

# TNO Bouw en Ondergrond

## Milieu en Leefomgeving

Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 42 56  
F +31 88 866 44 75  
[wegwijzer@tno.nl](mailto:wegwijzer@tno.nl)

## TNO-rapport

**TNO-034-UT-2010-02002\_RPT-ML**

Risicoanalyse bestemmingsplan  
Tuinzigt/Westerpark te Breda

Datum	april 2009
Auteur(s)	Ing. I.M.E. Raben
Opdrachtgever	Gemeente Breda T.a.v. Dhr. M. de Pooter Directie Ruimtelijke ontwikkeling Afdeling Milieu & Leefomgeving Postbus 3920 4800 DX BREDA
Projectnummer	034.84208
Aantal pagina's	45 (excl. bijlagen)
Aantal bijlagen	5

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2010 TNO



## Samenvatting

### Achtergrond

In de gemeente Breda wordt het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark ontwikkeld. Dit plan omvat 20 woningen. Bij de realisatie hiervan zal een toename plaatsvinden van het aantal aanwezigen in het gebied. Het plangebied bevindt zich in het invloedsgebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor (ca 5 km) en over de weg (ca 4km). Het externe veiligheidsniveau rondom deze transportassen kan beïnvloed worden door de realisatie van het bestemmingsplan. Afgezien van het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark zijn er ook rond het NAC- stadion diverse ontwikkelingen gaande, zoals uitbreiding van het stadion en realisatie van kantoren en detailhandel.

### Vraagstelling

De gemeente Breda heeft TNO gevraagd een risicoanalyse (QRA) uit te voeren ten behoeve van het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark om inzicht te krijgen in het nieuwe risicobeeld. Ook is gevraagd om de ontwikkelingen rond het NAC-stadion globaal mee te nemen om op dat risicobeeld te kunnen anticiperen.

### Uitgangspunten

De gegevens van de diverse ontwikkelingen staan in de volgende tabel samengevat.

Tabel 1-1 Gegevens nieuwbouwplan Tuinzigt en overige ontwikkelingen

Omschrijving/ locatie	Type bestemmingen	Aantal bestemmingen (-) of oppervlakte bestemming (m <sup>2</sup> bvo)	Aantal aanwezigen (-/ eenheid)	Aantal aanwezigen dag/ nacht (-)
Tuinzigt/ Westerpark	Woningen	20	2.4 / woning	24 /48
<b>Overige ontwikkelingen</b>				
Solitair kantoorgebouw	Kantoor	4 000 m <sup>2</sup>	3.3 / 100 m <sup>2</sup>	132 /0
Kantoren Westtangent	Kantoor	23 000 m <sup>2</sup>	3.3 / 100 m <sup>2</sup>	759 /0
Retail	Winkel	8 500 m <sup>2</sup>	3.3 / 100 m <sup>2</sup>	222 /42
Mega supermarkt	Winkel	6 000 m <sup>2</sup>	3.3 / 100 m <sup>2</sup>	156 /30
Winkelcentrum de lunet	Winkel	8 500 m <sup>2</sup>	3.3 / 100 m <sup>2</sup>	222 /42
Uitbreiding stadion	Divers	10 500 m <sup>2</sup>	<sup>1</sup>	826 /1482

<sup>1</sup> Het aantal aanwezigen bij de uitbreiding van het stadion is gebaseerd op [14], een risicoanalyse specifiek voor de ontwikkelingen rond het stadiongebied.

De transportcijfers voor de diverse varianten staan hieronder samengevat. De Gemeente Breda heeft afspraken gemaakt met het Rijk (brief van ministerie van VROM en V&W met beleidsvrije marktprognoses, BMP 2003) betreffende de te hanteren prognosecijfers voor de risicoanalyses te Breda. Conform deze ministeriële brief worden de prognosecijfers van 2003 van ProRail toegepast voor de risicoanalyse.<sup>2</sup>

Tabel 1-2 Transportgegevens - spoortransport

	A	B2	B3	C3	D3	D4
	Brandbare gassen	Giftige gassen	Zeer giftige gassen	Zeer brandbare vloeistoffen	Giftige vloeistoffen	Zeer giftige vloeistoffen
Huidig [15]						
Zevenbergsehoek- Breda	5 900	850	0	13 900	2 600	1 000
Roosendaal- Breda	6 700	0	0	150	22	50
Toekomst [16]						
Zevenbergsehoek- Breda	550	0	0	0	1 150	300
Roosendaal- Breda	3 850	0	0	0	0	0

De transportgegevens voor de weg zijn door de Gemeente aangeleverd en gebaseerd op de gegevens zoals deze gebruikt worden in het kader van het Basisnet Weg.

Tabel 1-3 Transportgegevens- wegtransport

	Brandbaar gas			Brandbare vloeistof		Toxische vloeistof		Toxisch gas	
	GF1	GF2	GF3	LF1	LF2	LT1	LT2	GT3	GT4
Huidig	225	638	3 480	12 829	20 448	1 274	2 183	173	65
Toekomst	326	919	3 480	14 753	23 515	1 847	3 165	185	94

## Conclusies

### *Plaatsgebonden groepsrisico*

Het spoortransport (beide trajecten gezamenlijk) en het wegtransport veroorzaken met de huidige transportcijfers een  $10^{-6}$  PR contour. De  $10^{-6}$  PR contour bevindt zich op ca 10 m van het spoor en 15 m van de weg. Het plan Tuinzigt bevindt zich buiten deze contouren: het plan Tuinzigt bevindt zich op ca 55 m van het spoor en 1.7 km van de weg. De contour van het spoor wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van zeer brandbare vloeistoffen. De contour van de weg wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van brandbare gassen en brandbare vloeistoffen.

De toekomstige transportcijfers (voor beide trajecten gezamenlijk) voor het spoor veroorzaken geen  $10^{-6}$  PR contour. De toekomstige cijfers voor het wegtransport veroorzaken een  $10^{-6}$  PR contour op ca 15 m. Het plan Tuinzigt ligt echter ruim buiten deze contour.

Vanuit het plaatsgebonden risico gezien is er geen belemmering voor de realisatie van het plan Tuinzigt.

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat ProRail in 2007 een marktverwachting heeft uitgebracht voor het toekomstige vervoer van gevaarlijke stoffen (MV 2007). Deze prognosecijfers zijn beduidend hoger dan de prognose uit 2003 van ProRail (BMP 2003).

**Groepsrisico**

De realisatie van het plan Tuinzigt heeft geen significante invloed op het groepsrisico. Wel significant is de realisatie van de overige ontwikkelingen. Het groepsrisico neemt door deze plannen toe. De mate van afwijking van het groepsrisico voor het spoortransport ten opzichte van de oriëntatiewaarde is gegeven in de volgende tabel. In rood is de overschrijding van de oriëntatiewaarde gepresenteerd.

Tabel 1-4 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- spoor

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt	
		Km1	Km2
Huidig	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	1.3	1.4
	Toekomst	0.1	0.09

Voor wat betreft het groepsrisico veroorzaakt door het vervoer over de weg hebben de realisatie van de nieuwbouwplannen (Tuinzigt en overige ontwikkelingen) nauwelijks invloed op het groepsrisico (zie Tabel 1-5) . De bouwplannen bevinden zich te ver van de weg om invloed te hebben op het groepsrisico.

Tabel 1-5 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- weg

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt	
		Km1	Km2
Huidig	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2



# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting.....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Externe veiligheidsbeleid en toegepaste methodiek .....</b>	<b>11</b>
2.1	Externe veiligheidsbeleid.....	11
2.2	Toegepaste methodiek .....	13
<b>3</b>	<b>Beschrijving van de onderzochte varianten.....</b>	<b>15</b>
3.1	Algemene beschrijving situatie.....	15
3.2	Populatiegegevens .....	16
3.3	Spoortransport.....	20
3.4	Wegtransport.....	22
3.5	Weerscondities.....	23
<b>4</b>	<b>Schadeafstanden .....</b>	<b>25</b>
4.1	Vervoer per spoor .....	25
4.2	Vervoer per weg .....	26
<b>5</b>	<b>Ongevalsequenties.....</b>	<b>29</b>
5.1	Vervoer per spoor .....	29
5.2	Vervoer per weg .....	30
<b>6</b>	<b>Resultaten risicoberekeningen.....</b>	<b>33</b>
6.1	Plaatsgebonden risico .....	33
6.2	Groepsrisico .....	35
<b>7</b>	<b>Conclusies .....</b>	<b>41</b>
7.1	Plaatsgebonden risico .....	41
7.2	Groepsrisico.....	41
<b>8</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>Ondertekening.....</b>	<b>45</b>

**Bijlage 1: Populatiegegevens**

**Bijlage 2: Correctiefactoren spoor**

**Bijlage 3: Gedetailleerde opbouw faalfrequenties**

**Bijlage 4: Groepsrisico per km sectie voor het spoor**

**Bijlage 5: Resultaten met warme BLEVE voor wegtransport**





# 1 Inleiding

## **Achtergrond**

In de gemeente Breda wordt het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark ontwikkeld. Dit plan omvat 20 woningen. Bij de realisatie hiervan zal een toename plaatsvinden van het aantal aanwezigen in het gebied. Het plangebied bevindt zich in het invloedsgebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor en over de weg. Het externe veiligheidsniveau rondom deze transportassen kan beïnvloed worden door de realisatie van het bestemmingsplan. Afgezien van het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark zijn er ook rond het NAC- stadion diverse ontwikkelingen gaande, zoals uitbreiding van het stadion, realisatie van kantoren en detailhandel.

## **Vraagstelling**

De gemeente Breda heeft TNO gevraagd een risicoanalyse (QRA) uit te voeren ten behoeve van het bestemmingsplan Tuinzigt/ Westerpark om inzicht te krijgen in het nieuwe risicobeeld. Ook is gevraagd om de ontwikkelingen rond het NAC-stadion globaal mee te nemen om op dat risicobeeld te kunnen anticiperen.

## **Leeswijzer**

Dit rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoanalyse. In hoofdstuk 2 worden het externe veiligheidsbeleid en de toegepaste methodiek.

Hoofdstuk 3 gaat in op de voor deze QRA specifieke uitgangspunten. Hierbij wordt het onderzochte traject, de infrastructuur, de hoeveelheden getransporteerde gevaarlijke stoffen, de omgeving en de weerscondities beschreven.

In hoofdstuk 4 worden de met het transport van gevaarlijke stoffen samenhangende mogelijke ongevalsscenario's nader beschreven en wordt aangegeven welke schadelijke effecten op kunnen treden.

Hoofdstuk 5 gaat in op de gehanteerde ongevalsfrequenties.

Ten slotte worden in de hoofdstukken 6 en 7 de resultaten en conclusies van de QRA gegeven.



## 2 Externe veiligheidsbeleid en toegepaste methodiek

In dit hoofdstuk worden het externe veiligheidsbeleid en de toegepaste methodiek beschreven.

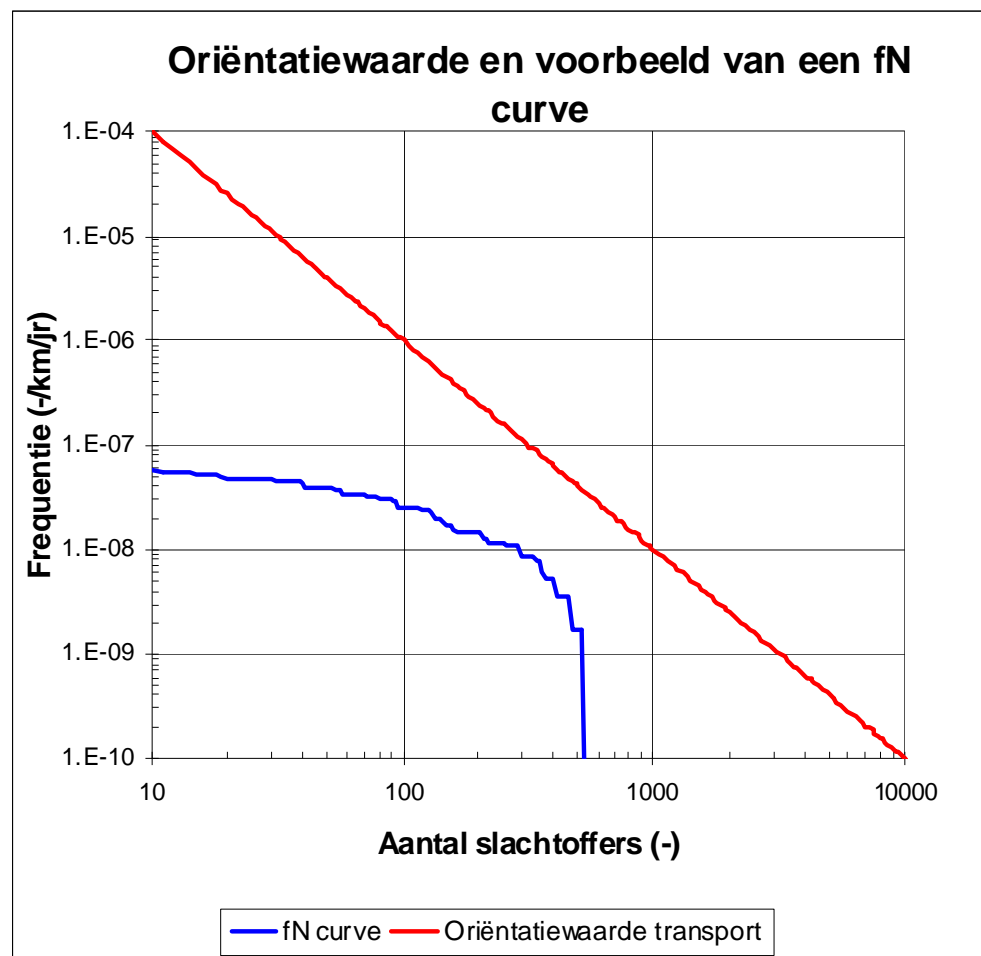
### 2.1 Externe veiligheidsbeleid

De externe veiligheid rondom inrichtingen met gevaarlijke stoffen en transportroutes met gevaarlijke stoffen dient conform het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI, [1]) en de circulaire Risiconormering Vervoer van gevaarlijke stoffen (RNVGS, [2]) te worden getoetst aan het *plaatsgebonden risico* (PR) en het *groepsrisico*.

Het *plaatsgebonden risico* is de kans per jaar dat een persoon dodelijk wordt getroffen door een ongeval met gevaarlijke stoffen indien deze zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Het plaatsgebonden risico wordt op een kaart weergegeven door middel van zogenaamde iso-risico contouren. Dit zijn lijnen die punten met dezelfde kans op overlijden met elkaar verbinden. De PR  $10^{-6}$  contour (kans op overlijden van eens in de miljoen jaar) geldt als grenswaarde voor nieuwe kwetsbare objecten. Binnen de  $10^{-6}$  contour mogen geen nieuwe kwetsbare objecten worden gerealiseerd. Voor bestaande kwetsbare objecten binnen een  $10^{-6}$  contour voor inrichtingen geldt een saneringsplicht op basis van [1]. Voor transport geldt vooralsnog geen saneringsplicht [2]. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de  $10^{-6}$  contour als een richtwaarde. De definitie voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten is opgenomen in [1] en [2]. In grote lijnen komt het er op neer dat kwetsbare objecten gebouwen zijn waar mensen zich gedurende langere tijd bevinden en/of het verblijf van kwetsbare en/of grote groepen betreft (zoals woningen, verpleegtehuizen, scholen, ed.).

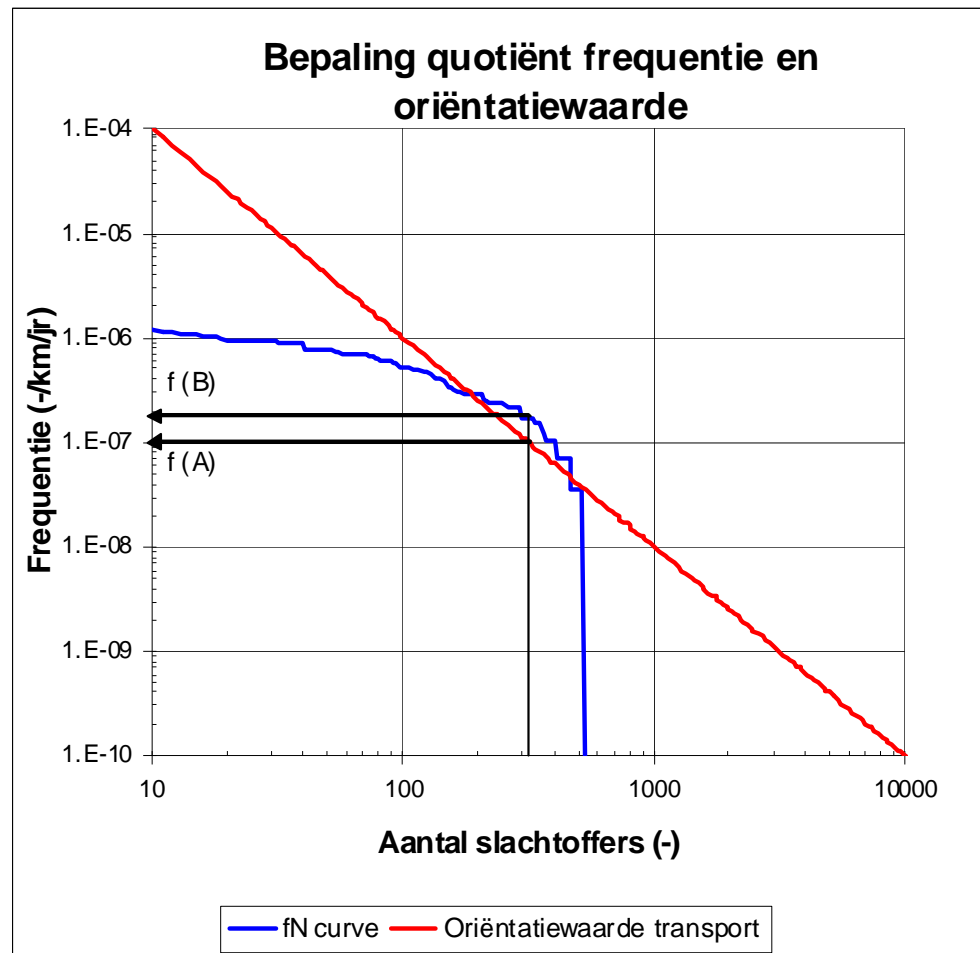
Het *groepsrisico* is een maat voor de maatschappelijke ontwrichting. Groepsrisico beschouwt de aanvaardbaarheid van grote rampen met een kleine kans. Het groepsrisico wordt bepaald door de cumulatieve kans per jaar dat in één keer een groep van ten minste een bepaalde grootte zal overlijden als gevolg van een ongeval tijdens de beschouwde activiteit. Bij dit risico wordt dus rekening gehouden met personen die zich in de buurt van het traject bevinden; hoe meer mensen in de omgeving van het traject, des te hoger het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een fN-curve: een grafiek die de cumulatieve frequentie van ongevallen (f) geeft voor een bepaald aantal slachtoffers (N).

Voor transportroutes wordt het groepsrisico gepresenteerd voor roudedelen met een lengte van 1 kilometer. Als oriëntatiewaarde geldt dat hooguit  $10^{-4}$  /jaar/km ongevallen mogen voorkomen die minimaal 10 slachtoffers eisen (groepen kleiner dan 10 personen worden niet beschouwd). Voor maximaal 100 slachtoffers geldt een oriëntatiewaarde van  $10^{-6}$  /jaar/km en voor maximaal 1000 slachtoffers  $10^{-8}$  /jaar/km. De oriëntatiewaarden voor het externe groepsrisico per km vormen in de logaritmische grafiek een rechte lijn, met als functie  $f * N^2 = 10^{-2}$ , zoals in Figuur 2-1 is weergegeven (rode lijn). De blauwe lijn is een voorbeeld van een fN-curve.



Figuur 2-1 Voorbeeld van een fN curve en de oriëntatiewaarden voor het groepsrisico per km traject per jaar.

Indien het GR de oriëntatiewaarde overschrijdt kan de mate van overschrijding worden weergegeven als het quotiënt van 2 frequenties:  $f(B)/f(A)$  voor de waarde van  $N$  waarvoor geldt dat  $f(A) - f(B)$  maximaal is. Hierbij zijn  $f(A)$  de oriëntatiewaarde en  $f(B)$  de frequentie behorende bij  $N$  slachtoffers. Indien GR onder de oriëntatiewaarde ligt kan met deze verhouding worden aangegeven hoe dicht de fN-curve de oriëntatiewaarde benadert. Figuur 2-2 toont een voorbeeld hiervan. Een quotiënt groter dan 1 geeft een overschrijding aan. Bij een quotiënt lager dan 1 wordt de oriëntatiewaarde niet overschreden.



Figuur 2-2 Voorbeeld van de bepaling van de mate van overschrijding van de oriëntatiewaarde.

## 2.2 Toegepaste methodiek

Voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico wordt aangesloten bij de voor dit onderzoek beschikbare standaarddocumenten. In hoofdzaak wordt hierbij gebruikt gemaakt van uitgangspunten zoals geformuleerd in:

- Guidelines for Quantitative Risk Assessment, het Paarse boek [4];
- Basisfaalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stoffen over de vrije baan [5];
- Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke stoffen per spoor [7].

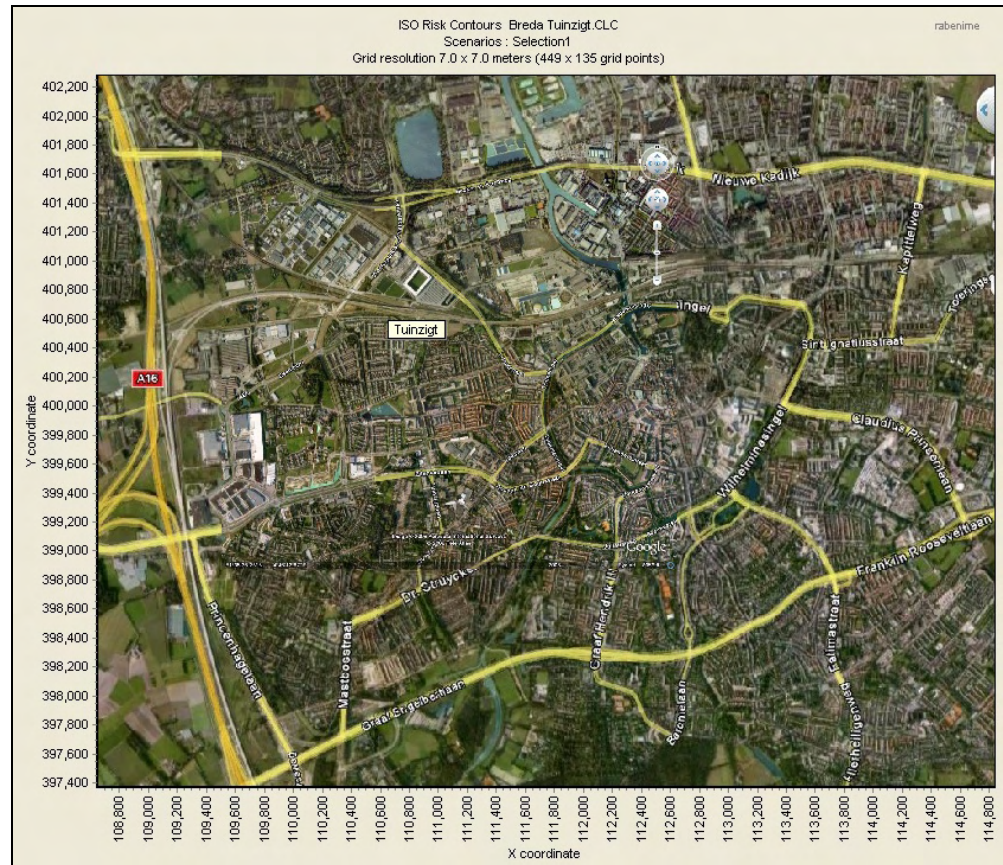
Voor de effectafstanden is gebruik gemaakt van de schadeafstanden zoals deze in RBMII [6] gebruikt worden. Aangezien RBMII aangewezen gaat worden als het officiële rekenpakket voor transportrisico's wordt er nu al met RBMII schadeafstanden gerekend. De transportrisico's zijn berekend met het TNO risicoberekeningsprogramma RiskCurves 7.6 [8]. Beide risicoberekeningspakketten voldoen aan de eisen van het ministerie van VROM.



### 3 Beschrijving van de onderzochte varianten

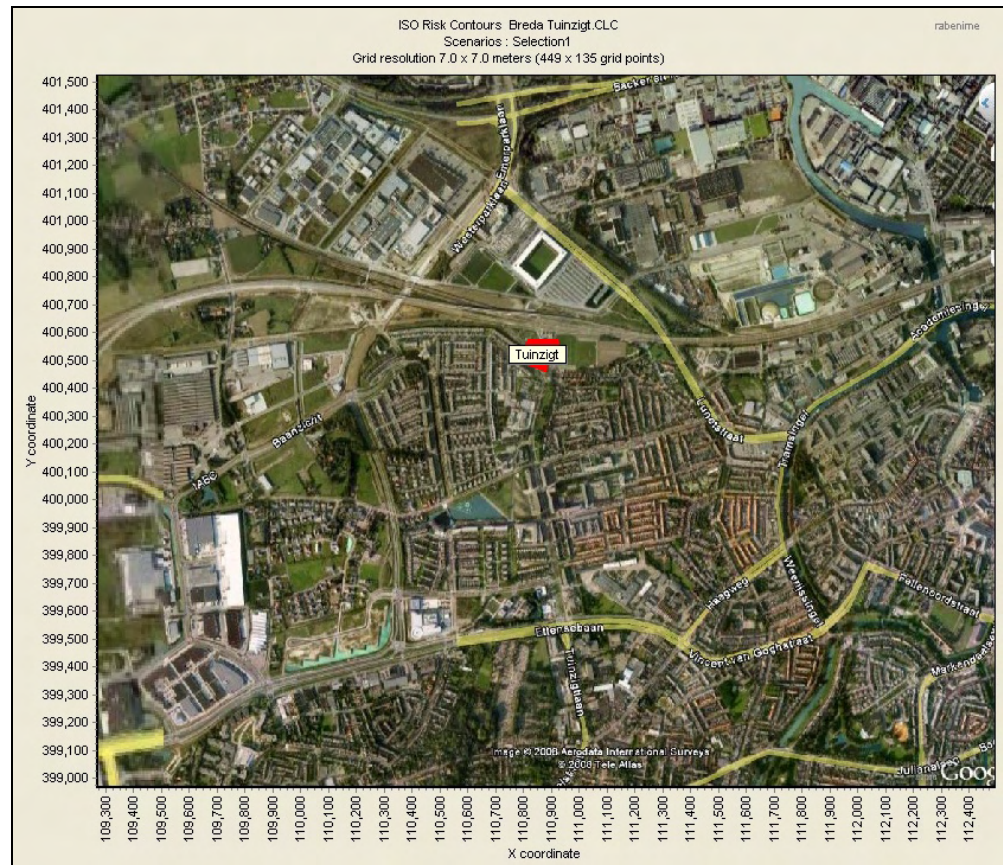
#### 3.1 Algemene beschrijving situatie

De locatie van het plangebied Tuinzigt/ Westerpark te Breda is in Figuur 3-1 en Figuur 3-2 weergegeven.



Figuur 3-1 Locatie van ontwikkelingen plangebied Tuinzigt- heel Breda.

In Figuur 3-1 is de locatie op een kaart voor heel Breda weergegeven. Figuur 3-2 toont een gedetailleerdere kaart van de omgeving van het plangebied Tuinzigt.



Figuur 3-2 Locatie van het plangebied Tuinzigt - detail kaart.

## 3.2 Populatiegegevens

### 3.2.1 Algemeen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor drie populatiesituaties:

- De huidige situatie;
- De toekomstige situatie “ontwikkelingen plangebied Tuinzigt”, waarbij rekening is gehouden met de realisatie van het nieuwbouwplan;
- De toekomstige situatie “ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen”, waarbij rekening is gehouden met:
  - de realisatie van de ontwikkelingen plangebied Tuinzigt;
  - de ontwikkelingen rond het NAC-stadion;
  - de realisatie van een kantoorgebouw bij de Lunetstraat.

Voor de bepaling van het groepsrisico wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van mensen en wordt er een populatiebestand samengesteld.

Deze aanwezigen zijn ingedeeld in vakjes van 50 \* 50 meter waaraan RDM coördinaten zijn toegekend. Per vakje is het aantal aanwezigen per type kwetsbare of minder kwetsbare bestemming bepaald, waarbij rekening is gehouden met verschillen in dag- en nachtsituatie.



Conform het Groene Boek [9] is voor overdag aangenomen dat 93% van de aanwezigen zich binnen bevindt en 7% buiten. Voor de nacht is uitgegaan van 99% respectievelijk 1%. De dag is gedefinieerd van 8:00 tot 18:30, de nacht van 18:30 tot 8:00.

### 3.2.2 *Huidige situatie*

In het verleden heeft TNO diverse risicoanalyses uitgevoerd waarbij voor heel Breda de gegevens door de gemeente zijn aangeleverd [10], [11]. Deze gegevens zijn gebruikt als basis voor het populatiebestand.

De gemeente Breda heeft tot op 200 m van het spoor, rondom de ontwikkelingen plangebied Tuinzigt, gedetailleerd de actuele populatiegegevens geïnventariseerd (zie het lichtblauw gekleurde gebied van onderstaande figuur).



Figuur 3-3 Locatie van ontwikkelingen plangebied Tuinzigt (rode lijn) en het geïnventariseerde gebied voor gedetailleerde populatie (blauwe ovaal).

TNO heeft de aangeleverde gegevens omgezet naar een populatiebestand. Daarbij is rekening gehouden met verschillende aanwezigheidspercentages, afhankelijk van het type bestemming. De gehanteerde aanwezigheidspercentages, gebaseerd op [12] en [13], zijn aangegeven in onderstaande tabel.

Ook is rekening gehouden met het NAC-stadion met een capaciteit van 17 250 personen, waarbij 18 keer per jaar een wedstrijd gehouden wordt van 2.5 uur [14].

Tabel 3-1 Aanwezigheidspercentages voor dag en nacht per type bestemming.

Type bestemmingen	Dag (%)	Nacht (%)
<b>Kwetsbare bestemmingen</b>		
Woningen	50	100
Onderwijsinstellingen (zonder avondonderwijs)	100	0
Gezondheidsinstellingen	80	39
Kinderopvang en dagverblijven	100	0
Gevangenissen	69	59
<b>Beperkt kwetsbare bestemmingen</b>		
Kantoren en bedrijven	100	0
Volcontinue bedrijven	100	20
Speeltuinen, openluchtwembaden en pretparken	95	19
Sportvelden	95	19
Sportzalen, sporthallen en overdekte zwembaden	92	38
Winkels	79	15
Horeca	38	93
Stations	100	0
Kerken	60	36
Theaters, bioscopen, zalencentra, buurthuizen	51	36

Beide populatiebestanden zijn gecombineerd om een populatiebestand voor de huidige situatie te krijgen. Indien er al aanwezigen waren, zijn deze vervangen door de aangeleverde bevolkingsgegevens. De bevolkingssamenstelling in de omgeving van het plangebied Tuinzigt is weergegeven in bijlage 1.

### 3.2.3 Toekomstige situatie plangebied Tuinzigt

Het toekomstige populatiebestand is samengesteld uit het populatiebestand van de huidige situatie (zoals hierboven beschreven) waaraan de realisatie van het bestemmingsplan is toegevoegd. De gegevens van het bestemmingsplan staan hieronder vermeld (Tabel 3-2) in de eerste drie kolommen (bron: e-mail d.d. 18-12-2008 van M. de Pooter).

Tabel 3-2 Gegevens ontwikkelingen plangebied Tuinzigt.

Omschrijving/ locatie	Type bestemmingen	Aantal bestemmingen (-)	Aantal aanwezigen dag/ nacht (-)
ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Woningen	20	24 /48

Conform de opgave van de gemeente Breda (bron: e-mail d.d. 21-4-2008 van M. de Pooter ) is uitgegaan van 2,4 bewoners per woning. Dit, gecombineerd met de aanwezigheidspercentages van Tabel 3-1, geeft het aantal aanwezigen voor de dag en de nacht, aangegeven in de meest rechtse kolom van Tabel 3-2.

De locatie van het nieuwbouwplan is in Figuur 3-2 weergegeven.

Indien er in het desbetreffende gebied al bevolking aanwezig was, dan zijn bovenstaande gegevens er voor in de plaats gekomen.

### 3.2.4 Toekomstige situatie plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen

De volgende ontwikkelingen zijn actueel in de omgeving van het plangebied Tuinzigt:

- Solitair kantoorgebouw: bvo ca 4 000 m<sup>2</sup>;
- Kantoren langs de Westtangent, 23 000 m<sup>2</sup>;
- Retail 8 500 m<sup>2</sup>;
- Mega supermarkt, 6 000 m<sup>2</sup>;
- Winkelcentrum de Lunet, 8 500 m<sup>2</sup>;
- Uitbreiding stadion, oa hotel met 60 kamers, 10 500 m<sup>2</sup>.

De locaties van de verschillende ontwikkelingen staan in Figuur 3-4 weergegeven.



Figuur 3-4 Locatie overige ontwikkelingen.

Tabel 3-3 laat zien welke aanwezigheidspercentages aangehouden zijn voor de diverse ontwikkelingen en hoeveel mensen er overdag en 's nachts aanwezig zijn.

Tabel 3-3 Gegevens ontwikkelingen.

Omschrijving/ locatie	Oppervlakte (m <sup>2</sup> bvo)	Aantal aanwezigen / 100 m <sup>2</sup>	Dag /nacht (%)	Aanwezigen dag/ nacht
Solitair kantoorgebouw	4 000	3.3	100/0	132/0
Kantoren Westtangent	23 000	3.3	100/0	759/0
Retail	8 500	3.3	79/15	222/42
Mega supermarkt	6 000	3.3	79/15	156/30
Winkelcentrum de lunet	8 500	3.3	79/15	222/42
Uitbreiding stadion	10 500			826/1482

Momenteel is TNO bezig een QRA uit te voeren voor de ontwikkelingen rond het stadiongebied [14]. Hierin wordt op gedetailleerde wijze rekening gehouden met de diverse ontwikkelingen in het stadiongebied. Voor het aantal aanwezigen voor de uitbreiding van het stadion is uitgegaan van de gegevens zoals gebruikt voor [14]. Op basis van deze gegevens zijn gemiddelde aanwezigheidsaantallen vastgesteld (826 overdag en 1482 's nachts). Hierbij is voor de dag en de nacht een gemiddelde aanwezigheid bepaald. Voor de dag zijn de bevolkingsaantallen meegenomen als continue aanwezigheid, voor de nacht als een tijdelijke aanwezigheid (2 uur per nacht).

### 3.3 Spoortransport

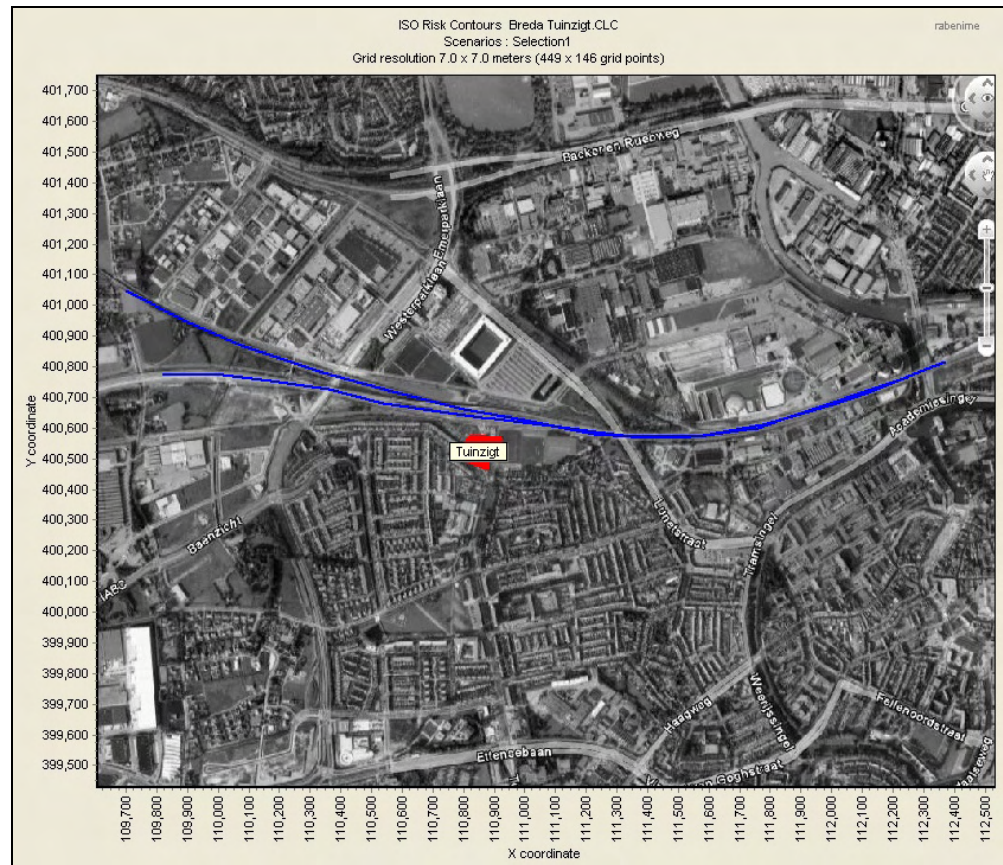
De risicoanalyse is uitgevoerd voor twee transportsituaties:

- Realisatiecijfers voor het transport van 2007 [15];
- Prognosecijfers van 2003 [16].

De Gemeente Breda heeft afspraken gemaakt met het Rijk (brief van ministerie van VROM en V&W met beleidsvrije marktprognoses, BMP 2003) betreffende de te hanteren prognosecijfers voor de risicoanalyses te Breda. Conform deze ministeriële brief worden de prognosecijfers van 2003 van ProRail toegepast voor de risicoanalyse.<sup>3</sup>

De ligging van het spoor is weergegeven in Figuur 3-5. De blauwe lijnen geven het traject weer. Het bovenste spoor gaat richting Zevenbergse Hoek, het onderste richting Roosendaal. De rode figuur geeft de ligging van het plan Tuinzigt weer.

<sup>3</sup> Opgemerkt wordt dat ProRail in 2007 een marktverwachting heeft uitgebracht voor het toekomstige vervoer van gevaarlijke stoffen (MV 2007). Deze prognose cijfers zijn beduidend hoger dan de prognose uit 2003 van ProRail (BMP 2003).



Figuur 3-5 Ligging van de gebruikte route- spoor.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd (de gehanteerde correctiefactoren staan vermeld in Bijlage 2):

- De toegestane snelheid is groter dan 40 km/h;
- Hotbox detectie is niet aanwezig;
- ATB nieuwe generatie is niet aanwezig;
- Er zijn wel wissels. Deze liggen op de kilometers:
  - 23.090
  - 23.150
  - 23.166
  - 23.250
  - 23.293
  - 23.354
  - 23.402
  - 0.113
  - 0.243
- Er zijn geen overwegen;
- Het transport vindt plaats in bonte treinen;
- 33% van het transport vindt overdag plaats, 67% 's nachts. Dit komt overeen met een meteorologische verhouding van 29/ 71%. De dag-/ nachtverdeling van het transport is gebaseerd op een dag-/ nachtverhouding 50/50% (dwz gedurende 12 uur van een etmaal is het dag en 12 uur nacht). In een QRA wordt er echter gerekend met een meteorologische dag-/ nachtverhouding van 44/ 56%. Om hiermee te rekenen wordt de transportverdeling omgerekend naar een dag nachtverhouding van

44/ 56%. Dit resulteert in een meteorologische verhouding van 29/71% (33%\*44%/50%= 29%).

De gehanteerde vervoersaantallen staan in de volgende tabel vermeld.

Tabel 3-4 Transportgegevens – spoortransport.

	A Brandbare gassen	B2 Giftige gassen	B3 Ze er giftige gassen	C3 Ze er brandbare vloeistoffen	D3 Giftige vloeistoffen	D4 Ze er giftige vloeistoffen
Realisatie 2007 [15]						
Zevenbergsehoek- Breda	5 900	850	0	13 900	2 600	1 000
Roosendaal- Breda	6 700	0	0	150	22	50
Toekomst [16]						
Zevenbergsehoek- Breda	550	0	0	0	1 150	300
Roosendaal- Breda	3 850	0	0	0	0	0

### 3.4 Wegtransport

De transportgegevens staan vermeld in Tabel 3-5 en zijn aangeleverd door de Gemeente Breda, gebaseerd op de gegevens zoals deze gebruikt worden in het kader van het Basisnet Weg. Het traject Zuid loopt van knooppunt Princeville tot afrit 15 Rijsbergen. Het traject Noord van knooppunt Zonzeel tot afrit 17 Prinsenbeek. Het traject zoals gebruikt in deze studie ligt tussen de twee trajecten in. Er is voor gekozen om de hoogste transportaantallen te gebruiken, zie Tabel 3-5. Dit is een conservatieve aanpak.

Tabel 3-5 Actuele transportgegevens– wegtransport.

	Brandbaar gas			Brandbare vloeistof		Toxische vloeistof		Toxisch gas	
	GF1	GF2	GF3	LF1	LF2	LT1	LT2	GT3	GT4
Zuid	225	431	3 002	10 736	17 403	1 274	2 183	173	65
Noord	191	638	3 480	12 829	20 448	1 037	2 160	38	6

Tabel 3-6 toont de transportaantallen zoals deze gebruikt zijn in de risicoanalyse, gebaseerd op de conservatieve aantallen van bovenstaande tabel.

Tabel 3-6 Transportgegevens– wegtransport- huidig.

	Brandbaar gas			Brandbare vloeistof		Toxische vloeistof		Toxisch gas	
	GF1	GF2	GF3	LF1	LF2	LT1	LT2	GT3	GT4
A16	225	638	3 480	12 829	20 448	1 274	2 183	173	65

Voor de toekomstige transportcijfers (2020) is uitgegaan van een groei zoals aangegeven in onderstaande tabel, conform [17] en gebaseerd op het Global Economy scenario.

Tabel 3-7 Transportgegevens– wegtransport- procentuele groei en absolute aantallen.

	Brandbaar gas			Brandbare vloeistof		Toxische vloeistof		Toxisch gas	
	GF1	GF2	GF3	LF1	LF2	LT1	LT2	GT3	GT4
%	45	45	0	15	15	45	45	7	45
absoluut	326	919	3 480	14 753	23 515	1 847	3 165	185	94

70% van het transport vindt plaats gedurende de meteorologische dag.

### 3.5 Weerscondities

Voor de scenario's van vrijkomen van gevaarlijke stoffen is de verspreiding van producten naar de omgeving van belang. De verspreiding van een gaswolk is, onder anderen, afhankelijk van de heersende stabiliteitsklasse, de windsnelheid en de windrichting. De dispersieberekeningen worden uitgevoerd voor 6 weerklassen, een en ander conform het Paarse Boek [4].

Voor de meteorologische data is voor deze studie uitgegaan van een gemiddelde van Gilze Rijen en Woensdrecht. De voor deze studie gehanteerde weergegevens zijn hieronder opgesomd.

Tabel 3-8 Meteorologische gegevens- Gilze Rijen- Woensdrecht.

Stab. klasse	verdeling (%)		Verdeling (%)											
			Wind sector (met de klok mee)											
	Wind-snelheid (m/s)	Dag	Nacht	WZZ	ZMW	W	MWN	NNW	Z	NNN	NOO	O	OOZ	OZZ
B3	9.9	0.0	8.7	8.6	9.7	8.3	5.5	7.7	11.2	13.3	10.7	5.6	5.0	5.9
D1.5	7.0	11.0	13.9	12.0	9.2	7.7	6.2	6.9	7.7	6.8	6.1	5.9	7.2	10.3
D5	14.8	13.6	19.3	16.9	9.7	7.4	5.0	4.8	7.0	7.6	4.6	3.5	4.2	10.2
D9	12.3	8.9	20.2	23.9	15.2	6.1	3.1	2.4	4.7	8.1	4.4	2.0	1.7	8.1
E5	0.0	5.8	17.0	13.1	5.7	3.9	2.5	5.7	11.7	15.7	7.9	3.9	4.1	8.8
F1.5	0.0	16.7	11.5	9.8	7.2	5.5	5.2	8.5	10.8	10.7	8.6	6.3	7.4	8.6

De betekenis van de weerklassen is als volgt:

- A Zeer onstabiel
- B Onstabiel
- C Licht onstabiel
- D Neutraal
- E Stabiel
- F Zeer stabiel

Het getal achter de letters geeft de windsnelheid aan. Bij B3 en W staat 9.7. Dit betekent dat bij onstabiel weer en een windsnelheid van 3 m/s er 9.7% kans is op een wind vanuit het westen.





## 4 Schadeafstanden

### 4.1 Vervoer per spoor

Uit de in hoofdstuk 3 genoemde gevaarlijke stoffen die door Breda per spoor worden vervoerd kan worden afgeleid welke scenario's van belang zijn voor het vaststellen van het groepsrisico en het plaatsgebonden risico. Hieronder volgt per stofcategorie een korte beschrijving van de mogelijke scenario's.

De gebruikte schadeafstanden zijn afkomstig van RBMII [6]. RBMII zal aangewezen worden als het standaard rekenpakket voor transportactiviteiten. Vooruit lopend op deze aanwijzing wordt nu al gebruik gemaakt van de RBMII afstanden.

#### *Brandbaar gas*

Een ongeval met brandbaar gas kan worden veroorzaakt door een gat in de tank waarbij gedurende een bepaalde periode een hoeveelheid gas vrijkomt uit de tank. Ook is een scenario denkbaar waarbij de tank faalt en de gehele inhoud instantaan vrijkomt. De totale inhoud van een tank met brandbaar gas bedraagt maximaal 48 ton. In beide gevallen is het mogelijk dat het gas onmiddellijk ontsteekt of dat ontsteking pas na enige tijd plaats vindt. In het tweede geval heeft zich dan al een gaswolk gevormd en deze gaswolk zal ontbranden. Bij een continue uitstroming en een directe ontsteking ontstaat een fakkelbrand. Indien de volledige inhoud ineens vrijkomt en ontbrandt ontstaat een grote vuurbal (BLEVE). Een BLEVE kan ontstaan door het instantaan vrijkomen door een botsing en directe ontsteking. Hierbij ontstaat dan een BLEVE bij omgevingstemperatuur en bijbehorende druk. Dit wordt een "koude" BLEVE genoemd. Een BLEVE kan ook ontstaan doordat in de buurt van een wagon met brandbaar gas een brand ontstaat, bijvoorbeeld door het vrijkomen en direct ontsteken van brandbare vloeistof uit een andere wagon. In dat geval zal de inhoud opwarmen en de druk oplopen. Wanneer de druk circa 25 bar is, zal de tankwagon het begeven en er zal een BLEVE ontstaan. Dit wordt een "warme" BLEVE genoemd.

Letsel onder de in de nabije omgeving aanwezige personen kan ontstaan door direct vlamcontact of door warmtestraling op een wat grotere afstand van het vuur. Tevens treden drukeffecten op. Voor alle scenario's met brandbare gassen geldt dat het letsel vrijwel onmiddellijk optreedt na het ontstaan van het ongeval. De scenario's met brandbare gassen zijn het meest relevant voor het groepsrisico, gezien de redelijk grote schadeafstand en de hoge sterftekans binnen deze afstand.

#### *Giftig gas*

Bij het vrijkomen van een giftig gas kan letsel ontstaan bij personen door blootstelling aan het giftige gas. Vanwege de benodigde tijd voor de verspreiding van het gas en de blootstellingduur van de aanwezige personen gaat er enige tijd overheen voordat de eerste slachtoffers vallen. Ook tussen het tijdstip dat het eerste slachtoffer wordt getroffen en het laatste zit geruime tijd. In de berekening wordt zowel uitstroming uit een gat als instantaan vrijkomen meegenomen.

*Brandbare vloeistof*

In de risicoberekening worden voor deze categorie twee plasgroottes meegenomen (volgens [4]). Bij directe ontsteking van de vloeistof ontstaat een plasbrand. Mensen die zich in deze plas bevinden zullen omkomen. Bij verdamping van de vloeistof en ontsteking van de ontstane gaswolk kunnen mensen ook letsel oplopen wanneer ze zich binnen de gevormde gaswolk bevinden. Letsel zal vrijwel meteen na het ontstaan van het ongeval optreden. Voor brandbare vloeistoffen geldt dat de schadeafstanden vrij beperkt zijn, wat inhoudt dat de effecten niet altijd voorbij de bebouwing reiken.

*Giftige en zeer giftige vloeistof*

In de risicoberekeningen worden voor beide stofcategorieën twee uitstroomhoeveelheden meegenomen. Na verdamping ontstaat een gaswolk. Door blootstelling aan deze gaswolk treedt bij een percentage van de aanwezigen letaal letsel op. Net als bij de scenario's met giftige gassen zit er enige tijd tussen het ontstaan van het ongeval en het optreden van letsel. Scenario's met (zeer) giftige vloeistoffen zijn vaak van meer belang vanwege de grote schadeafstanden. Binnenshuis geniet men nog enige bescherming tegen dit scenario.

In Tabel 4-1 zijn de (maximale) schadeafstanden gegeven voor de verschillende scenario's, ten opzichte van de bron.

Tabel 4-1 Scenario's en schadeafstanden spoor- RBM II.

Stof	Scenario	(Maximale) schadeafstand (m)	Omschrijving schade
A (propan)	cont. uitstr. wolkbrand	100	100 % letaal letsel, direct na ongeval
	cont. uitstr. fakkel	80	100 % letaal letsel, direct na ongeval
		115	1% letaliteit, direct na ongeval
	inst. vrijk. wolkbrand	290	100 % letaal letsel, direct na ongeval
	inst. vrijk. koude BLEVE	100	100% letaal letsel, direct na ongeval
		210	1% letaal letsel, direct na ongeval
	inst. vrijk. Warme BLEVE	175	100% letaal letsel, direct na ongeval
	315	1% letaal letsel, direct na ongeval	
B2 (ammoniak)	cont. uitstr. tox. blootst.	970	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5) <sup>4</sup>
	inst. vrijk. tox. blootst.-koude BLEVE	200	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	inst. vrijk. tox. blootst.-warme BLEVE	225	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
C3 (hexaan)	cont. uitstr. plasbrand	45	1% letaal letsel, direct na ongeval
	inst. uitstr. plasbrand	55	1% letaal letsel, direct na ongeval
D3 (acrylnitril)	cont. uitstr. tox. blootst.	265	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	inst. uitstr. tox. blootst.	390	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
D4 (fluorwaterstof)	cont. uitstr. tox. blootst.	3360	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	inst. uitstr. tox. blootst.	4920	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)

## 4.2 Vervoer per weg

Ten behoeve van de berekening van de externe veiligheid voor het wegtransport zijn de volgende scenario's van belang:

<sup>4</sup> F1,5 is zeer stabiel weer met een windsnelheid van 1,5 meter per seconde. Dit weertype geeft over het algemeen de grootste schadeafstanden.

- Brandbare vloeistoffen (LF)
  - Instantaan vrijkomen directe ontsteking (plasbrand 1600 m<sup>2</sup>);
  - Instantaan vrijkomen vertraagde ontsteking;
  - Continue uitstroming directe ontsteking (plasbrand 300 m<sup>2</sup>);
  - Continue uitstroming vertraagde ontsteking.
- Toxische vloeistoffen (LT)
  - Instantaan vrijkomen, verdamping van de vloeistof en verspreiding (plasgrootte is 1600 m<sup>2</sup>);
  - Continue uitstroming, verdamping van de vloeistof en verspreiding (plasgrootte 300 m<sup>2</sup>).
- Brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen (GF)
  - Instantaan vrijkomen directe ontsteking (BLEVE<sup>5</sup>);
  - Instantaan vrijkomen vertraagde ontsteking;
  - Continue uitstroming directe ontsteking (fakkel);
  - Continue uitstroming vertraagde ontsteking.
- Giftige (tot vloeistof verdichte) gassen (GT)
  - Instantaan vrijkomen;
  - Continue uitstroming.

De gebruikte schadeafstanden zijn afkomstig van RBMII [6].

In [6] wordt geen onderscheid gemaakt tussen een koude BLEVE en een warme BLEVE. Naar de mening van TNO dient wel rekening gehouden te worden met dit onderscheid. Uit casuïstiek blijkt dat de verdeling tussen warme en koude BLEVE's voor ongevallen op de weg circa 50:50 is [18]. In Bijlage 5 zijn daarom de berekeningsresultaten gegeven indien warme BLEVE's wel worden meegenomen.

In Tabel 4-2 is een overzicht gegeven van de toegepaste schadeafstanden.

---

<sup>5</sup> Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.

Tabel 4-2 Overzicht toegepaste effectafstanden- RBMII.

Stof	Scenario	(Max.) schade-afstand (m)	Omschrijving schade
GF1 (ethyleenoxide)	Continu, plasbrand	35	1% letaal letsel, direct na ongeval bij F1,5
	Instantaan, plasbrand	65	1% letaal letsel, direct na ongeval bij F1,5
GF2 (butaan)	Continu, wolkbrand	30	100% letaal letsel, direct na ongeval
	Continu, fakkel	40	100% letaal letsel, direct na ongeval
		60	1% letaliteit, direct na ongeval
	Instantaan, wolkbrand	230	100% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan, koude BLEVE	50	100% letaal letsel, direct na ongeval
		50	1% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan, warme BLEVE <sup>6</sup>	145	100% letaal letsel, direct na ongeval
	300	1% letaal letsel, direct na ongeval	
GF3 (propaan)	Continu, wolkbrand	60	100% letaal letsel, direct na ongeval
	Continu, fakkel	60	100% letaal letsel, direct na ongeval
		85	1% letaliteit, direct na ongeval
	Instantaan, wolkbrand	210	100% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan, koude BLEVE	80	100% letaal letsel, direct na ongeval
		130	1% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan, warme BLEVE	140	100% letaal letsel, direct na ongeval
	290	1% letaal letsel, direct na ongeval	
GT3 (ammoniak)	Continu	550	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	105	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
GT4 (chloor)	Continu	4055	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	310	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
LF1 (heptaan)	Continu	35	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	60	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
LF2 (pentaan)	Continu	35	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	60	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
LT1 (acrylonitril)	Continu	265	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	905	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
LT2 (propylamine)	Continu	320	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan	890	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)

<sup>6</sup> De effectafstanden voor de warme BLEVE zijn uitgerekend met behulp van EFFECTS [19]

## 5 Ongevalsefrequenties

### 5.1 Vervoer per spoor

De ongevalsrequentie is opgebouwd uit een generieke basisongevalsfrequentie, locatiespecifieke omstandigheden, getroffen veiligheidsmaatregelen en vervolgcansen op uitstroming.

De basisongevalsfrequentie is  $2,2 * 10^{-8}$  per kilometer transport<sup>7</sup>. Deze frequentie moet worden vermenigvuldigd met een factor voor de snelheid. Deze factor is 0,62 bij lage snelheid ( $\leq 40$  km/h) en 1,26 voor hoge snelheid ( $> 40$  km/h).

Vervolgens wordt bij de dan ontstane frequentie  $3,3 * 10^{-8}$  opgeteld indien er wissels in het beschouwde traject aanwezig zijn. Vanwege het ontbreken van gedetailleerde ongevalscasulistiek wordt een standaardtoeslag gehanteerd voor de aanwezigheid van wissels, ongeacht het aantal.

De zo ontstane frequenties zijn weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Ongevalsefrequenties per kilometer baanvak voor lage/hoge snelheid en wel of geen wissels, zonder verdere maatregelen.

	Geen wissels	Wel wissel(s)
Lage snelheid	$1,36 * 10^{-8}$	$4,66 * 10^{-8}$
Hoge snelheid	$2,77 * 10^{-8}$	$6,07 * 10^{-8}$

De tot zover berekende ongevalsrequentie wordt per ongevalsscenario achtereenvolgens vermenigvuldigd met de vervolgcansen op uitstroming en ontsteking.

Tot slot moeten de ongevalslocaties worden vastgesteld. Hiertoe worden de ongevalsscenario's gekoppeld aan het spoor binnen de onderzochte spoorbaan waar deze scenario's op kunnen treden. De standaarddocumenten geven hiervoor geen eenduidige richtsnoeren. Daarom wordt aangesloten bij de werkwijze die is toegepast bij Nationale Sleutelprojecten. Dit betekent dat de uiteindelijke (overall) ongevalsrequentie per kilometer traject per jaar wordt berekend door de tot dusver berekende frequentie te vermenigvuldigen met het aantal passerende wagens per jaar.

Onderstaande tabel toont de faalfrequenties per stofcategorie. Voor de gedetailleerde opbouw van de frequentie wordt verwezen naar Bijlage 3.

<sup>7</sup> In het Paarse Boek staat per abuis een frequentie van  $3,6 * 10^{-8}$  per kilometer transport.

Tabel 5-2 Frequenties scenario's – spoortransport.

Stof-categorie	Scenario	Frequentie (per km per jaar)			
		Huidige situatie		Toekomstige situatie	
		Zevenberg-se Hoek	Roosen-daal	Zevenberg-se Hoek	Roosen-daal
A, propaan	Continue uitstroming- wolkbrand	1.37E-07	1.56E-07	1.28E-08	8.96E
	Continue uitstroming- fakkel	1.37E-07	1.56E-07	1.28E-08	8.96E
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	3.66E-08	4.16E-08	3.42E-09	2.39E
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	1.47E-07	1.66E-07	3.14E-09	9.56E
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE	3.42E-07	1.46E-08	0	0
B2, ammoniak	Continue uitstroming tox. blootst.	3.96E-08	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- koude BLEVE	2.64E-08	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme BLEVE	6.16E-08	0	0	0
B3, chloor	Continue uitstroming. tox. blootst.	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme BLEVE	0	0	0	0
C3, hexaan	Continue uitstroming- plasbrand	3.24E-05	3.49E-07	0	0
	Instantaan vrijkomen- plasbrand	2.16E-05	2.33E-07	0	0
D3, arcylnitril	Continue uitstroming. tox. blootst.	2.42E-06	2.05E-08	1.07E-06	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.	1.61E-06	1.37E-08	7.14E-07	0
D4, fluorwaterstof	Continue uitstroming. tox. blootst.	9.31E-07	4.66E-08	2.79E-07	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.	6.21E-07	3.10E-08	1.86E-07	0

## 5.2 Vervoer per weg

De faalfrequenties voor vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg bestaat uit de kans op een ongeval met een relevante uitstroom en vervolgens de kans, gegeven dat ongeval, dat een bepaald effect optreedt. De kans op een ongeval met een relevante uitstroom is afhankelijk van het type weg en het type wagen waarin de gevaarlijke stoffen worden vervoerd (onder druk of atmosferisch). In Tabel 5-3 zijn de kansen op een relevante uitstroom gegeven.

Tabel 5-3 Kans per jaar op relevante uitstroming- weg.

Type weg	Onder druk (wagen <sup>-1</sup> km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )	Atmosferisch (wagen <sup>-1</sup> km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )
Snelweg	4.32 x 10 <sup>-9</sup>	8.36 x 10 <sup>-9</sup>
Buiten de bebouwde kom	1.22 x 10 <sup>-8</sup>	2.77 x 10 <sup>-8</sup>
Binnen de bebouwde kom	3.54 x 10 <sup>-9</sup>	1.24 x 10 <sup>-8</sup>

De faalfrequenties voor de huidige en toekomstige situatie zijn weergegeven in onderstaande tabel. Deze frequenties zijn gebaseerd op de basisongevalsfrequentie, de vervolgekansen en het aantal transporten per jaar (zie hiervoor Tabel 3-6).

Tabel 5-4 Frequenties scenario's - wegtransport.

Stofcategorie	Effect	Frequentie huidig (km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )	Frequentie toekomst (km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )
GF1 (ethyleenoxide)	continue uitstroom- plasbrand	1.47E-07	2.13E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	3.68E-08	5.33E-08
GF2 (butaan)	continue uitstroom- wolkbrand	1.07E-07	1.55E-07
	continue uitstroom- fakkel	4.30E-07	6.19E-07
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	5.78E-08	8.33E-08
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	1.16E-07	1.67E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	1.16E-07	1.67E-07
GF3 (propan)	continue uitstroom- wolkbrand	5.86E-07	5.86E-07
	continue uitstroom- fakkel	2.34E-06	2.34E-06
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	3.15E-07	3.15E-07
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	6.31E-07	6.31E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	6.31E-07	6.31E-07
GT3 (ammoniak)	continue uitstroom- tox wolk	1.46E-07	1.56E-07
	instantaan vrijkomen- tox wolk	7.84E-08	8.38E-08
GT4 (chloor)	continue uitstroom- tox wolk	5.47E-08	7.91E-08
	instantaan vrijkomen- tox wolk	2.95E-08	4.26E-08
LF1 (heptaan)	continue uitstroom- plasbrand	6.45E-07	7.42E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	1.61E-07	1.86E-07
LF2 (pentaan)	continue uitstroom- plasbrand	1.34E-05	1.54E-05
	instantaan vrijkomen- plasbrand	3.34E-06	3.84E-06
LT1 (acrylonitril)	continue uitstroom- tox wolk	6.41E-06	9.29E-06
	instantaan vrijkomen- tox wolk	1.60E-06	2.32E-06
LT2 (propylamine)	continue uitstroom- tox wolk	1.10E-05	1.59E-05
	instantaan vrijkomen- tox wolk	2.75E-06	3.98E-06





## 6 Resultaten risicoberekeningen

Voor de risicoberekeningen is gebruik gemaakt van het TNO risicoberekeningsprogramma RiskCurves 7.6 [8] en de schadeafstanden van [6].

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende situaties:

- Huidig: de huidige bevolking + realisatiecijfers 2007;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt: de huidige bevolking + realisatie ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + de beleidsvrije markt prognose cijfers uit 2003 (BMP 2003);
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen: de huidige bevolking + realisatie ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + realisatie overige ontwikkelingen + BMP 2003.

De transportcijfers voor de diverse varianten staan hieronder nogmaals samengevat.

Tabel 6-1 Transportgegevens – spoortransport.

	A	B2	B3	C3	D3	D4
	Brandbare gassen	Giftige gassen	Zeer giftige gassen	Zeer brandbare vloeistoffen	Giftige vloeistoffen	Zeer giftige vloeistoffen
Huidig [15]						
Zevenbergsehoek- Breda	5 900	850	0	13 900	2 600	1 000
Roosendaal- Breda	6 700	0	0	150	22	50
Toekomst [16] (BMP 2003)						
Zevenbergsehoek- Breda	550	0	0	0	1 150	300
Roosendaal- Breda	3 850	0	0	0	0	0

Tabel 6-2 Transportgegevens– wegtransport.

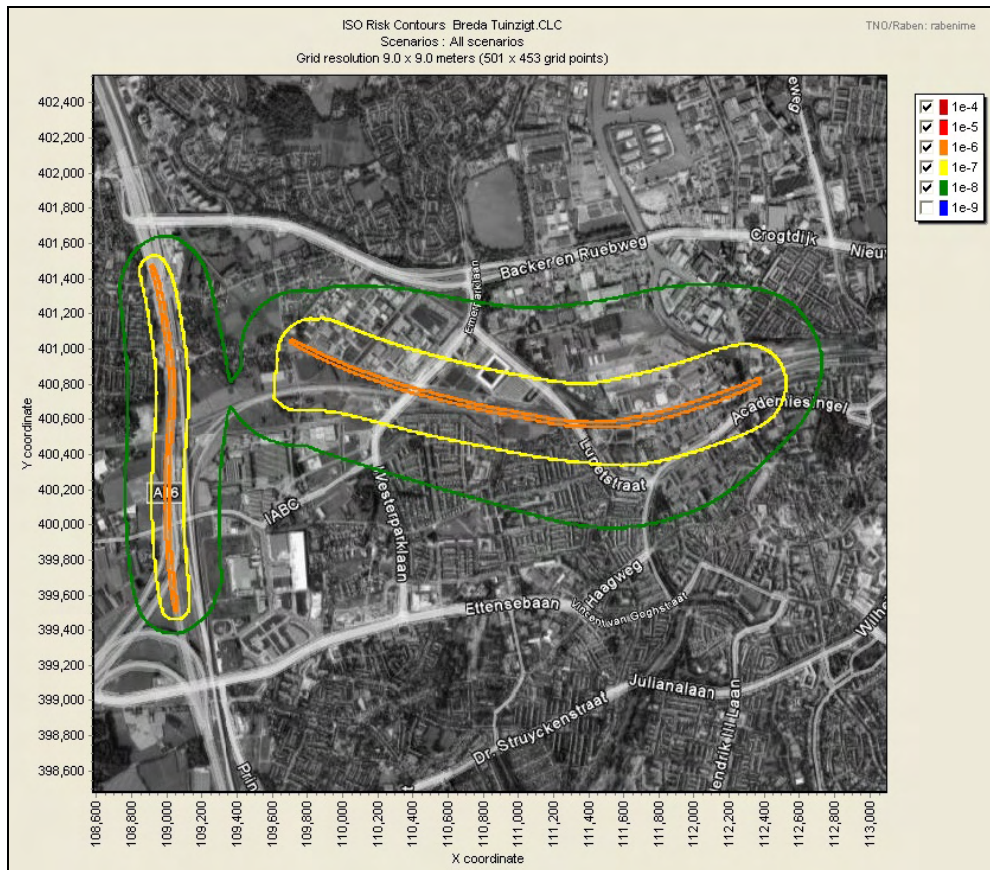
	Brandbaar gas			Brandbare vloeistof		Toxische vloeistof		Toxisch gas	
	GF1	GF2	GF3	LF1	LF2	LT1	LT2	GT3	GT4
Huidig	225	638	3 480	12 829	20 448	1 274	2 183	173	65
Toekomst	326	919	3 480	14 753	23 515	1 847	3 165	185	94

### 6.1 Plaatsgebonden risico

De resultaten van de berekening van het plaatsgebonden risico staan in onderstaande paragrafen gepresenteerd.

#### 6.1.1 Huidige situatie

Uit de onderstaande figuur valt op te maken dat het plan Tuinzigt niet binnen een  $10^{-6}$  PR contour valt.



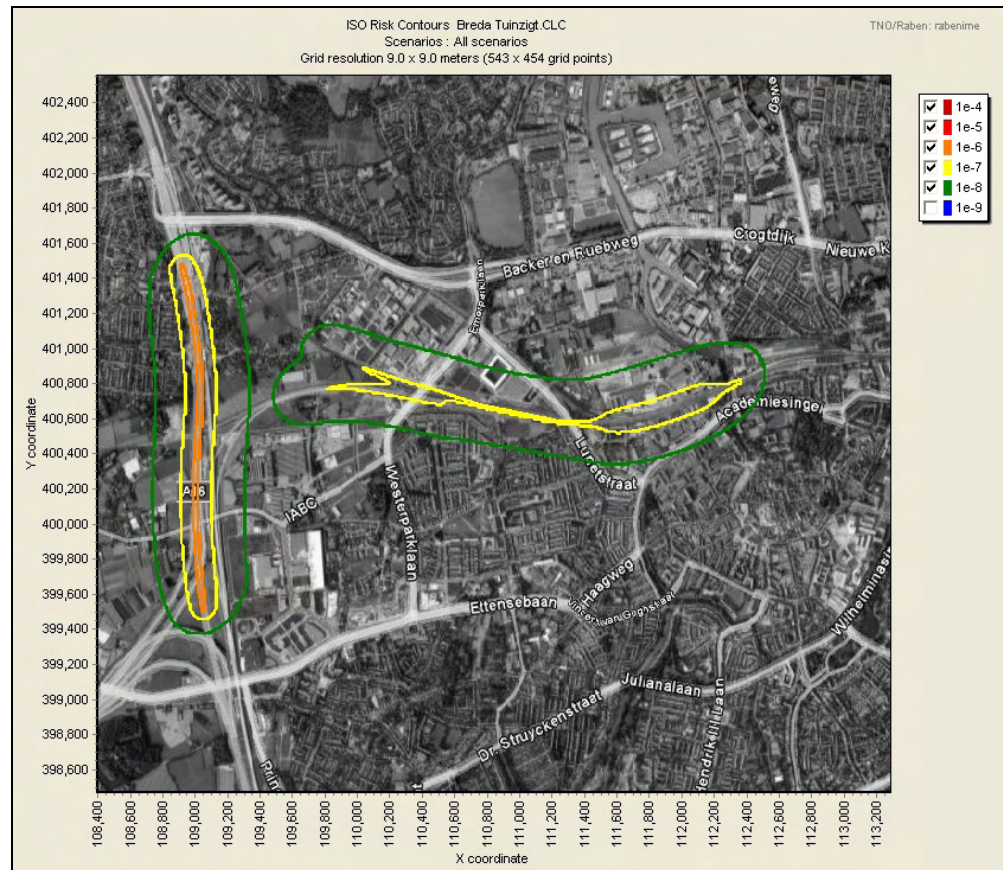
Figuur 6-1 PR contouren voor het spoor- en wegtransport- huidig.

Zowel het wegtransport als het spoortransport veroorzaken een  $10^{-6}$  PR contour. De  $10^{-6}$  PR contour bevindt zich op ca 10 m van het spoor en 15 m van de weg. Het bestemmingsplan Tuinzigt bevindt zich buiten deze  $10^{-6}$  PR contouren: het plan Tuinzigt bevindt zich op ca 55 m van het spoor en 1.7 km van de weg. De contour van het spoor wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van zeer brandbare vloeistoffen. De contour van de weg wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van brandbare gassen en zeer brandbare vloeistoffen.

### 6.1.2 Toekomstige situatie

Uit Figuur 6-2 valt af te leiden dat het spoortransport geen  $10^{-6}$  PR contour veroorzaakt maar het wegtransport wel.

De afname van het risico van het spoortransport wordt veroorzaakt door de afname van het aantal transporten in de toekomst.



Figuur 6-2 PR contouren voor het spoor- en wegtransport- toekomst.

De  $10^{-6}$  PR contour van het wegtransport ligt op ca 15 m en is ruim van het plan verwijderd.

## 6.2 Groepsrisico

### 6.2.1 Spoor

Het groepsrisico per km sectie is voor de volgende varianten bepaald:

- Huidige bevolking + huidige transportcijfers (realisatie 2007);
- Huidige bevolking + toekomstige transportcijfers (BMP);
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + huidige transportcijfers (realisatie 2007);
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + toekomstige transportcijfers (BMP);
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen + huidige transportcijfers (realisatie 2007);
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + toekomstige transportcijfers (BMP).

Het groepsrisico wordt uitgedrukt in -/km/jr. Hiervoor wordt het transporttraject onderverdeeld in secties van 1 km, zie Figuur 6-3.



Figuur 6-3 Onderverdeling in km-secties voor het spoor.

Zoals uit deze figuur blijkt, ligt het plangebied Tuinzigt ter hoogte van het middelste km traject (sectie 2, blauw).

Het groepsrisico van km sectie 3 wordt niet beïnvloed door de nieuwbouwplannen. Daarom worden de resultaten van km 3 niet hier besproken, maar in Bijlage 4.

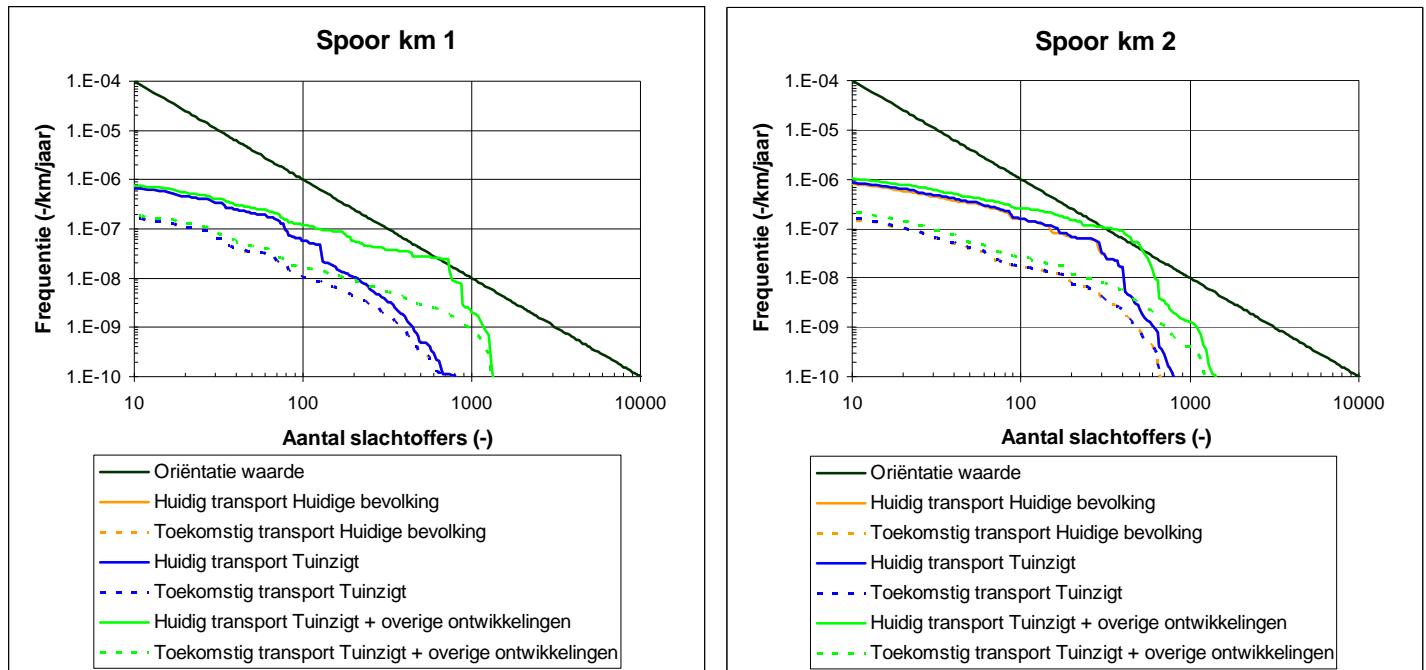
De volgende tabel toont de mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een quotiënt groter dan 1 geeft een overschrijding aan, bij een quotiënt kleiner dan 1 is het groepsrisico lager dan de oriëntatiewaarde. Bij een quotiënt van 1 wordt de oriëntatiewaarde juist bereikt. De rode getallen geven een overschrijding weer.

Tabel 6-3 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- spoor.

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt	
		Km1	Km2
Huidig	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	1.3	1.4
	Toekomst	0.1	0.09

Uit de tabel volgt dat km2 het grootste groepsrisico heeft. De toekomstige transportcijfers veroorzaken een verlaging van het groepsrisico door de lagere transportintensiteiten. Voor de variant Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen en huidig transport is er sprake van een lichte overschrijding van de oriëntatiewaarde.

De volgende twee figuren tonen het groepsrisico per km spoorsectie. Hierin is het effect van de bevolkingssamenstelling en de transportcijfers te zien. De doorgetrokken lijnen geven de varianten met het huidige transport weer, de stippellijnen de varianten met de toekomstige transportaantallen.



Figuur 6-4 fN curve voor spoor- km1 (links) en km 2 (rechts).

De volgende curven liggen nagenoeg over elkaar (zowel voor km 1 als 2):

- huidig transport- huidige bevolking (oranje lijn) en huidig transport- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt (blauwe lijn);
- voor toekomstig transport- huidige bevolking (oranje stippellijn) en toekomstig transport- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt (blauwe stippellijn).

Dit betekent dat er geen significant effect van de Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt is op het groepsrisico (zie ook Tabel 6-3).

Wel significant is de realisatie van de overige ontwikkelingen: zowel voor het huidige transport (groene lijn) als voor het toekomstige transport (groene stippellijn) neemt het groepsrisico toe ten opzichte van de huidige bevolking (oranje lijn resp. stippellijn).

### 6.2.2 Weg

Het groepsrisico per km sectie is voor de volgende varianten bepaald:

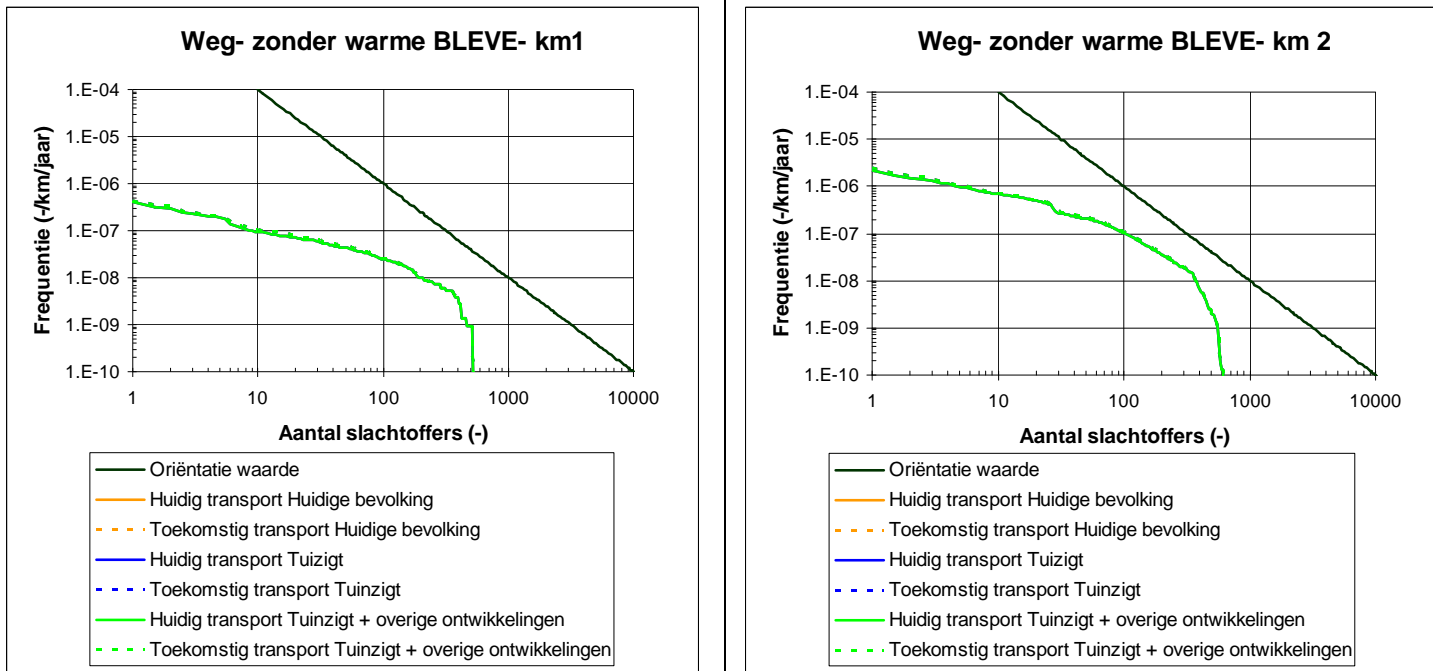
- Huidige bevolking + huidige transportcijfers;
- Huidige bevolking + toekomstige transportcijfers;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + huidige transportcijfers;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + toekomstige transportcijfers;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen + huidige transportcijfers;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + toekomstige transportcijfers.

De onderverdeling van de route in km wegsecties is hieronder weergegeven.



Figuur 6-5 Onderverdeling in km-secties voor de weg

Uit Figuur 6-6 valt te concluderen dat de realisatie van de nieuwbouwplannen nauwelijks invloed heeft op het groepsrisico. De bouwplannen bevinden zich te ver van de weg om significant invloed te hebben op het groepsrisico.



Figuur 6-6 fN curven voor de weg- km sectie 1 en 2.

De volgende tabel toont de mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde.

Tabel 6-4 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- weg.

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt	
		Km1	Km2
Huidig	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	0.06	0.2
	Toekomst	0.06	0.2





## 7 Conclusies

### 7.1 Plaatsgebonden risico

Zowel het wegtransport als het spoortransport veroorzaken een  $10^{-6}$  PR contour. De  $10^{-6}$  PR contour bevindt zich op ca 10 m van het spoor en 15 m van de weg. Het bestemmingsplan Tuinzigt bevindt zich buiten deze  $10^{-6}$  PR contouren: het plan Tuinzigt bevindt zich op ca 55 m van het spoor en 1.7 km van de weg. De contour van het spoor wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van brandbare vloeistoffen. De contour van de weg wordt hoofdzakelijk bepaald door het vervoer van brandbare gassen en vloeistoffen.

De toekomstige transportcijfers voor het spoor veroorzaken geen  $10^{-6}$  PR contour. Ook met de toekomstige cijfers voor het wegtransport wordt een  $10^{-6}$  PR contour verkregen. Het plan Tuinzigt ligt echter ruim buiten deze contour.

Vanuit het plaatsgebonden risico gezien is er geen belemmering voor de realisatie van het plan Tuinzigt.

### 7.2 Groepsrisico

De realisatie van het plan Tuinzigt heeft geen significante invloed op het groepsrisico voor het spoortransport. Wel significant is de realisatie van de overige ontwikkelingen. Het groepsrisico neemt door deze plannen toe. De mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde is gegeven in de volgende tabel.

Tabel 7-1 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- spoor

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt	
		Km1	Km2
Huidig	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.08	0.4
	Toekomst	0.02	0.04
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	1.3	1.4
	Toekomst	0.1	0.09

Voor wat betreft het groepsrisico veroorzaakt door het vervoer over de weg hebben de realisatie van de nieuwbouwplannen (Tuinzigt en overige ontwikkelingen) nauwelijks invloed op het groepsrisico. De bouwplannen bevinden zich te ver van de weg om significant invloed te hebben op het groepsrisico.



## 8 Referenties

- [1] Besluit externe veiligheid inrichtingen, Ministerie van VROM, 2004
- [2] Circulaire RisicoNormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004
- [3] Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998
- [4] Purple Book, Guidelines for quantitative risk assessment, Committee for the Prevention of Disasters, CPR-18E, The Hague, The Netherlands, First edition, 1999
- [5] Basisfaalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stof over de vrije baan, SAVE, 1995
- [6] RBMII v 1.3.0, AVIV, 2008
- [7] Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor, Oranjewoud, SAVE, 2005
- [8] RiskCurves, Risicoberekeningspakket voor de uitvoering van kwantitatieve risicoanalyses, versie 7.6, TNO-B&O, Afdeling Industriële en Externe Veiligheid, 2008
- [9] Groene Boek, Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, CPR 16. Directoraat Generaal van de Arbeid. Eerste druk, 1990
- [10] Externe veiligheid Megabioscoop en Topsportthal Breda, TNO, A.W.T. van Blanken, 2006
- [11] Externe veiligheid Megabioscoop en Topsportthal en ontwikkelingen NAC-stadion en omgeving, TNO, A.W.T. van Blanken, 2006
- [12] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico, versie 1.0, VROM, 2007
- [13] Voorstel te hanteren aanwezigheidspercentages voor verschillende bestemmingen ten behoeve van groepsrisicoberekeningen externe veiligheid, 2006-A-R0264/B, A.W.T. van Blanken, M. Molag, September 2006
- [14] Concept Actualisatie risicoanalyse Externe Veiligheid stadiongebied Breda, TNO, I. Raben, 2008

- [15] Tabel spoorvervoer “meldplichtige” stoffen alle vervoerders 2007, versie 1.0-#20679800, ProRail Capaciteitsontwikkeling, M. Kant, 7-4-2008
- [16] Prognose van het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor, Een beleidsvrije marktprognose, PrP/2003/183, ProRail Capaciteitsplanning, 2003
- [17] Toekomstverkenning vervoer gevaarlijke stoffen over de weg 207, T. Arts, J. Francke, 2007
- [18] Onderzoek naar de verhouding van optreden van koude en warme BLEVE's, TNO, M. Molag, J. Kamperveen, 2002
- [19] EFFECTS Prof, TNO, 2003

## 9 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Gemeente Breda  
T.a.v. Dhr. M. de Pooter  
Directie Ruimtelijke ontwikkeling  
Afdeling Milieu & Leefomgeving  
Postbus 3920  
4800 DX BREDA

Naam van de projectmedewerker:

Ing. I.M.E. Raben (projectleider)

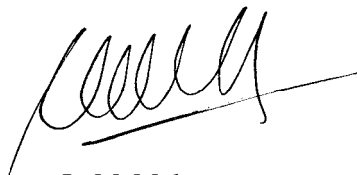
Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

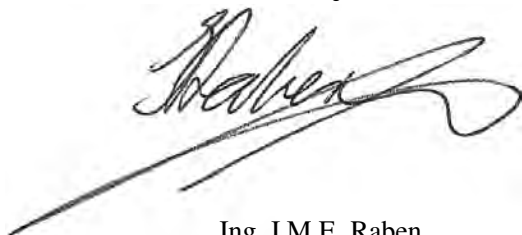
Maart 2008- april 2009

Naam en paraaf tweede lezer:



Ir. M. Molag

Ondertekening:



Ing. I.M.E. Raben  
Projectleider

Autorisatie vrijgave:

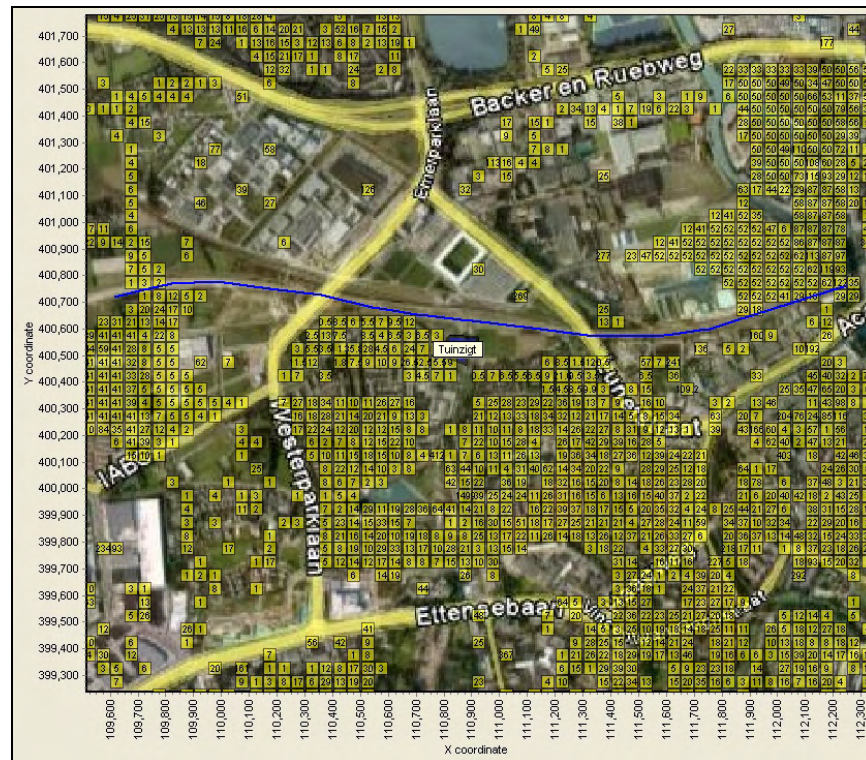


Dr.ir. N. Rosmuller  
Team manager



## Bijlage 1: Populatiegegevens

In deze bijlage staan de bevolkingsgegevens weergegeven voor het gebied rondom Tuinzigt. De getallen in de hokjes geven het aantal aanwezigen in het hokje weer. De hokjes hebben een afmeting van 50 m x 50 m.



Figuur 0-1 Bevolkingssamenstelling- Huidig dag.



Figuur 0-2 Bevolkingssamenstelling- Huidig nacht.



## Bijlage 2: Correctiefactoren spoor

Tabel 0-1 Correctiefactoren traject richting Roosendaal.

x- coördinaat	y- coördinaat	Correctiefactor
109820	400772	2.191
109986	400777	2.191
110172	400753	2.191
110360	400726	2.191
110540	400681	2.191
110723	400652	2.191
110861	400635	2.191
110901	400630	1
111117	400603	1
111345	400573	1
111590	400575	1
111720	400595	1
111758	400601	2.191
111846	400629	2.191
112247	400764	2.191

Tabel 0-2 Correctiefactoren traject richting Zevenbergsehoek.

x- coördinaat	y- coördinaat	Correctiefactor
109700	401047	1
109898	400947	1
110076	400871	1
110343	400779	1
110568	400720	1
110802	400662	1
110999	400625	1
111226	400580	1
111408	400570	1
111540	400572	1
111561	400572	2.191
111777	400611	2.191
111898	400644	2.191
112013	400681	2.191
112118	400715	2.191
112214	400753	2.191
112290	400784	2.191
112370	400816	2.191



## Bijlage 3: Gedetailleerde opbouw faalfrequenties

### Spoor

De frequentie op een warme BLEVE is als volgt bepaald:

$$P_{\text{warme BLEVE}} = P_{\text{koude BLEVE}} * (N_{C3} + 0.1 * N_{D3})$$

Met

$P_{\text{warme BLEVE}}$  : kans op een warme BLEVE

$P_{\text{koude BLEVE}}$  : kans op een koude BLEVE

$N_{C3}$  : aantal wagons met C3 in een trein

$N_{D3}$  : aantal wagons met D3 in een trein

De factor 0.1 is afkomstig van het feit dat de vloeistofwagons voor giftige vloeistoffen (versterkte vloeistofwagons) een 10 keer lagere uitstroombkans hebben dan de normale vloeistofwagons. Hierdoor is de kans op een warme BLEVE veroorzaakt door aanstraling van een plasbrand van acrylnitril (D3) 10 keer kleiner dan op aanstraling door een plasbrand van C3.

Tabel 0-3 Gedetailleerde opbouw frequentie- spoor- huidig.

Categorie	Scenario	Kans op			Aantal wagons /jaar		Frequentie (per km per jaar)	
		falen tank	uitstroming	ontsteking	Zevenbergsehoek	Roosendaal	Zevenbergsehoek	Roosendaal
A, propaan	Continue uitstroming- wolkbrand	0.0028	0.6	0.5	5900	6700	1.37E-07	1.56E-07
	Continue uitstroming- fakkel	0.0028	0.6	0.5			1.37E-07	1.56E-07
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	0.0028	0.4	0.2			3.66E-08	4.16E-08
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	0.0028	0.4	0.8			1.47E-07	1.66E-07
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE			1			3.42E-07	1.46E-08
B2, Ammoniak	Continue uitstroming- tox. blootst.	0.0028	0.6		850	0	3.96E-08	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- koude BLEVE	0.0028	0.4				2.64E-08	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme						6.16E-08	0
B3, chloor	Continue uitstroming. tox. blootst.	0.00056	0.6		0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- koude BLEVE	0.00056	0.4				0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme						0	0
C3, hexaan	Continue uitstroming- plasbrand	0.56	0.6	0.25	13900	150	3.24E-05	3.49E-07
	Instantaan vrijkomen- plasbrand	0.56	0.4	0.25			2.16E-05	2.33E-07
D3, acrylnitril	Continue uitstroming- tox. blootst.	0.056	0.6		2600	22	2.42E-06	2.05E-08
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.	0.056	0.4				1.61E-06	1.37E-08
D4, fluorwaterstof	Continue uitstroming- tox. Blootst.	0.056	0.6		1000	50	9.31E-07	4.66E-08
	Instantaan vrijkomen- tox. Blootst.	0.056	0.4				6.21E-07	3.10E-08

Tabel 0-4 Gedetailleerde opbouw frequentie- spoor- toekomst.

Categorie	Scenario	Kans op			Aantal wagens /jaar		Frequentie (per km per jaar)	
		falen tank	uitstroming	ontsteking	Zevenbergse hoek	Roosendaal	Zevenbergschehoek	Roosendaal
A, propaan	Continue uitstroming- wolkbrand	0.0028	0.6	0.5	550	3850	1.28E-08	8.96E
	Continue uitstroming- fakkel	0.0028	0.6	0.5			1.28E-08	8.96E
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	0.0028	0.4	0.2			3.42E-09	2.39E
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	0.0028	0.4	0.8			3.14E-09	9.56E
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE			1			0	0
B2, Ammoniak	Continue uitstroming- tox. blootst.	0.0028	0.6		0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- koude BLEVE	0.0028	0.4				0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme						0	0
B3, chloor	Continue uitstroming. tox. blootst.	0.00056	0.6		0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- koude BLEVE	0.00056	0.4				0	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.- warme						0	0
C3, hexaan	Continue uitstroming- plasbrand	0.56	0.6	0.25	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- plasbrand	0.56	0.4	0.25			0	0
D3, acrylnitril	Continue uitstroming- tox. blootst.	0.056	0.6		1150	0	1.07E-06	0
	Instantaan vrijkomen- tox. blootst.	0.056	0.4				7.14E-07	0
D4, fluorwaterstof	Continue uitstroming- tox. Blootst.	0.056	0.6		300	0	2.79E-07	0
	Instantaan vrijkomen- tox. Blootst.	0.056	0.4				1.86E-07	0

Tabel 0-5 Gedetailleerde opbouw frequentie- weg- huidig.

Categorie	Scenario	Aantal transp./jr	Wegtype	Initiële ongevals-frequentie	Kans op			Frequentie (per km per jaar)
					Relevante uitstroming	Type uitstroming (continu/instantaan)	Type ontsteking (direct/vertraagd)	
GF1 (ethyleen-oxide)	continue uitstroom- plasbrand	225	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.13	1.47E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	225	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.13	3.68E-08
GF2 (butaan)	continue uitstroom- wolkbrand	638	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.2	1.07E-07
	continue uitstroom- fakkel	638	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.8	4.30E-07
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	638	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.2	5.78E-08
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	638	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	1.16E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	638	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	1.16E-07
GF3 (propana)	continue uitstroom- wolkbrand	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.2	5.86E-07
	continue uitstroom- fakkel	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.8	2.34E-06
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.2	3.15E-07
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	6.31E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	6.31E-07
GT3 (ammoniak)	continue uitstroom- tox wolk	173	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	nvt	1.46E-07
	instantaan vrijkomen- tox wolk	173	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	nvt	7.84E-08
GT4 (chloor)	continue uitstroom- tox wolk	65	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	nvt	5.47E-08
	instantaan vrijkomen- tox wolk	65	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	nvt	2.95E-08
LF1 (heptaan)	continue uitstroom- plasbrand	12829	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.01	6.45E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	12829	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.01	1.61E-07
LF2 (pentaan)	continue uitstroom- plasbrand	20448	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.13	1.34E-05
	instantaan vrijkomen- plasbrand	20448	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.13	3.34E-06
LT1 (acrylonitril)	continue uitstroom- tox wolk	1274	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	nvt	6.41E-06
	instantaan vrijkomen- tox wolk	1274	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	nvt	1.60E-06
LT2 (propylamine)	continue uitstroom- tox wolk	2183	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	nvt	1.10E-05
	instantaan vrijkomen- tox wolk	2183	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	nvt	2.75E-06

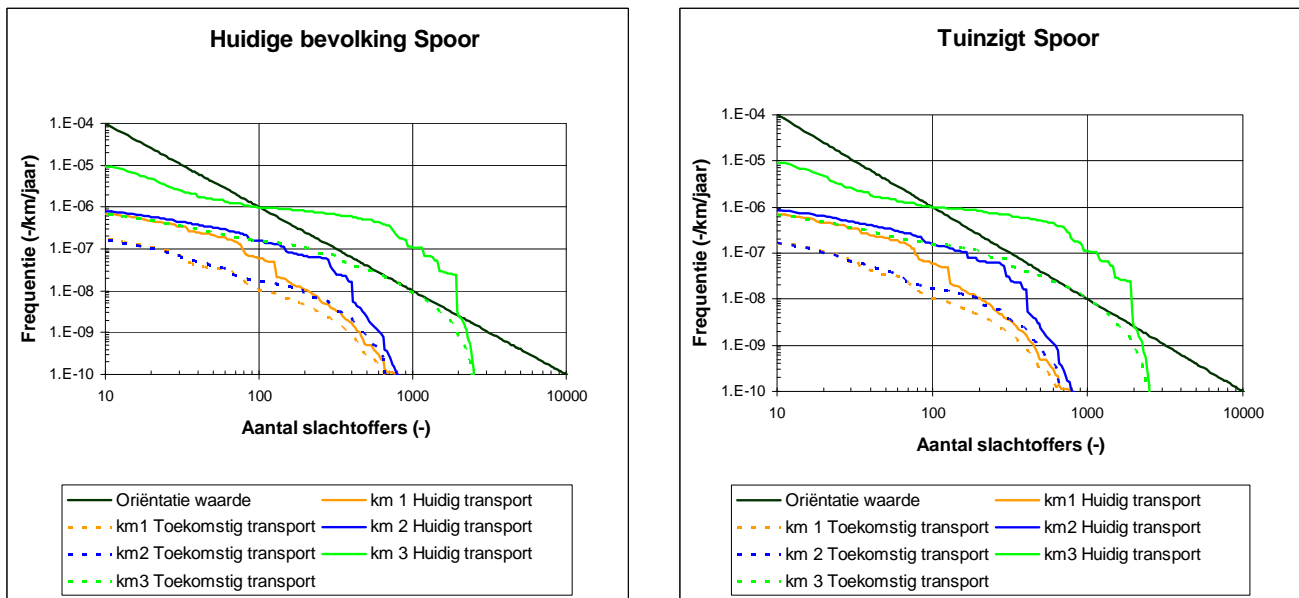
Tabel 0-6 Gedetailleerde opbouw frequentie- weg- toekomst.

Categorie	Scenario	Aantal transp./jr	Wegtype	Initiële ongevals-frequentie	Kans op			Frequentie (per km per jaar)
					Relevante uitstroming	Type uitstroming (continu/instantaan)	Type ontsteking (direct/vertraagd)	
GF1 (ethyleen-oxide)	continue uitstroom- plasbrand	326	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.13	2.13E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	326	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.13	5.33E-08
GF2 (butaan)	continue uitstroom- wolkbrand	919	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.2	1.55E-07
	continue uitstroom- fakkel	919	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.8	6.19E-07
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	919	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.2	8.33E-08
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	919	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	1.67E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	919	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	1.67E-07
GF3 (propaan)	continue uitstroom- wolkbrand	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.2	5.86E-07
	continue uitstroom- fakkel	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	0.8	2.34E-06
	instantaan vrijkomen- wolkbrand	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.2	3.15E-07
	instantaan vrijkomen- koude BLEVE	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	6.31E-07
	instantaan vrijkomen- warme BLEVE	3480	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	0.8	6.31E-07
GT3 (ammoniak)	continue uitstroom- tox wolk	185	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	nvt	1.56E-07
	instantaan vrijkomen- tox wolk	185	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	nvt	8.38E-08
GT4 (chloor)	continue uitstroom- tox wolk	94	snelweg	8.30E-08	0.052	0.195	nvt	7.91E-08
	instantaan vrijkomen- tox wolk	94	snelweg	8.30E-08	0.052	0.105	nvt	4.26E-08
LF1 (heptaan)	continue uitstroom- plasbrand	14753	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.01	7.42E-07
	instantaan vrijkomen- plasbrand	14753	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.01	1.86E-07
LF2 (pentaan)	continue uitstroom- plasbrand	23515	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	0.13	1.54E-05
	instantaan vrijkomen- plasbrand	23515	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	0.13	3.84E-06
LT1 (acrylonitril)	continue uitstroom- tox wolk	1847	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	nvt	9.29E-06
	instantaan vrijkomen- tox wolk	1847	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	nvt	2.32E-06
LT2 (propylamine)	continue uitstroom- tox wolk	3165	snelweg	8.30E-08	0.101	0.6	nvt	1.59E-05
	instantaan vrijkomen- tox wolk	3165	snelweg	8.30E-08	0.101	0.15	nvt	3.98E-06

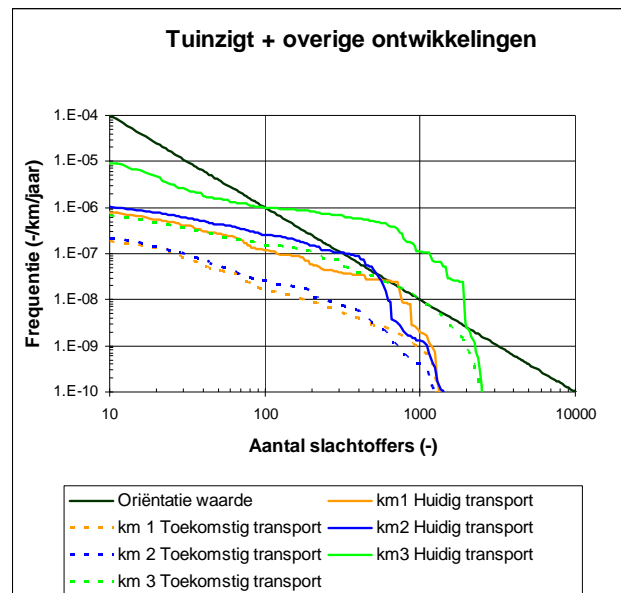
## Bijlage 4: Groepsrisico per km sectie voor het spoor

### Spoor

De volgende drie figuren tonen het groepsrisico per bevolkingsvariant. In deze figuren is het effect te zien van de toekomstige transportcijfers op het groepsrisico en zijn de 3 km secties met elkaar te vergelijken.



Figuur 0-3 fN curve voor spoor- huidige bevolking (links) en Tuinzigt (rechts).



Figuur 0-4 fN curve voor spoor- Tuinzigt+ overige ontwikkelingen.

In 5 gevallen is er sprake van een overschrijding van de oriëntatiewaarde:

- Huidige bevolking + huidige transport km 3;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + huidige transport km 3;
- Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen + huidige transport, km 1; 2 en 3.

In al deze 5 gevallen is er sprake van de huidige transportcijfers. Uit de figuren blijkt dat de toekomstige transportcijfers het groepsrisico verlagen. Dit komt door de lage transportaantallen. De km sectie 3 heeft het hoogste groepsrisico.

De volgende tabel toont de mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een quotiënt groter dan 1 geeft een overschrijding aan, bij een quotiënt kleiner dan 1 ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Bij een quotiënt van 1 wordt de oriëntatiewaarde juist bereikt.

Tabel 0-7 Mate van afwijking van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde- spoor.

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt		
		Km1	Km2	Km3
Huidig	Huidig	0.08	0.4	18.2
	Toekomst	0.02	0.04	1.0
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt	Huidig	0.08	0.4	18.2
	Toekomst	0.02	0.04	1.0
Ontwikkelingen plangebied Tuinzigt + overige ontwikkelingen	Huidig	1.3	1.4	18.2
	Toekomst	0.09	0.08	0.9

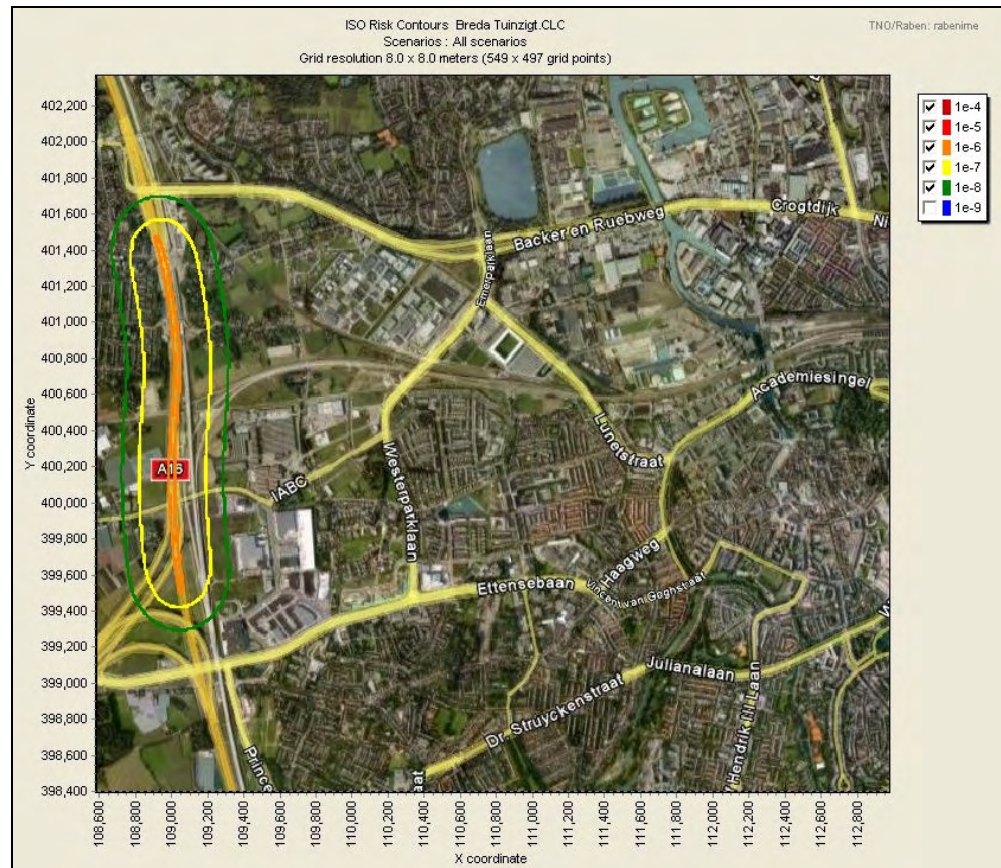


## Bijlage 5: Resultaten met warme BLEVE voor wegtransport

In deze bijlage worden de resultaten gegeven voor de situatie waarbij voor het wegtransport ook de warme BLEVE meegenomen wordt.

### Plaatsgebonden risico

De plaatsgebonden risicocontouren voor het wegtransport waarbij rekening gehouden wordt met de warme BLEVE staan in de volgende figuur weergegeven.



Figuur 0.6 PR contouren voor de weg met warme BLEVE- huidig.

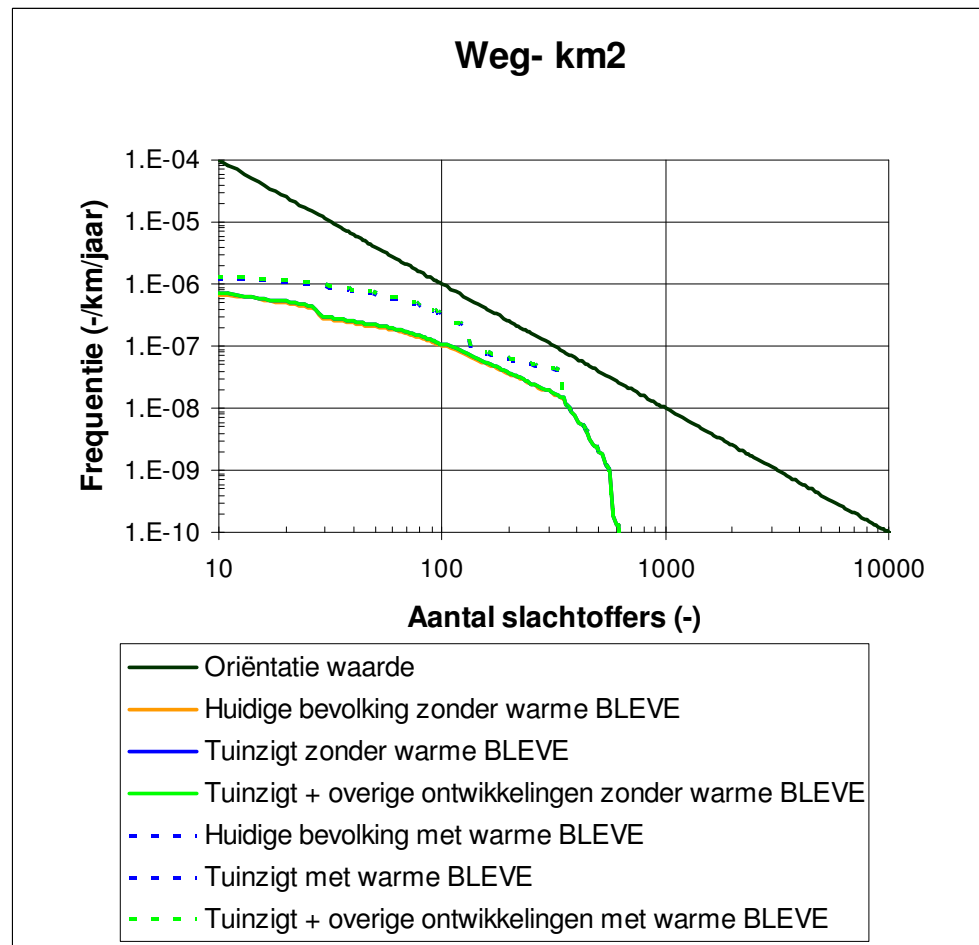


Figuur 0.7 PR contouren voor de weg met warme BLEVE- huidig.

Het meenemen van de warme BLEVE zorgt er voor dat de contouren groter zijn dan wanneer de warme BLEVE niet meegenomen wordt. Dit heeft echter geen gevolgen voor het plan Tuinzigt, dat zich ruim buiten de contouren bevindt.

**Groepsrisico**

De volgende figuur toont het groepsrisico voor km 2 waarbij rekening gehouden wordt met de warme BLEVE.



Figuur 0.8 fN curven voor het wegtransport- met en zonder warme BLEVE.

Het meenemen van de warme BLEVE heeft een toename van het groepsrisico tot gevolg. Het effect van de nieuwbouwplannen op het groepsrisico is minimaal.



Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl/milieu](http://www.tno.nl/milieu)

T 030 256 42 56

F 030 256 42 75

**TNO-rapport**

**TNO-034-UT-2010-00254\_RPT-ML versie 2**

**Risicoanalyse van de externe veiligheid van het  
stadiongebied te Breda**

Datum	20 april 2010
Auteur(s)	I.M.E. Raben P. F. van der Weijden
Opdrachtgever	HEJA Projectontwikkeling BV T.a.v. De heer Van Heteren Postbus 2081 4800 CB BREDA
Projectnummer	
Aantal pagina's	26 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

## Samenvatting

### Achtergrond

TNO heeft recent voor HEJA Projectontwikkeling BV (Breda) een risicoanalyse uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen over het spoor, in de omgeving van het NAC-stadion [2]. Onlangs is echter gebleken dat enkele uitgangspunten van deze risicostudie alsnog in heroverweging kunnen worden genomen. Volgens de meest recente inzichten zijn met name de veronderstelde aanwezigheid van personen in de bestemmingen 'detailhandel', een van de invoerparameters bij de berekening, overschat. In [2] is het groepsrisico zeer nauwkeurig berekend, waarbij extra onderscheid is gemaakt tussen de verschillende dagdelen en dagen van de week. De gemeente Breda heeft aangegeven dat de hoge mate van detaillering voor de bepaling van het groepsrisico niet vereist is.

### Vraagstelling

HEJA Projectontwikkeling BV heeft TNO gevraagd een actualisatie uit te voeren van de risicoanalyse voor het Stadiongebied op basis van standaard bevolkingsdichtheid als genoemd in [6], waarbij de laatste inzichten verwerkt zijn.

### Actualisatie

Voor deze actualisatie is rekening gehouden met:

- Samenstelling basis bevolkingsbestand (aantal aanwezigen in de gemeente Breda): in 2009 is een geheel nieuw basis bevolkingsbestand samengesteld voor een risicoanalyse te Breda [14]
- Toepassing van schadeafstanden van RBMII v1.3
- Toepassing van de meest recente plannen voor het Stadiongebied gebaseerd op de gegevens zoals aangeleverd door RBOI, d.d. 1-12-2009
- Stadionbezoekers bevinden zich allen buiten, zowel overdag als 's avonds.
- Meenemen van het traject Tilburg-Roosendaal omdat door de toepassing van de RBMII schadeafstanden de plannen binnen dominante invloedsgebieden zijn komen te liggen.
- Toepassen standaardbevolkingsdichtheid op basis van [6].

De gehanteerde transportcijfers (totalen) staan hieronder samengevat.

Tabel 1-1 Samenvatting transportgegevens

	A	B2	C3	D3	D4
	Brandbare gassen	Giftige gassen	Zeer brandbare vloeistoffen	Giftige vloeistoffen	Zeer giftige vloeistoffen
<b>Realisatiegegevens 2008</b>					
Totaal	6950	1550	10 020	2850	800
<b>BMP 2003</b>					
Totaal	4400	0	0	1150	300

Voor de risicoanalyse is onderscheid gemaakt tussen de verschillende trajecten (richting Roosendaal of richting Zevenbergschen Hoek) en de verschillende richtingen van het transport.

### **Toekomstige plannen**

De volgende plannen zijn meegenomen in de evaluatie van de toekomstige situatie:

- Nieuwe kantoren (o.a. Westerparklaan)
- Retail
- Megasupermarkt
- Uitbreiding NAC stadion met 6 000 plaatsen
- Uitbreiding NAC stadion met congres

### **Conclusie**

Het groepsrisico neemt af voor de toekomstige situatie ondanks de realisatie van de beschouwde nieuwbouwplannen. Dit komt door de afname van het verwachte aantal vervoerde gevaarlijke stoffen. Het quotiënt van het groepsrisico met de oriëntatiewaarde voor de verschillende beschouwde varianten staat in de tabel hieronder. Een quotiënt groter dan 1 geeft een overschrijding aan, bij een quotiënt kleiner dan 1 ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Bij een quotiënt van 1 wordt de oriëntatiewaarde net bereikt.

Tabel 1-2 Quotiënt groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde

<b>Variant bevolking</b>	<b>Variant transport</b>	<b>Quotiënt</b>
Huidige bevolking	Realisatiecijfers 2008	0.40
Toekomstige bevolking	Beleidsvrije MarktPrognose 2003	0.16

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Methodiek en uitgangspunten risicoanalyse</b> .....	<b>6</b>
2.1 Toetsingscriteria .....	6
2.2 Toegepaste methodiek .....	8
<b>3 Beschrijving van de onderzochte varianten</b> .....	<b>9</b>
3.1 Beschrijving locatie .....	9
3.1.1 Vervoer per spoor .....	9
3.2 Populatiegegevens .....	11
3.2.1 Algemeen .....	11
3.2.2 Huidige situatie .....	11
3.2.3 Toekomstige situatie .....	14
3.3 Weerscondities.....	16
<b>4 Schadeafstanden</b> .....	<b>17</b>
4.1 Brandbaar gas (categorie A, voorbeeldstof propaan).....	17
4.2 Giftig gas (categorie B2, voorbeeldstof ammoniak).....	18
4.3 Zeer brandbare vloeistof (categorie C3, voorbeeldstof pentaan) .....	18
4.4 Giftige en zeer giftige vloeistof (categorie D3, D4, voorbeeldstoffen acrylnitril en acroleine) .....	18
4.5 Schadeafstanden .....	19
<b>5 Ongevalsequenties</b> .....	<b>20</b>
<b>6 Resultaten risicoberekeningen</b> .....	<b>21</b>
6.1 Groepsrisico .....	21
<b>7 Conclusies</b> .....	<b>23</b>
<b>8 Referenties</b> .....	<b>24</b>
<b>9 Ondertekening</b> .....	<b>25</b>

## Bijlagen:

- 1 Tabellen faalfrequenties transportvarianten

# 1 Inleiding

## **Achtergrond**

TNO heeft recent voor HEJA Projectontwikkeling BV (Breda) een risicoanalyse uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen over het spoor, in de omgeving van het NAC-stadion [2]. Onlangs is echter gebleken dat enkele uitgangspunten van deze risicostudie alsnog in heroverweging kunnen worden genomen. Volgens de meest recente inzichten zijn met name de veronderstelde aanwezigheid van personen in de bestemmingen 'detailhandel', een van de invoerparameters bij de berekening, overschat. In [2] is het groepsrisico zeer nauwkeurig berekend, waarbij extra onderscheid is gemaakt tussen de verschillende dagdelen en dagen van de week. De gemeente Breda heeft aangegeven dat de hoge mate van detaillering voor de bepaling van het groepsrisico niet vereist is.

## **Vraagstelling**

HEJA Projectontwikkeling BV heeft TNO gevraagd een actualisatie uit te voeren van de risicoanalyse voor het Stadiongebied op basis van standaard bevolkingsdichtheid als genoemd in [6], waarbij de laatste inzichten verwerkt zijn.

## **Actualisatie**

Voor deze actualisatie is rekening gehouden met:

- Samenstelling basis bevolkingsbestand (aanwezigen in de gemeente Breda)
- Toepassing van schadeafstanden van RBMII v1.3
- Toepassing van de meest recente plannen voor het Stadiongebied
- Stadionbezoekers bevinden zich allen buiten, zowel overdag als 's avonds
- Meenemen traject Tilburg-Roosendaal.
- Toepassen standaardbevolkingsdichtheid op basis van [6].

## **Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 worden de toetsingscriteria en de toegepaste methodiek beschreven. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de beschouwde bevolkings- en transportvarianten en de gebruikte weerscondities. De toegepaste scenario's en de bijbehorende frequenties zijn beschreven in hoofdstuk 4 en 5. Het resultaat van de QRA, het groepsrisico, wordt gerapporteerd in hoofdstuk 6. Ten slotte worden de conclusies in hoofdstuk 7 gegeven.



## 2 Methodiek en uitgangspunten risicoanalyse

In dit hoofdstuk worden de toetsingscriteria en de methodiek beschreven die gebruikt of van toepassing zijn op een risicoanalyse.

### 2.1 Toetsingscriteria

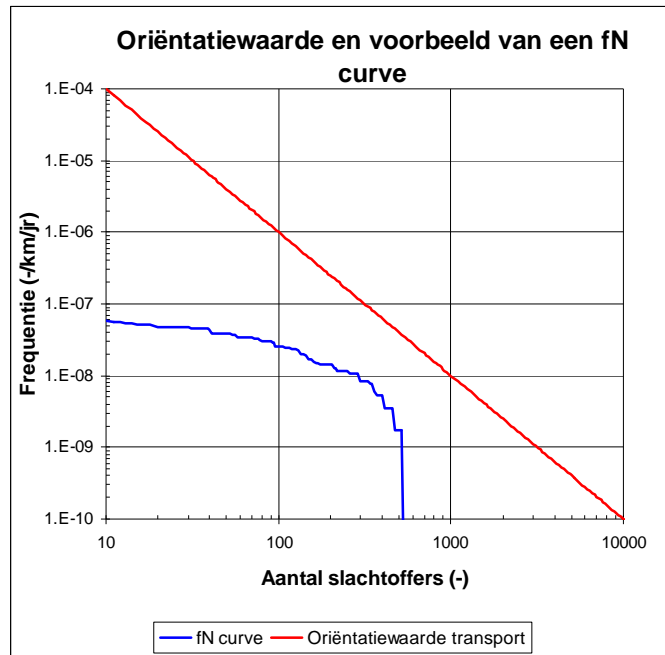
De externe veiligheid rondom inrichtingen met gevaarlijke stoffen dient conform het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI, [4]) en de circulaire Risiconormering Vervoer van gevaarlijke stoffen (RNVGS,[5]) te worden getoetst aan het **plaatsgebonden risico** (PR) en het **groepsrisico** (GR).

Het **plaatsgebonden risico** is de kans per jaar dat een persoon dodelijk wordt getroffen door een ongeval met gevaarlijke stoffen indien deze zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Het plaatsgebonden risico wordt op een kaart weergegeven door middel van zogenaamde iso-risico contouren. Dit zijn lijnen die punten met dezelfde kans op overlijden met elkaar verbinden. De PR  $10^{-6}$  /jaar contour (kans op overlijden van eens in de miljoen jaar) geldt als grenswaarde voor nieuwe kwetsbare objecten. Binnen de PR  $10^{-6}$  / jaar contour mogen geen nieuwe kwetsbare objecten worden gerealiseerd. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de  $10^{-6}$  /jaar contour als een richtwaarde. De definitie voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten is opgenomen in [4] en [5]. In grote lijnen komt het er op neer dat kwetsbare objecten gebouwen zijn waar mensen zich gedurende langere tijd bevinden en/of het verblijf van kwetsbare en/of grote groepen betreft (zoals woningen, verpleegtehuizen, scholen, ed.).

Het **groepsrisico** is een maat voor de maatschappelijke ontwrichting. Groepsrisico beschouwt de aanvaardbaarheid van grote rampen met een kleine kans. Het groepsrisico wordt bepaald door de cumulatieve kans per jaar dat in één keer een groep van ten minste een bepaalde grootte zal overlijden als gevolg van een ongeval tijdens de beschouwde activiteit. Bij dit risico wordt dus rekening gehouden met personen die zich in de buurt van de activiteit bevinden; hoe meer mensen in de omgeving van de activiteit, des te hoger het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een fN-curve: een grafiek die de cumulatieve frequentie van ongevallen (f) geeft voor een bepaald aantal slachtoffers (N).

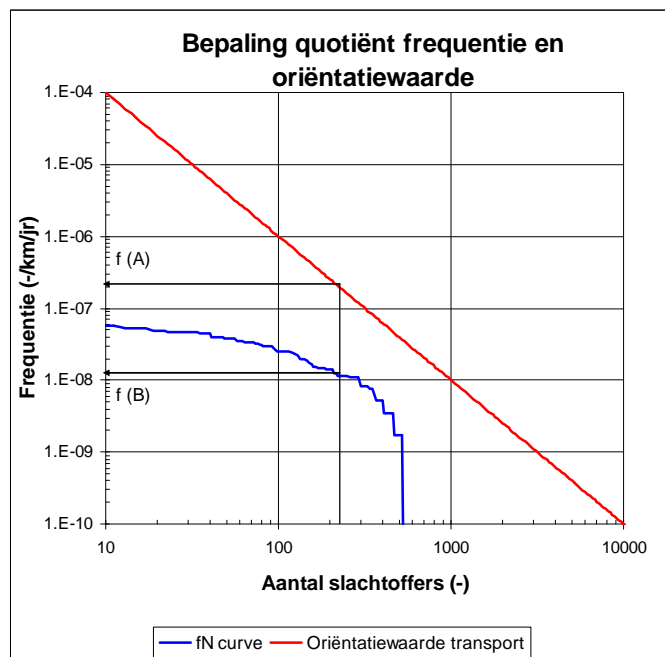
Voor transportroutes wordt het groepsrisico gepresenteerd voor routes met een lengte van 1 kilometer. De oriëntatiewaarde is een aantal van minimaal 10 slachtoffers bij een maximale cumulatieve frequentie van optreden van  $10^{-4}$  /jaar en een aantal van minimaal 100 slachtoffers bij een maximale cumulatieve frequentie van optreden van  $10^{-6}$  /jaar.

De oriëntatiewaarden voor het externe groepsrisico per km vormen een lijn die in Figuur 2-1 in rood is weergegeven.



Figuur 2-1 Oriëntatiewaarden voor het groepsrisico per km traject per jaar.

Een maat voor het groepsrisico is het verschil ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Hiervoor wordt het quotiënt bepaald van de frequentie ( $f(B)$ ) en de oriëntatiewaarde ( $f(A)$ ) voor een bepaalde slachtoffercategorie (quotiënt =  $f(B)/f(A)$ ). Figuur 2-2 toont een voorbeeld hiervan. Dit quotiënt wordt voor alle slachtoffercategorieën bepaald. Vervolgens wordt het maximale quotiënt bepaald. Dit maximale quotiënt is de maat voor het groepsrisico. Een quotiënt groter dan 1 duidt op een overschrijding en een quotiënt kleiner dan 1 geeft aan dat de frequentie onder de oriëntatiewaarde ligt. Bij een quotiënt van 1 is de frequentie op dat punt gelijk aan de oriëntatiewaarde.



Figuur 2-2 Voorbeeld van de bepaling van het quotiënt ten opzichte van de oriëntatiewaarde.

### **Verantwoording van het groepsrisico**

Het BEVI [4] vereist een verantwoording van het groepsrisico bij het verlenen van de milieuvergunning of bij vernieuwing, aanpassing of verlening van vrijstelling op het bestemmingsplan. Ook in de circulaire RNVGS [5] is opgenomen dat bij een overschrijding van de oriëntatiewaarde en/of een toename van het groepsrisico een verantwoording van het groepsrisico nodig is. Bij de verantwoording van het groepsrisico is het nodig, dat wordt aangegeven

- hoe hoog het groepsrisico is en in welke mate dit verandert ten gevolge van de voorgestelde ontwikkeling
- wat de personendichtheid in het invloedsgebied is
- wat de mogelijkheden zijn voor de beperking van het risico, de zelfredzaamheid en hulpverlening in geval een calamiteit daadwerkelijk optreedt
- welke alternatieven er zijn: wat zijn de voor- en nadelen van andere ruimtelijke ontwikkelingen.

Voor de verantwoording van het groepsrisico is een handreiking beschikbaar [6] en het Toetsingskader Externe Veiligheid [7]. In dit toetsingskader wordt invulling gegeven aan de lokale verantwoordingsplicht. De criteria *zelfredzaamheid* (= mogelijkheid van de aanwezigen om zichzelf in veiligheid te brengen), *beheersbaarheid* (= mogelijkheden hulpverlening) en *resteffect* (= gevolgen van de calamiteit) worden in het toetsingskader verder uitgewerkt. Deze criteria spelen een belangrijke rol in de verantwoording van het groepsrisico. Bij toepassen van het Toetsingskader speelt het identificeren en kwalificeren van de mogelijke risicoreducerende maatregelen een belangrijke rol.

Het toepassen van het Toetsingskader valt buiten het bereik van dit onderzoek.

## **2.2 Toegepaste methodiek**

Voor het berekenen van het groepsrisico wordt aangesloten bij de voor dit onderzoek beschikbare standaarddocumenten.

In hoofdzaak wordt hierbij gebruik gemaakt van uitgangspunten zoals geformuleerd in:

- Handreiking verantwoording groepsrisico [6].
- Guidelines for Quantitative Risk Assessment, het Paarse boek [8]
- Het Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke stoffen per spoor [9]

Voor de effectafstanden is gebruik gemaakt van de schadeafstanden zoals deze in RBMII [10] gebruikt worden. Aangezien RBMII aangewezen gaat worden als het officiële rekenpakket voor transportrisico's wordt er nu al met RBMII schadeafstanden gerekend. De transportrisico's zijn berekend met het TNO softwareprogramma RiskCurves 7.6 [11]. Beide softwarepakketten voldoen aan de eisen van het ministerie van VROM.

## 3 Beschrijving van de onderzochte varianten

### 3.1 Beschrijving locatie

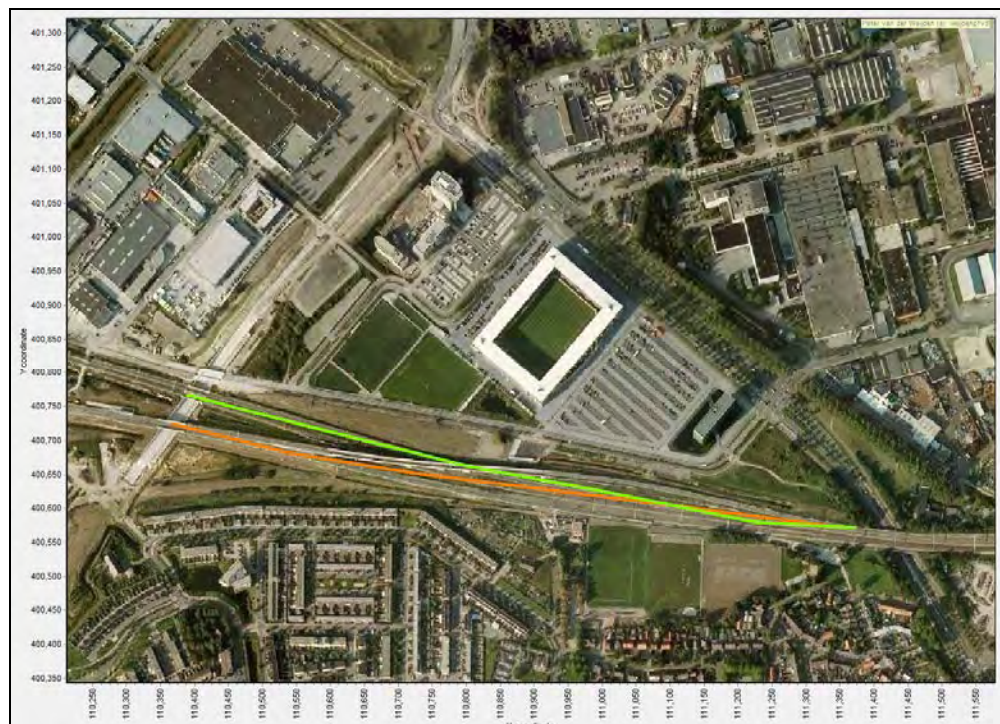
Beschouwd is de externe veiligheid van de toekomstige ontwikkelingen nabij het NAC-stadion in Breda. In de nabijheid van deze ontwikkelingen bevindt zich een spoor waarover railtransport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

#### 3.1.1 Vervoer per spoor

Het groepsrisico wordt getoetst per kilometer transport. Op basis van de huidige regelgeving en methodieken voor transportrisico's worden er twee spoortrajecten meegenomen:

- Het noordelijke traject (traject Breda- Zevenbergschen Hoek)
- Het zuidelijke traject (traject Breda- Roosendaal).

De ligging van beide trajecten is weergegeven in Figuur 3-1 met de groene en oranje lijn.



Figuur 3-1 De kilometer trajecten voor de groepsrisicoberekeningen (groen: traject richting Zevenbergschen Hoek, oranje: traject richting Roosendaal).

Ten opzichte van [1], is het km- traject iets naar het oosten verschoven. Dit is gedaan omdat nu ook plannen meegenomen worden die ten oosten van het stadion liggen, en buiten het vorige km-traject zouden komen te liggen (zie ook paragraaf 3.2.3).

In [1] was er gezien de prognose cijfers BMP 2003 (zie ook Tabel 3-1) alleen een koude BLEVE mogelijk, en geen warme BLEVE (er is namelijk geen transport van brandbare vloeistof). De koude BLEVE bepaalde hoofdzakelijk het groepsrisico. De beschouwde plannen van [1] lagen buiten de 100% letaliteitsafstand van een koude BLEVE van het traject Breda- Roosendaal. Om die reden is dit traject destijds niet meegenomen voor de groepsrisicoberekeningen. Echter, in de huidige actualisatie is ook een warme BLEVE mogelijk. Deze heeft grotere schadeafstanden dan een koude BLEVE. Bovendien zijn sommige RBMII schadeafstanden groter dan de destijds gehanteerde EFFECTS afstanden (o.a. wolkbrand), waardoor de beschouwde plannen wel in het invloedsgebied vallen van het traject Breda- Roosendaal. Daarom is dit traject nu ook in de QRA meegenomen.

Ten aanzien van de railinfrastructuur in de beschouwde baanvakken zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In het baanvak zijn wissels aanwezig
- Er zijn geen overwegen in het traject<sup>1</sup>
- De toegestane baanvaksnelheid is groter dan 40 km/h
- Het baanvak is niet voorzien van extra veiligheidsmaatregelen in de vorm van een hotboxdetectie of ETCS Level II (ATB nieuwe generatie).

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de volgende transportintensiteiten op eerder genoemde trajecten:

- Realisatiecijfers van 2008 voor het transport van gevaarlijke stoffen op de spoortrajecten door Breda [12]
- Prognosecijfers voor 2020 van ProRail uit 2003, de Beleidsvrije MarktPrognose (BMP 2003) [13].

De gehanteerde vervoersaantallen voor de verschillende realisatie- en prognosegegevens staan in Tabel 3-1 vermeld. Voor de BMP 2003 is onderscheid gemaakt tussen de beide richtingen van het transport. Voor de realisatiecijfers 2008 is de richting van het transport niet bekend en is er daarom geen onderscheid gemaakt in de richting van het transport.

Tabel 3-1 Transportaantallen per stofcategorie, per traject

	A	B2	C3	D3	D4
	Brandbare gassen	Giftige gassen	Zeer brandbare vloeistoffen	Giftige vloeistoffen	Zeer giftige vloeistoffen
<b>Realisatiegegevens 2008</b>					
Traject Breda- Zevenbergschen Hoek	4500	1550	10000	2850	750
Traject Breda- Roosendaal	2450	0	20	0	50
<b>BMP 2003</b>					
Richting Breda- Zevenbergschen Hoek	150	0	0	150	300
Richting Zevenbergschen Hoek- Breda	400	0	0	1000	0
Richting Breda- Roosendaal	0	0	0	0	0
Richting Roosendaal- Breda	3850	0	0	0	0

<sup>1</sup> In [1] waren er twee overwegen aanwezig. De overweg op het traject richting Zevenbergschen Hoek valt buiten het huidige km- traject. De overweg op het traject richting Roosendaal is vervangen door een spoorbrug.

Ten aanzien van de doorgerekende scenario's zijn de volgende aannames gedaan:

- 33% van het transport vindt overdag plaats, 67% 's nachts. Dit komt overeen met een meteorologische verhouding van 29/ 71%. De dag/ nacht verdeling van het transport is gebaseerd op een dag/ nacht verhouding 50/ 50% (dwz gedurende 12 uur van een etmaal is het dag en 12 uur nacht). In een QRA wordt er echter gerekend met een meteorologische dag/ nacht verhouding van 44/ 56%. Om hiermee te rekenen wordt de transportverdeling omgerekend naar een dag/ nachtverhouding van 44/ 56%. Dit resulteert in een meteorologische verhouding van 29/ 71% ( $33\% * 44\% / 50\% = 29\%$ )
- Een “warme” BLEVE kan optreden als tot vloeistof verdichte gassen (al dan niet brandbaar) worden vervoerd in combinatie met brandbare vloeistoffen (bonte treinen).
- De kans op een “warme” BLEVE wordt verwaarloosbaar klein geacht wanneer tot vloeistof verdichte gassen in bloktreinen worden vervoerd [9].

## 3.2 Populatiegegevens

### 3.2.1 Algemeen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de volgende populatiesituaties:

- De huidige situatie;
- De toekomstige situatie.

Voor de bepaling van het groepsrisico wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van mensen en wordt er een populatiebestand samengesteld.

Deze aanwezigen zijn ingedeeld in vakjes van 50 \* 50 meter waaraan RDM coördinaten zijn toegekend. Per vakje is het aantal aanwezigen per type kwetsbare of beperkt kwetsbare bestemming bepaald, waarbij rekening is gehouden met verschillen in dag- en nachtsituatie.

Conform het Groene Boek [16] is voor overdag aangenomen dat 93% van de aanwezigen zich binnen bevindt en 7% buiten. Voor de nacht is uitgegaan van 99% respectievelijk 1%.

### 3.2.2 Huidige situatie

Voor de huidige situatie is uitgegaan van de URBIS EV dataset zoals gebruikt in [14]. Hieronder volgt, in cursief, de beschrijving hoe deze bevolkingsgegevens destijds zijn samengesteld.

*Voor de basis dataset URBIS EV zijn de aanwezigheidsgegevens gebaseerd op de meest recente gegevens (zowel voor bewoning als voor overige bestemmingen) van de Gemeente Breda (aangeleverd door M. Claasz Coockson, d.d. 13-2-2009).*

*De Gemeente Breda heeft voor de overige bestemmingen de gegevens aangeleverd in de vorm van het LISA-bestand. Dit bestand bevat de coördinaten van de bestemming, het type bestemming (SBI-code) en het aantal werknemers. Daarnaast is voor scholen, verzorgingstehuizen, kinderopvang, etc. het maximum aantal aanwezigen of het aantal leerlingen opgegeven.*

*Momenteel wordt in opdracht van VROM een uniform populatiebestand gemaakt voor heel Nederland. Dit zal op termijn beschikbaar worden gesteld voor het uitvoeren van risicoanalyses. Op die manier wordt gegarandeerd dat de verschillende partijen allen uitgaan van dezelfde bevolkingsgegevens. De wijze waarop dit bestand samengesteld wordt is bekend bij TNO [15]. In dit document wordt uitgegaan van verschillende typen bestemmingen, ingedeeld op basis van aanwezigheden. Tabel 3-2 toont de indeling en de bijbehorende aanwezigheidspercentages.*

Tabel 3-2 Dag-nacht percentages aanwezig

	Type bestemmingen	Dag (%)	Nacht (%)
	wonen	50%	100%
1a	kantoor	100%	0%
1b	kantoor - 30% buiten	70%	0%
1c	kantoor - 70% buiten	30%	0%
1d	kantoor - 100% buiten	0%	0%
4a	horeca	100%	100%
4b	horeca- alleen kantoorpersoneel	100%	0%
6a	ploegendienst licht- 30% in ploegen	85%	15%
6b	ploegendienst zwaar- 70% in ploegen	65%	35%
7	winkel	100%	0%
	onderwijs	100%	0%
	kinderopvang	100%	0%
	ziekenhuizen	100%	100%
	zorginstellingen	100%	100%
	asielzoekerscentra	100%	100%
	justitiële inrichtingen	100%	100%
	hotels	0%	100%
	bungalowparken	100%	100%

*Vervolgens is elke SBI-code toegewezen aan een type bestemming. Hiermee kan vervolgens een populatiebestand gemaakt worden.*

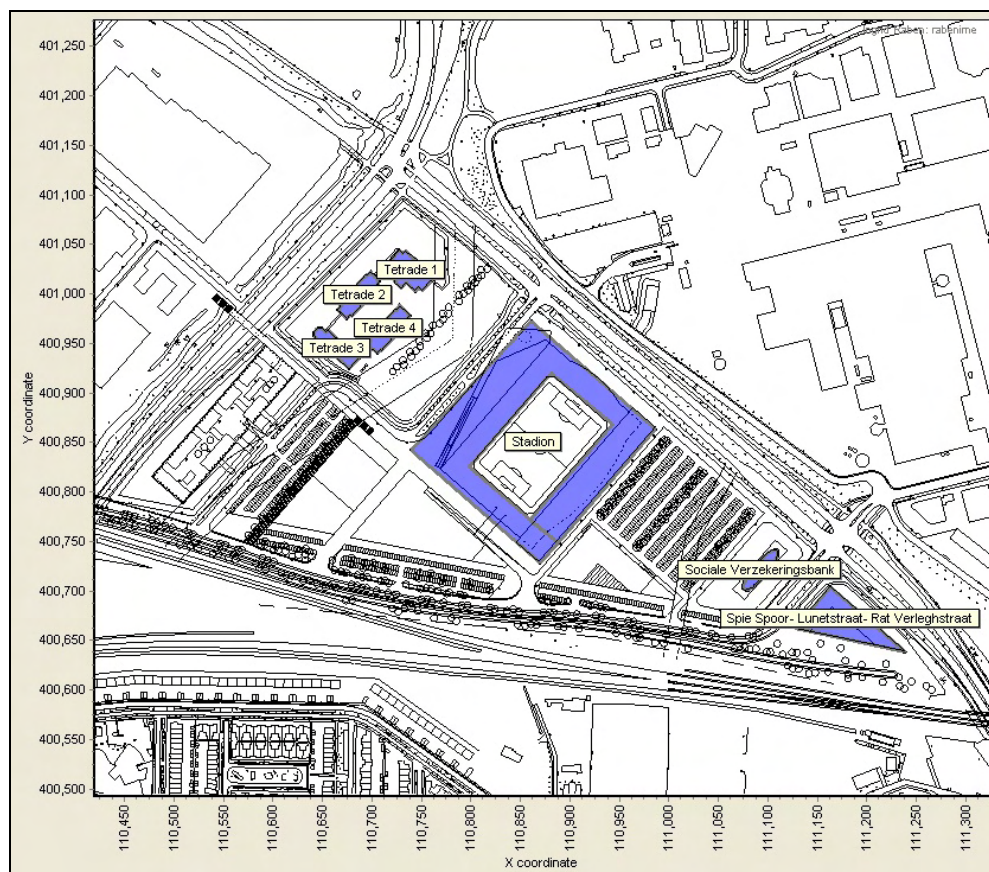
*Vooruitlopend op dit uniforme populatiebestand heeft TNO de aanwezigheidsgegevens toegepast bij de samenstelling van het bevolkingsbestand voor Breda. Voor elk coördinaat is bepaald hoeveel personen aanwezig zijn gedurende de meteorologische dag en nacht per type bestemming. De op deze manier gegenereerde bevolkingsset is gebruikt voor huidige bevolkingssituatie: de basis dataset URBIS EV.*

Aan bovenstaande gegevens (gebaseerd op [14]) zijn de volgende inrichtingen toegevoegd, gebaseerd op informatie aangeleverd door de opdrachtgever (e-mail van Jos van Jole van RBOI, d.d. 1-12-2009 en memo d.d. 2-3-2010).

- het NAC: Het stadion heeft een capaciteit van 17 250 personen. 18 maal per jaar wordt er een wedstrijd gehouden. Dit duurt 2,5 uur per keer. 3 maal per jaar is de wedstrijd op zondagmiddag (tussen 12.00 en 18.00) en 15 maal per jaar op zaterdagavond (tussen 20.00 en 24.00). Er is dan sprake van 100% bezetting. De aanwezigen bevinden zich buiten. In [1] was aangenomen dat de aanwezigen zich binnen bevonden.

- Overig gebruik van het stadion: de volgende functies zijn bij het stadion aanwezig: kantoren, detailhandel, dienstverlening, brasserie, stadioncafé, supportershome, stadionwinkel, NAC-museum, opslag en NAC-jeugdopleiding.
- Kantoren Tetrade.
- Sociale verzekeringsbank.
- Kantoren in de spie Spoor-Lunetstraat-Rat Verleghstraat.

In Figuur 3-2 staan de locaties van de inrichtingen in het blauw aangegeven.



Figuur 3-2 Locatie extra toegevoegde inrichtingen- huidige situatie

In de volgende tabel is samengevat hoe het aantal extra toe te voegen aanwezigen bepaald is. De derde kolom geeft aan wat het oppervlakte of de grootte is van de bestemming. De vierde kolom geeft de personendichtheid weer of het maximaal aantal aanwezigen. In de vijfde kolom staan de aanwezigheidspercentages die gehanteerd zijn voor de dag en voor de nacht: 100/0 betekent dat overdag 100% van het aantal personen aanwezig is, en 's nachts 0%. Ten slotte staan in de laatste twee kolommen het aantal personen dat gedurende de dag en nacht aanwezig is. Deze aantallen worden verkregen op basis van de kolommen 3 t/m 5.

De gehanteerde aanwezigheidsgegevens zijn gebaseerd op [6] en [16].

Zowel het stadion als de horeca zijn niet voltijds in gebruik. Daarom zijn ze als evenementen beschouwd. De horeca is op werkdagen geopend van 18:00 tot 21:00 en in het weekend van 13:00 tot 24:00 op de zaterdag en van 13:00- 21:00 op de zondag.



Tabel 3-3 Overzicht aanwezigheden toegevoegd voor de huidige situatie.

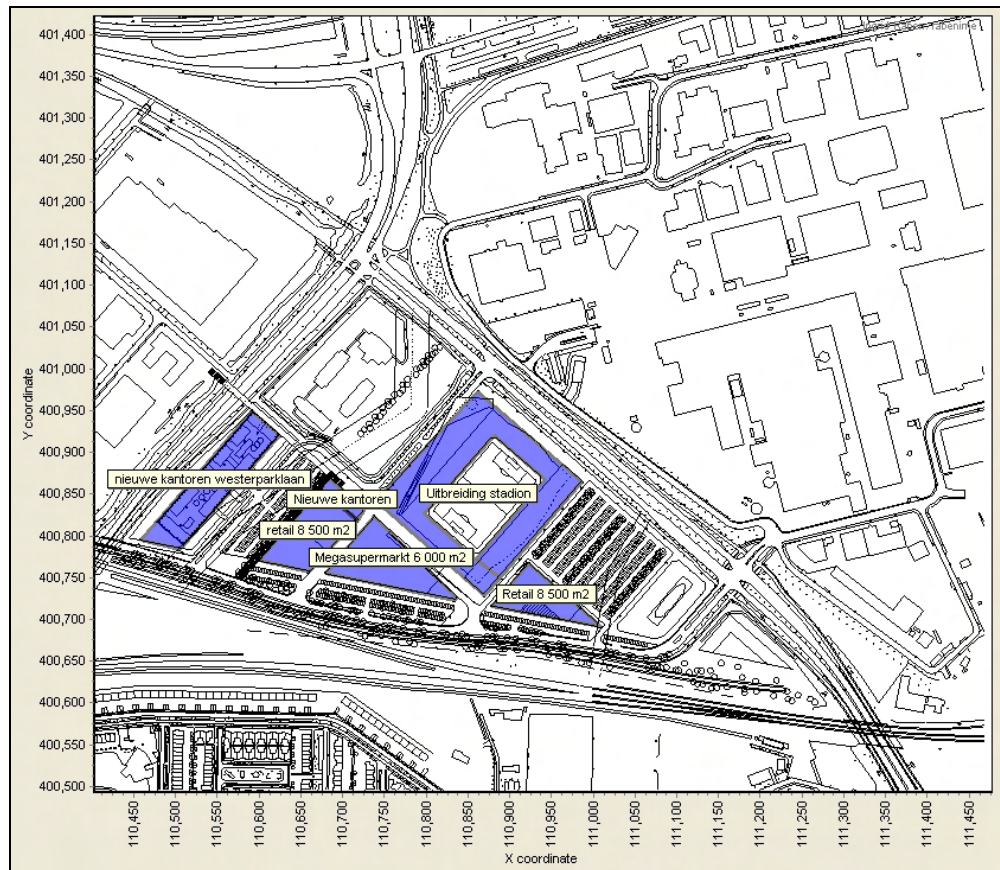
Naam	Functie	Oppervlak of aantal	Personendich- theid	% aanwezig dag/ nacht	Bevolking Dag	Bevolking Nacht
NAC-Stadion	Evenement	-	17250	100/100	17250	17250
<b>Overig gebruik stadion</b>						
Kantoren	Kantoren	7575 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	253	0
Detailhandel	Winkels	700 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	24	0
Dienstverlening	Winkels	315 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	11	0
Brasserie le Carnac	Horeca	Groot	250 p	100/100	250	250
Stadioncafé de Beatrix	Horeca	Groot	250 p	100/100	250	100
Supportershome	Horeca	Middel	100 p	100/100	100	100
Stadionwinkel	Winkels	55 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	2	0
NAC Museum	Winkels	110 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	4	0
Opslag	Bedrijvigheid	1720 m <sup>2</sup>	1p / 100m <sup>2</sup>	100/0	18	0
NAC Jeugdopleiding	Overig	560 m <sup>2</sup>	173p	100/0	173	0
<b>Overig</b>						
Tetrade	Kantoren	18000 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	600	0
Sociale verzekeringsbank	Kantoren	8800 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	294	0
Nieuwe kantoren in de spie	Kantoren	7440 m <sup>2</sup>	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	248	0

### 3.2.3 Toekomstige situatie

Voor de samenstelling van het toekomstige bevolkingsbestand is het bestand van de huidige situatie als basis gebruikt. Hieraan zijn vervolgens projecten toegevoegd:

- Nieuwe kantoren Westerparklaan (18 000 m<sup>2</sup>);
- Nieuwe kantoren (2 500 m<sup>2</sup>);
- Retail (8 500 m<sup>2</sup>);
- Megasupermarkt (6 000 m<sup>2</sup>);
- Retail (8 500 m<sup>2</sup>);
- Uitbreiding NAC stadion met 6 000 plaatsen;
- Uitbreiding met congres (2 900 m<sup>2</sup>).

In onderstaande figuur staan de locaties van de toekomstige inrichtingen in het blauw aangegeven.



Figuur 3-3 Locatie extra toegevoegde inrichtingen- toekomstige situatie

De gehanteerde aanwezigheidsgegevens staan in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 3-4 Overzicht extra toegevoegde aantallen aanwezigen toekomstige situatie

Naam	Functie	Oppervlak of aantal	Personendichtheid	% aanwezig dag/nacht	Bevolking Dag	Bevolking Nacht
Uitbreiding NAC-Stadion	Evenement		+6000 p	100/100	23250	23250
<b>Overig gebruik stadion</b>						
Nieuwe kantoren aan de Westerparklaan	Kantoren	18000	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	600	0
Nieuwe kantoren	Kantoren	2500	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	84	0
Retail	Winkels	8500	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	284	0
Megasupermarkt	Winkels	6000	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	200	0
Retail	Winkels	8500	1p / 30m <sup>2</sup>	100/0	284	0
Uitbreiding NAC met congres	Horeca	groot	250 p	100/0	250	0

Het congres is net als de kantoren en winkels alleen overdag in gebruik.

### 3.3 Weerscondities

Voor de scenario's van vrijkomen van gevaarlijke stoffen is de verspreiding van deze producten naar de omgeving van belang. De verspreiding van een gaswolk is, onder andere, afhankelijk van de heersende stabiliteitsklasse, de windsnelheid en de windrichting. De dispersieberekeningen worden uitgevoerd voor 6 weerklassen, een en ander conform het Paarse Boek [8].

Voor de meteorologische data is voor deze studie uitgegaan van meteorostation Gilze-Rijen, zoals vermeld in [8]. De voor deze studie gehanteerde weersgegevens zijn voor waarnemingsstation Gilze-Rijen opgesomd in de volgende tabel.

Tabel 3-5 Meteogegevens van waarnemingsstation Gilze-Rijen.

Stab. klasse	Verdeling (%)		Verdeling (%)											
	Dag	Nacht	Wind sector (met de klok mee, wind vanuit)											
			7 ZZW	8 ZWW	9 W	10 NWW	11 NNW	12 N	1 NNO	2 NOO	3 O	4 ZOO	5 ZZO	6 Z
B3	9.50	0.00	8.06	9.31	9.22	7.18	6.02	9.54	13.43	12.37	7.09	6.76	5.56	5.47
D1.5	6.10	9.58	11.96	13.26	11.79	9.10	6.70	8.34	8.90	6.42	4.42	5.16	6.13	7.83
D5	14.23	13.76	16.55	16.96	10.80	7.67	5.09	5.44	6.96	6.87	4.09	4.66	5.12	9.79
D9	14.17	10.54	20.30	24.06	13.50	5.35	2.65	2.42	4.16	7.09	4.99	3.29	2.74	9.45
E5	0.00	6.37	14.59	14.85	7.12	3.60	3.08	8.44	11.34	10.90	5.45	5.71	5.62	9.31
F1.5	0.00	15.76	10.19	11.83	10.58	6.68	5.93	10.72	12.32	8.42	4.26	5.22	7.03	6.82

De betekenis van de weerklassen is als volgt:

- A Zeer onstabiel
- B Onstabiel
- C Licht onstabiel
- D Neutraal
- E Stabiel
- F Zeer stabiel

In de tabel is te zien dat bijvoorbeeld tijdens de dag de combinatie van stabiliteit klasse B en windsnelheid van 3 m/s 9.50 % van de tijd voorkomt en uitsluitend overdag. Van deze 9.50 %, komt in 9.54 % van de tijd de wind uit het noorden.

## 4 Schadeafstanden

Uit de in §3.1.1 genoemde gevaarlijke stoffen die langs de locatie per spoor worden vervoerd kan worden afgeleid welke scenario's van belang zijn voor het vaststellen van het groepsrisico en het plaatsgebonden risico. Hieronder volgt per stofcategorie een korte beschrijving van de mogelijke scenario's. Ook worden de verschillen tussen RBMII en EFFECTS voor brandbaar gas kort toegelicht omdat deze bepalend zijn voor het groepsrisico.

Voor alle stofcategorieën worden 2 scenario's beschouwd:

- Instantaan vrijkomen van de inhoud;
- Uitstroming uit een gat van 76 mm (3 inch).

De gebruikte schadeafstanden zijn afkomstig van RBMII [10]. RBMII zal aangewezen worden als het standaard rekenpakket voor transportactiviteiten. Vooruitlopend op deze aanwijzing wordt nu al gebruik gemaakt van de RBMII schadeafstanden, door deze te importeren in RISKCURVES.

### 4.1 Brandbaar gas (categorie A, voorbeeldstof propaan)

Een ongeval met brandbaar gas kan worden veroorzaakt door een gat in de tank waarbij gedurende een bepaalde periode een hoeveelheid gas vrijkomt uit de tank. Ook is een scenario denkbaar waarbij de tank faalt en de gehele inhoud instantaan vrijkomt. De totale inhoud van een tank met brandbaar gas bedraagt maximaal 48 ton. In beide gevallen is het mogelijk dat het gas onmiddellijk ontsteekt of dat ontsteking pas na enige tijd plaats vindt. In het laatste geval heeft zich dan al een gaswolk gevormd en deze gaswolk zal ontbranden.

Bij een continue uitstroming en een directe ontsteking ontstaat een fakkelbrand. De volledige inhoud kan ook ineens vrijkomen. Door de instantane verdamping treedt een fysische explosie op, ook wel Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE) genoemd. Vaak wordt de gaswolk ontstoken en treedt ook een vuurbal op. Er zijn twee oorzaken voor het optreden van een BLEVE:

- Ten gevolge van een mechanisch impact (botsing of ontsporing) of materieel defect scheurt de tank instantaan open bij omgevingstemperatuur en -druk. Dit wordt een "koude" BLEVE genoemd.
- Een BLEVE kan ook ontstaan doordat in de buurt van de wagon met brandbaar gas een brand ontstaat, bijvoorbeeld door het vrijkomen van brandbare vloeistof uit een nabijgelegen wagon. Door de warmtestraling van de brand zal de inhoud van de gaswagon opwarmen en de druk in de betreffende wagon zal oplopen. Wanneer de wandtemperatuur aan de bovenzijde (gaszijde) boven de 500 °C komt zal de stalen tankwand verzwakken en bezwijken. Dit wordt een "warme" BLEVE genoemd. Door de hogere druk van LPG in de tank bij het bezwijken zijn de gevolgen groter dan bij een koude BLEVE.

Letsel onder de in de nabije omgeving aanwezige personen kan ontstaan door direct vlamcontact of door warmtestraling op een wat grotere afstand van het vuur. Tevens treden drukeffecten op.

Voor alle scenario's met brandbare gassen geldt dat het letsel vrijwel onmiddellijk optreedt na het ontstaan van het ongeval. De scenario's met brandbare gassen zijn het meest relevant voor het groepsrisico, gezien het relatief grote schadegebied en de hoge sterftekans binnen dit gebied (100% letaliteit bij een warmtestraling hoger dan 35 kW/m<sup>2</sup>).

De koude BLEVE van RBMII heeft een iets kleiner schadegebied dan in EFFECTS, de warme BLEVE een groter schadegebied. De wolkbrand van een instantane uitstroming heeft in RBMII een groter schadegebied, de overige effecten (wolkbrand continue uitstroming, fakkel etc.) hebben een kleiner of vergelijkbaar schadegebied.

#### **4.2 Giftig gas (categorie B2, voorbeeldstof ammoniak)**

Bij het vrijkomen van een giftig gas kan letsel ontstaan bij personen door blootstelling aan het giftige gas. Vanwege de benodigde tijd voor de verspreiding van het gas en de blootstellingduur van de aanwezige personen gaat er enige tijd overheen voordat de eerste slachtoffers vallen. Ook tussen het tijdstip dat het eerste slachtoffer wordt getroffen en het laatste zit geruime tijd. In de berekening wordt zowel uitstroming uit een gat als instantaan vrijkomen meegenomen.

#### **4.3 Zeer brandbare vloeistof (categorie C3, voorbeeldstof pentaan)**

In de risicoberekening worden voor deze categorie conform [8] twee plasmogroottes aangenomen, te weten een plasoppervlak van 300 m<sup>2</sup> voor een continue uitstroming en een plasoppervlak van 600 m<sup>2</sup> voor het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud. Bij directe ontsteking van de vloeistof ontstaat een plasbrand.

Mensen die zich in deze plas bevinden zullen omkomen. Bij verdamping van de vloeistof en ontsteking van de ontstane gaswolk kunnen mensen ook letsel oplopen wanneer ze zich binnen de gevormde gaswolk bevinden. Letsel zal vrijwel meteen na het ontstaan van het ongeval optreden. Voor zeer brandbare vloeistoffen geldt dat de schadeafstanden vrij beperkt zijn (maximaal 40 meter), wat inhoudt dat de effecten niet altijd voorbij de bebouwing reiken.

#### **4.4 Giftige en zeer giftige vloeistof (categorie D3, D4, voorbeeldstoffen acrylnitril en acroleïne)**

In de risicoberekeningen worden voor beide stofcategorieën twee uitstroomhoeveelheden meegenomen. Na verdamping ontstaat een gaswolk. Door blootstelling aan deze gaswolk treedt bij een percentage van de aanwezigen letaal letsel op. Net als bij de scenario's met giftige gassen zit er enige tijd tussen het ontstaan van het ongeval en het optreden van letsel. Scenario's met (zeer) giftige vloeistoffen zijn vaak van belang vanwege de grote effectafstanden. De overlijdenskans in de wolk is echter niet zo groot. Bovendien heeft men binnenshuis nog enige bescherming tegen dit scenario.

## 4.5 Schadeafstanden

Onderstaande tabel toont de maximale schadeafstanden ten opzichte van de bron voor de verschillende scenario's bij transport per spoor. De afstand ten opzichte van de bron houdt in dat een bovenwinds schade-effect in dit overzicht niet is meegenomen. Wel is rekening gehouden met afdrijvende wolken. Dit is vooral relevant voor instantaan vrijkomende wolken. Tussen haakjes is de afstand van de bron tot aan het begin van de wolk weergegeven. De werkelijke afmeting van de wolk is in dat geval dus de maximale schadeafstand minus de afstand tot de bron (het getal tussen haakjes). Hierbij wordt opgemerkt dat de genoemde afstanden een marge hebben van enkele meters.

Tabel 4-1 Scenario's en schadeafstanden spoor- RBM II

Stof-categorie	Scenario	(Maximale) schadeafstand (m)	Omschrijving schade
A, propaan	Continu uitstroming- wolkbrand	100	100 % letaal letsel, direct na ongeval
	Continu uitstroming- gaswolkexplosie	95	
	Continu uitstroming- fakkel	80	100 % letaal letsel, direct na ongeval
		95	1% letaliteit, direct na ongeval
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	395 (105)	100 % letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan vrijkomen- gaswolkexplosie	325	
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	100	100% letaal letsel, direct na ongeval
		210	1% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE	175	100% letaal letsel, direct na ongeval
	315	1% letaal letsel, direct na ongeval	
B2, ammoniak	Continu uitstroming- tox. blootstelling	970	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan vrijkomen- tox. blootstelling	215 (15)	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan vrijkomen- tox. blootstelling-warme BLEVE	190 (0)	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
C3, pentaan	Continu uitstroming- Plasbrand	35	1% letaal letsel, direct na ongeval
	Instantaan vrijkomen- Plasbrand	40	1% letaal letsel, direct na ongeval
D3, acrylnitril	Continu uitstroming- tox. blootstelling	255	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan vrijkomen- tox. blootstelling	375	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
D4, acroleïne	Continu uitstroming- tox. blootstelling	3350	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)
	Instantaan vrijkomen- tox. blootstelling	4905	1% letaal letsel, enige tijd na ongeval (bij F1,5)

## 5 Ongevalsequenties

De ongevalsrequentie is opgebouwd uit een generieke basisongevalsrequentie, locatiespecifieke omstandigheden, getroffen veiligheidsmaatregelen en vervolgcansen op uitstroming.

De basisongevalsrequentie is  $2,2 * 10^{-8}$  per kilometer transport. Deze frequentie moet worden vermenigvuldigd met een factor voor de snelheid. Deze factor is 0,62 bij lage snelheid ( $\leq 40$  km/h) en 1,26 voor hoge snelheid ( $> 40$  km/h).

Vanwege het ontbreken van gedetailleerde ongevalcasuïstiek wordt een standaardtoeslag gehanteerd voor de aanwezigheid van wissels, ongeacht het aantal. Indien wissels in het beschouwde traject aanwezig zijn, wordt bij de dan ontstane frequentie  $3,3 * 10^{-8}$  opgeteld. De frequenties die hieruit volgen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5-1 Ongevalfrequenties per kilometer baanvak voor lage/hoge snelheid en wel of geen wissels, zonder verdere maatregelen.

	Geen wissels	Wel wissel(s)
Lage snelheid	$1,36 * 10^{-8}$	$4,66 * 10^{-8}$
Hoge snelheid	$2,77 * 10^{-8}$	$6,07 * 10^{-8}$

Als er overwogen in het baanvak aanwezig zijn en/of het baanvak voorzien is van additionele preventieve veiligheidsmaatregelen, kunnen additionele toeslagen worden meegenomen.

De tot zover berekende ongevalfrequentie wordt per ongevalscenario achtereenvolgens vermenigvuldigd met de vervolgcansen op uitstroming en ontsteking.

Tot slot moeten de ongevallocaties worden vastgesteld. Hiertoe worden de ongevalscenario's gekoppeld aan het spoor binnen de onderzochte spoorbaan waar deze scenario's op kunnen treden. De standaarddocumenten geven hiervoor geen eenduidige richtsnoeren. Daarom wordt aangesloten bij de werkwijze die is toegepast bij Nationale Sleutelprojecten. Dit betekent dat de uiteindelijke (overall) ongevalfrequentie per kilometer traject per jaar wordt berekend door de tot dusver berekende frequentie te vermenigvuldigen met het aantal passerende wagens per jaar.

Bijlage 1 toont de tabellen met de faalfrequenties per stofcategorie en per effect, waarbij rekening is gehouden met de transportintensiteiten. Voor de BMP 2003 is onderscheid gemaakt naar de richting van het transport (naar het westen of naar het oosten).

## 6 Resultaten risicoberekeningen

Voor de risicoberekeningen is gebruik gemaakt van het TNO softwareprogramma RiskCurves 7.6 [11] en de effectafstanden van RBM II [10].

De groepsrisicoberekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende combinaties:

- Huidige bevolking in combinatie met de realisatiecijfers van 2008 [12].
- Toekomstige bevolking in combinatie met de prognosecijfers van ProRail uit 2003, de Beleidsvrije MarktPrognose (BMP 2003) [13].

De transportcijfers voor de diverse varianten staan hieronder nogmaals samengevat.

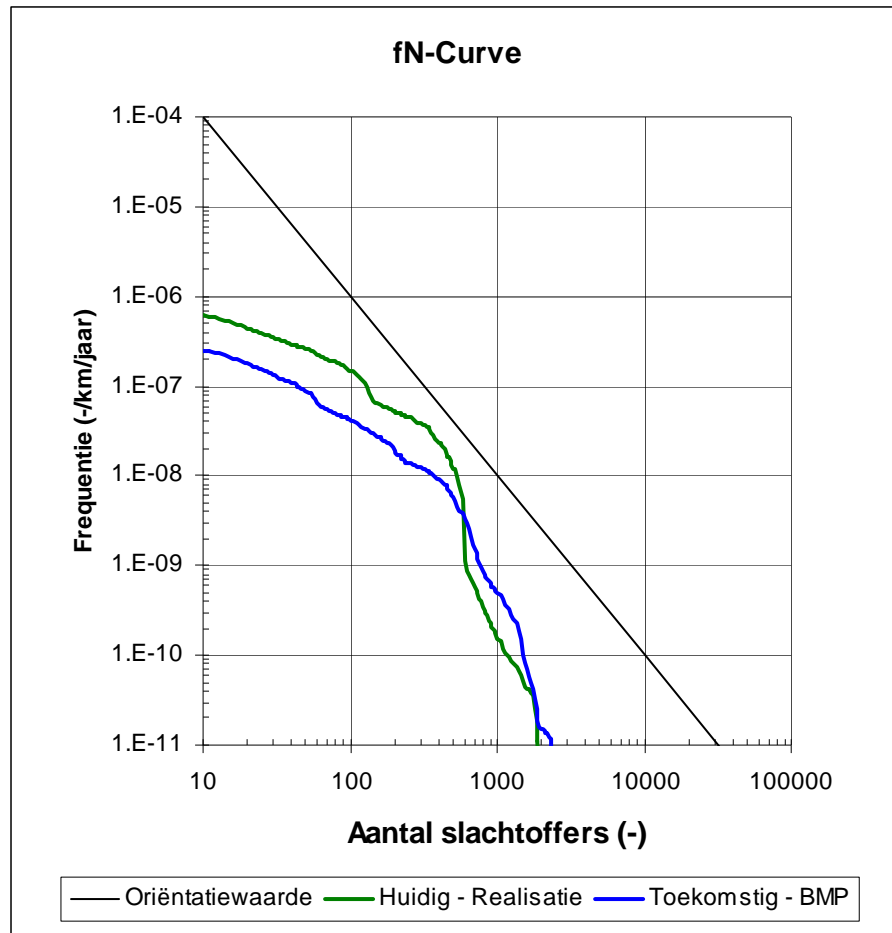
Tabel 6-1 Samenvatting transportgegevens

	A	B2	C3	D3	D4
	Brandbare gassen	Giftige gassen	Zeer brandbare vloeistoffen	Giftige vloeistoffen	Zeer giftige vloeistoffen
<b>Realisatiegegevens 2008</b>					
Traject Breda- Zevenbergschen Hoek	4500	1550	10 000	2850	750
Traject Breda- Roosendaal	2450	0	20	0	50
Totaal	6950	1550	10 020	2850	800
<b>BMP 2003</b>					
Richting Breda- Zevenbergschen Hoek	150	0	0	150	300
Richting Zevenbergschen Hoek- Breda	400	0	0	1000	0
Richting Breda- Roosendaal	0	0	0	0	0
Richting Roosendaal- Breda	3850	0	0	0	0
Totaal	4400	0	0	1150	300

### 6.1 Groepsrisico

Figuur 6-1 toont de groepsrisicocurven voor de hierboven genoemde situaties.





Figuur 6-1 Resultaten groepsrisico

Het quotiënt van het berekende groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde zoals beschreven in paragraaf 2.1 staat in Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Quotiënt t.o.v. van de oriëntatiewaarde

Variant bevolking	Variant transport	Quotiënt
Huidige bevolking	Realisatiecijfers 2008	0.40
Toekomstige bevolking	Beleidsvrije MarktPrognose 2003	0.16

Voor beide situaties is er voor de relevante kilometer voor het beschouwde gebied geen sprake van een overschrijding van de oriëntatiewaarde.

De toekomstige situatie laat een afname van het groepsrisico zien, ondanks de toename in het aantal aanwezigen dicht bij het spoor. Een vergelijking van de transportaantallen voor gevaarlijke stoffen voor de huidige situatie en de BMP 2003 laat zien dat het transport volgens deze prognose afneemt.

## 7 Conclusies

De volgende bevolkings- en transportgegevens combinaties zijn doorgerekend:

- Huidige bevolking in combinatie met de realisatiecijfers van 2008 [12]
- Toekomstige bevolking in combinatie met de prognosecijfers van ProRail uit 2003, de Beleidsvrije MarktPrognose (BMP 2003) [13].

De volgende plannen zijn meegenomen in de evaluatie van de toekomstige situatie:

- Nieuwe kantoren (o.a. Westerparklaan)
- Retail
- Megasupermarkt
- Uitbreiding NAC stadion met 6 000 plaatsen
- Uitbreiding NAC stadion met congres

Voor beide situaties is er voor de relevante kilometer voor het beschouwde gebied geen sprake van een overschrijding van de oriëntatiewaarde. Ondanks de toename van het aantal aanwezigen neemt het groepsrisico af, door de afname van het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Tabel 7-1 Quotiënt ten opzichte van de oriëntatiewaarde

<b>Variant bevolking</b>	<b>Variant transport</b>	<b>Quotiënt</b>
Huidige bevolking	Realisatiecijfers 2008	0.40
Toekomstige bevolking	Beleidsvrije MarktPrognose 2003	0.16

## 8 Referenties

- [1] Externe veiligheid Megabioscoop en Topsportthal en ontwikkelingen NAC-stadion en omgeving, TNO 2006-A-R0266/B, A. van Blanken, september 2006.
- [2] Actualisatie risicoanalyse externe veiligheid stadiongebied te Breda, I. Raben, P. van de Weijden, TNO-034-UT-2010-00254\_RPT-ML, 2010.
- [3] Veiligheidsafstanden voor hoge druk aardgasleidingen, RIVM/ CEV, september 2009.
- [4] Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen, Ministerie van VROM, 2004.
- [5] Circulaire RisicoNormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004.
- [6] Handreiking verantwoording groepsrisico, Ministerie van VROM, 2007.
- [7] Toetsingskader externe veiligheid, spoorzone Dordrecht/Zwijndrecht, T. Wiersma, et al, TNO, Afdeling Industriële & Externe Veiligheid, 2004.
- [8] Purple Book, Guidelines for quantitative risk assessment, Committee for the Prevention of Disasters, CPR-18E, The Hague, The Netherlands, First edition, 1999.
- [9] Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor, Oranjewoud, SAVE, 2006.
- [10] RBMII v 1.3.0, AVIV, 2008.
- [11] RiskCurves, Softwarepakket voor de uitvoering van kwantitatieve risicoanalyses, versie 7.6, TNO-B&O, Afdeling Industriële en Externe Veiligheid, 2009.
- [12] Brief “Vervoersgegevens gevaarlijke stoffen per spoor”, Prorail Capaciteitsmanagement, capaciteitsontwikkeling, milieucapaciteit, augustus 2009.
- [13] Prognose van het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor, Een beleidsvrije marktprognose, PrP/2003/183, ProRail Capaciteitsplanning, 2003.
- [14] QRA spoorzone Breda Deelgebied “Belcrum”, TNO-034-UT-2009-01514\_RPT-ML, I. Raben, R. Jimenez Zambrano, TNO, 2009.
- [15] Populatiebestand voor externe veiligheid- Correctiefactoren, VROM/ Bridgis december 2008.
- [16] Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, PGS 1. Ministerie van VROM, 2005.

## 9 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:  
HEJA Projectontwikkeling BV  
T.a.v. de heer Van Heteren  
Postbus 2081  
4800 CB BREDA

Namen en functies van de projectmedewerkers:  
I.M.E. Raben  
P. F. van der Weijden

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:  
-


Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:  
2007- 2010

Naam en paraaf tweede lezer:



Dr. J.E.A. Reinders

Ondertekening:



Ing. I.M.E. Raben  
projectleider

Autorisatie vrijgave:



Dr.ir. N. Rosmuller  
team manager

## Tabellen faalfrequenties transportvarianten

Tabel 9-1 Frequenties scenario's voor de realisatiecijfers van 2008

Stof-categorie	Scenario	Frequentie (per km per jaar) Realisatie 2008	
		Zevenbergschen Hoek	Roosendaal
A, propaan	Continue uitstroming- wolkbrand	6.29E-08	3.42E-08
	Continue uitstroming- gaswolkexplosie	4.19E-08	2.28E-08
	Continue uitstroming- fakkel	1.05E-07	5.70E-08
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	1.68E-08	9.13E-09
	Instantaan vrijkomen- gaswolkexplosie	1.12E-08	6.09E-09
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	1.12E-07	6.09E-08
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE	2.34E-07	1.93E-09
B2, ammoniak	Continue uitstroming- toxische blootstelling	7.22E-08	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	4.81E-08	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling - warme BLEVE	1.01E-07	0
C3, pentaan	Continue uitstroming- plasbrand	2.33E-05	4.66E-08
	Instantaan vrijkomen- plasbrand	1.55E-05	3.10E-08
D3, acrylnitril	Continue uitstroming- toxische blootstelling	2.65E-06	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	1.77E-06	0
D4, acroleine	Continue uitstroming- toxische blootstelling	6.99E-07	4.66E-08
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	4.66E-07	3.10E-08

Tabel 9-2 Frequenties scenario's voor de beleidsvrije marktprognose (BMP 2003)

Stof-categorie	Scenario	Frequentie (per km per jaar) Beleidsvrije MarktPrognose			
		Zevenbergschen Hoek		Roosendaal	
		west	oost	west	oost
A, propaan	Continue uitstroming- wolkbrand	2.10E-09	5.59E-09	0	5.38E-08
	Continue uitstroming- gaswolkexplosie	1.40E-09	3.73E-09	0	3.59E-08
	Continue uitstroming- fakkel	3.49E-09	9.31E-09	0	8.96E-08
	Instantaan vrijkomen- wolkbrand	5.59E-10	1.49E-09	0	1.43E-08
	Instantaan vrijkomen- gaswolkexplosie	3.73E-10	9.93E-10	0	9.56E-09
	Instantaan vrijkomen- koude BLEVE	3.73E-09	9.93E-09	0	9.56E-08
	Instantaan vrijkomen- warme BLEVE	3.73E-10	2.84E-09	0	0
B2, ammoniak	Continue uitstroming- toxische blootstelling	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling - warme BLEVE	0	0	0	0
C3, pentaan	Continue uitstroming- plasbrand	0	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- plasbrand	0	0	0	0
D3, acrylnitril	Continue uitstroming- toxische blootstelling	1.40E-07	9.31E-07	0	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	9.31E-08	6.21E-07	0	0
D4, acroleine	Continue uitstroming- toxische blootstelling	2.79E-07	0	0	0
	Instantaan vrijkomen- toxische blootstelling	1.86E-07	0	0	0