  | 4.32E-08                | 0.13            |
| 21              | laden gasolie          | aanvaring | klein lek    |               | 9.3         | 1800                 | 2                  | 1.10E-05                | 0.01            |
| 22              |                        |           | groot lek    |               | 23.3        | 1800                 | 2                  | 5.49E-06                | 0.01            |
| 23              |                        |           | slang breekt | B-wacht faalt | 93.3        | 600                  | 3                  | 3.68E-06                | 0.01            |
| 24              |                        |           |              | B-wacht stopt | 93.3        | 60                   | 3                  | 3.31E-05                | 0.01            |

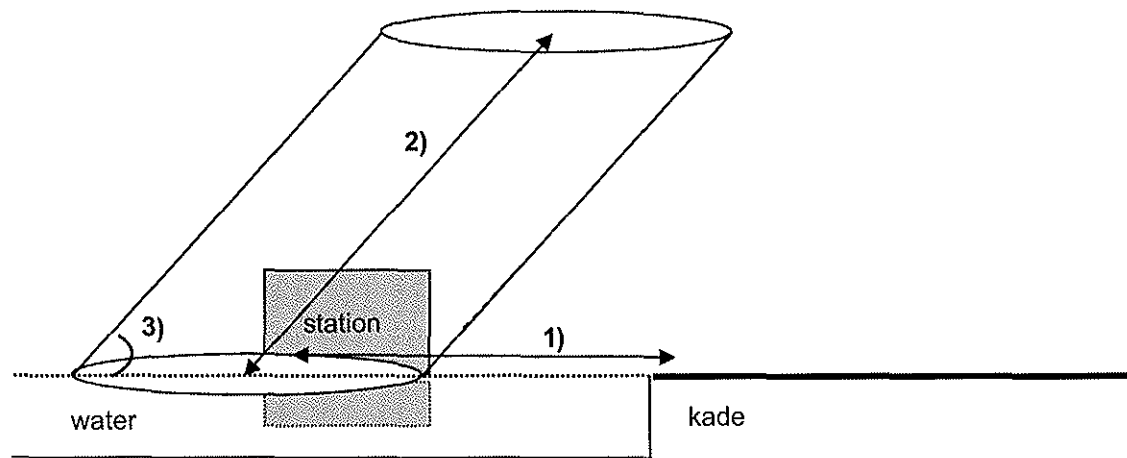
### Bijlage 3 Risicocontouren



Figuur 2. Plaatsgebonden risicocontouren Bunkerstations

## Bijlage 4 Effectafstanden

Met RISKCALC versie 2.3 zijn de vlamkarakteristieken en het stralingsniveau als functie van de afstand berekend. De vlammen zijn gemodelleerd als een cilinder die door de wind in de windrichting wordt afgebogen. De lengte van de vlam wordt kleiner naarmate de afbuiging van de vlam groter wordt. Schematisch is het model weergegeven in figuur 3. De invloed van het station is niet meegenomen in de berekening.



Figuur 3. Schematisch model plasbrand

De geplande huizen staan op ca. 60 meter vanaf de rand van het bunkerstation aan de oeverzijde. De breedte van Calpam is 7.8 meter en van Slurink 10 meter.

| Calpam  | Windsnelheid (m/s) |             |             |
|---|--------------------|-------------|-------------|
|   | 1                  | 5           | 9           |
| <b>Stralings-/vlamkarakteristiek</b>                      |                    |             |             |
| 1) Afstand op grondniveau tot 10 kW/m <sup>2</sup> *) (m) | 23.7               | 31.7        | 33.1        |
| 2) Lengte vlam (m)  | 35.0               | 28.2        | 24.9        |
| 3) Hoek vlam (graden t.o.v. water)                        | 62.9               | 38.4        | 31.1        |
|   | vrij rechtop       |             | vrij schuin |
| Vlamcontact tot op (m)*) / op hoogte (m)                  | 28.4 / 31.2        | 34.6 / 17.5 | 33.8 / 12.9 |

\*) Afstand gerekend vanaf het uitstroompunt.

Tabel 5. Invloed windsnelheid op de afstand en de vlam bunkerstation Calpam

| Slurink   | Windsnelheid (m/s) |             |             |
|---|--------------------|-------------|-------------|
|   | 1                  | 5           | 9           |
| <b>Stralings-/vlamkarakteristiek</b>                      |                    |             |             |
| 1) Afstand op grondniveau tot 10 kW/m <sup>2</sup> *) (m) | 30.5               | 41.1        | 44.5        |
| 2) Lengte vlam (m)  | 49.3               | 40.5        | 35.8        |
| 3) Hoek vlam (graden t.o.v. water)                        | 64.9               | 40.3        | 32.6        |
|   | vrij rechtop       |             | vrij schuin |
| Vlamcontact tot op (m)*) / op hoogte (m)                  | 41.4 / 44.6        | 51.4 / 26.2 | 50.7 / 19.3 |

\*) Afstand gerekend vanaf het uitstroompunt.

Tabel 6. Invloed windsnelheid op de afstand en de vlam bunkerstation Slurink