



Kwantitatieve risicoanalyse emplacement Emmen

projectnr. 181034 090915 - DB57
revisie 03
10 september 2009

Save
Postbus 321
7400 AH Deventer

Opdrachtgever

Brandweer Emmen
Postbus 1076
7801 BB Emmen

datum vrijgave	beschrijving revisie 03	goedkeuring	vrijgave
10-09-2009	Verwerking commentaar 1 ^{ste} concept	GH	NvR

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Externe veiligheid en spoorvervoer	3
2.1	Emplacement	3
2.2	Plaatsgebonden risico en groepsrisico	3
2.2.1	<i>Plaatsgebonden risico</i>	3
2.2.2	<i>Groepsrisico</i>	4
3	Uitgangspunten	5
3.1	Vervoer	5
3.2	Bevolking	8
3.2.1	<i>Invloedsgebied</i>	8
3.2.2	<i>Bevolkingsgegevens</i>	9
3.3	Modellering	11
4	Resultaten	12
4.1	Plaatsgebonden risico	12
4.2	Groepsrisico	13
5	Conclusie	14
Bijlage 1:	Overzicht faalfrequenties	15
Bijlage 2:	Invloedsgebied 3.000 m (D4)	17

1 Inleiding

In Emmen bevindt zich een spoorwegemplacement dat gebruikt wordt voor de lokale bediening van klanten op het industrieterrein. De brandweer Emmen heeft behoefte aan inzicht in de externeveiligheidssituatie van het emplacement en heeft derhalve Oranjewoud/Save opdracht gegeven dit in kaart te brengen. Deze rapportage schetst de resultaten van de uitgevoerde kwantitatieve risico-analyse (QRA).

In hoofdstuk 2 zullen beknopt de basisbegrippen van het externeveiligheidsbeleid worden toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de uitgangspunten voor de QRA behandeld. Tenslotte worden in hoofdstuk 4 de resultaten en in hoofdstuk 5 de conclusies gepresenteerd.

2 Externe veiligheid en spoorvervoer

2.1 Emplacement

Binnen het risicobeleid wordt in Nederland onderscheid gemaakt tussen het vervoer van gevaarlijke stoffen over doorgaande sporen, de 'vrije baan', en behandeling van wagons beladen met gevaarlijke stoffen op emplacementen. Volgens dit onderscheid is er dus sprake van een 'vrijebaanrisico' en een emplacementair risico. In dit geval is er alleen sprake van handelingen op het emplacement en wordt derhalve niet nader ingegaan op de risico's tengevolge van het doorgaande verkeer.

2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico

Naast het verschil tussen emplacementair risico en vrijebaanrisico wordt onderscheid gemaakt in twee grootheden om het risiconiveau vanwege activiteiten met gevaarlijke stoffen in relatie tot hun omgeving aan te geven. Het betreft de grootheden *groepsrisico* (GR) en *plaatsgebonden risico* (PR), waarbij de beoordeling onder meer plaatsvindt op de gevolgen voor kwetsbare bestemmingen. Zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico zijn in deze risicoanalyse meegenomen.

2.2.1 *Plaatsgebonden risico*

Het PR is gedefinieerd als de plaatsgebondenkans per jaar op overlijden voor een onbeschermd individu tengevolge van ongevallen met een bepaalde risicovolle activiteit. Het PR wordt aangegeven met risicocontouren langs het spoor of rondom het emplacement.

Voor het plaatsgebonden risico geldt een getalsnorm inhoudend de maximaal toelaatbare overlijdenskans voor een individu van:

- 1 op 100.000 per jaar (10^{-5} /j) voor bestaande situaties;
- 1 op 1.000.000 per jaar (10^{-6} /j) voor nieuwe situaties.

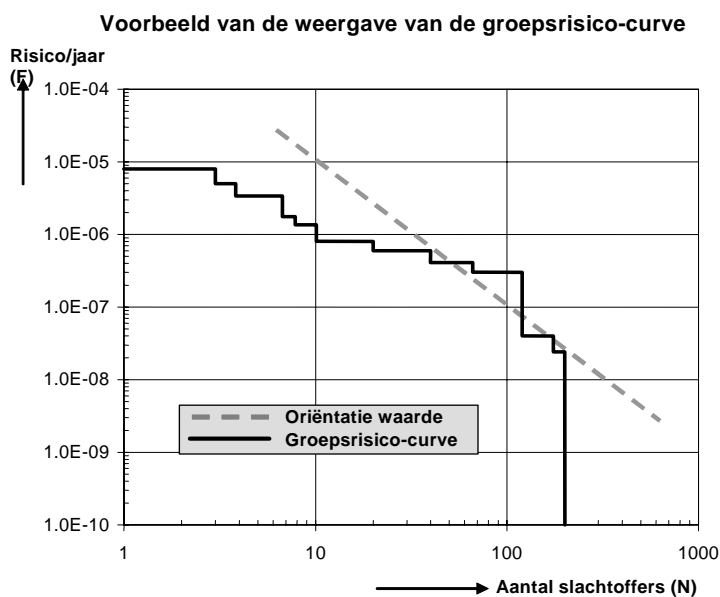
Dit betekent dat voor nieuwe situaties de grenswaarde wordt overschreden indien zich woningen of kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} -risicocontour bevinden. Voor bestaande situaties is de grenswaarde gesteld op 10^{-5} per jaar. Deze grenswaarden zijn juridisch harde normen.

2.2.2 Groepsrisico

Het GR is de cumulatieve kans per jaar dat tenminste een aantal mensen het slachtoffer wordt van een ongeval. Het GR valt niet aan te geven met risicocontouren langs het spoor, maar met een grafiek met een zogenaamde fN-curve. Hierin wordt het overlijden van een groep van tenminste een bepaalde omvang afgezet tegen de kans daarop per jaar. Het groepsrisico wordt gezien als een indicatie van de maatschappelijke ontwrichting als gevolg van een calamiteit.

Er wordt binnen het GR geen verschil gemaakt tussen bestaande en nieuwe situaties. Het GR kent ook geen grenswaarde, maar een oriëntatiewaarde. Het bevoegd gezag heeft de mogelijkheid om gemotiveerd op basis van een belangenafweging van de oriëntatiewaarde af te wijken. Dit is haar zo geheten discretionaire bevoegdheid. In de belangenafweging dienen belangen op zowel lokaal, regionaal als landelijk niveau te worden betrokken.

In de volgende grafiek is de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico van het *emplacementair risico* aangegeven.



Grafiek 1: groepsrisico met fN-curve en oriëntatiewaarde.

3 Uitgangspunten

3.1 Vervoer

Intensiteit

De transportintensiteit volgt uit een opgave van ProRail van 4 maart 2008. Deze cijfers zijn als volgt tot stand gekomen:

- het transport van C3: betreft een (naar boven afgerond) realisatiecijfer;
- het transport van A, B2 en D4 betreft mogelijk vervoer in de toekomst.

De gebruikte hoeveelheden zoals in onderstaande tabel gespecificeerd zijn ook de cijfers die in de milieuvergunningaanvraag zijn gebruikt, op basis waarvan ProRail milieugebruiksruimte aanvraagt.

De gegevens zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 3.1 Overzicht vervoerscijfers

Categorie	Beschrijving	Voorbeeldstof	Aantal wagens per jaar
A	brandbaar gas	Propaan	50
B2	toxisch gas	Ammoniak	50
B3	zeer toxisch gas	Chloor	-
C3	zeer brandbare vloeistof	Benzine	500
D3	toxische vloeistof	Acrylnitril	-
D4	zeer toxische vloeistof	Acroleïne	50

Conform Rekenprotocol spoor (emplacements; ref.nr. 060333rev-Q53, d.d. april 2006, concept) wordt uitgegaan van een inhoud van sporketelwagens:

- brandbaar gas 50 ton
- zeer toxisch gas 55 ton
- toxisch gas 50 ton

Voor vloeistoffen is de wageninhoud minder relevant, omdat op het ogenblik dat uitstroming plaatsvindt, gewerkt wordt met vaste vloeistofoppervlakken (600 m² voor instantane uitstroom en 300 m² voor continue uitstroom).

Uitgangspunt is verder dat er gedurende 50 weken per jaar één trein per week op het emplacement wordt behandeld. Per trein zijn gemiddeld 13 wagens met gevaarlijke stoffen aanwezig.

Representatieve bedrijfssituatie

Eenmaal per week komt in de nachturen op emplacement Emmen één trein met gevaarlijke stoffen aan. Deze trein maakt vervolgens 'kop'. Dat wil zeggen dat de aankomstlocomotief naar de andere zijde van de trein gerangeerd wordt (locwisselen). Daarna vertrekt de trein weer. Met de wagens worden verder geen handelingen verricht. De maximale verblijfstijd op het emplacement is een half uur. Dit alles conform de aanvraag van de milieuvergunning.

Scenario's

In het voornoemde Rekenprotocol Spoor, onderdeel emplacementen wordt een achttal mogelijke scenario's op een emplacement aangegeven, te weten:

- trein/trein interactie met/zonder ATB-EG;
- interactie trein/rangeerdeel;
- eenzijdig ongeval;
- locwissel;
- samenstellen/omhalen;
- heuvelen;
- intrinsiek falen;
- BLEVE door brand.

Op basis van de representatieve bedrijfssituatie, zoals hierboven geschetst, zijn de volgende scenario's voor emplacement Emmen geselecteerd:

- Locwisselen;
- Intrinsiek falen;
- BLEVE door brand (warme BLEVE).

De andere scenario's zijn niet geselecteerd omdat:

- trein/trein interactie met/zonder ATB-EG;
Er tijdens aankomst, kopmaken en vertrek van de goederentrein geen andere treinen op het rangeerterrein aanwezig zijn en dus trein/trein interacties niet mogelijk.
- interactie trein/rangeerdeel;
Deze interactie treedt op wanneer een aankomende of vertrekkende trein op het goederenemplacement botst met een rangerende locomotief (met of zonder wagens). Aangezien op het emplacement uitsluitend een rangerende locomotief (met of zonder wagens) aanwezig is, is ook dit scenario niet relevant.
- eenzijdig ongeval;
Het betreft hier de kans dat een trein of rangeerdeel betrokken is bij een ontsporingsincident tijdens rangeerhandelingen of aankomst/vertrek op het goederenemplacement. Ook een botsing met een stootjuk hoort thuis bij deze omschrijving. Hierbij is geen sprake van een interactie (botsingsincident) met een andere trein of rangeerdeel. In principe is dit scenario van toepassing.
Om tot uitstroming te komen dient na het optreden van dit ongeval de omgevallen spoorketelwagen lek te raken. Spoorketelwagens waarin gassen worden vervoerd zijn als regel zo robuust uitgevoerd dat vervolg kansen (uitstromingskansen) bij eenzijdige ongevallen nihil zijn. Andere spoorketelwagens zouden lek kunnen raken wanneer er op het emplacement scherpe voorwerpen aanwezig zijn die de spoorketelwand penetreren. Alleen in bijzondere gevallen (niet van toepassing in Emmen) zijn dergelijke scherpe voorwerpen aanwezig. De conclusie is dan ook dat het scenario eenzijdig ongeval een niet relevant scenario is voor het emplacement Emmen.
- samenstellen/omhalen;
Bij dit rangeerproces rijdt een losse rangeerloc of een rangeerloc met goederenwagens over het goederenemplacement naar een spoor waar een nieuwe trein wordt samengesteld. Tengevolge van deze rangeerbewegingen op het goederenemplacement is het mogelijk dat er een botsingsincident kan optreden tussen een rangeerdeel beladen met gevaarlijke stoffen en een ander rangeerdeel (een afzonderlijke loc of een loc met wagens al of niet beladen met gevaarlijke stoffen).
- heuvelen;
Bij dit rangeerproces is er sprake van het plaatsen (ter plaatse brengen) van een

goederenwagen door middel van heuvelen of stoten, waarbij de wagons één voor één van een heuvel worden afgedrukt en vervolgens door de zwaartekracht via wissels naar het juiste spoor geleid. Hierbij kunnen zich onregelmatigheden voordoen. Anno 2005 vindt geen stootproces meer plaats op goederenemplacementen.

Deze scenario's hebben een bepaalde frequentie van optreden, waarvan de hoogte wordt bepaald aan de hand van het protocol.

Ten aanzien van het scenario BLEVE door brand is in tegenstelling tot het Rekenprotocol de volgende benadering gevolgd:

1. Een warme BLEVE kan ontstaan als gevolg van stationnement van wagens (warme BLEVE bij intrinsiek falen);
2. Een warme BLEVE kan ontstaan als gevolg van een eenzijdig ongeval.

De bepaling van de faalfrequentie is als volgt:

$$F_{\text{warme BLEVE}} = F_{\text{intrinsiek falen}} \times P_{\text{contact}} \times \text{kans op langdurige brand} \times \text{ontstekingskans}$$

$$F_{\text{warme BLEVE}} = F_{\text{eenzijdig ongeval}} \times P_{\text{vervolg}} \times P_{\text{contact}} \times \text{kans op langdurige brand} \times \text{ontstekingskans}$$

De P_{contact} is bepaald volgens de beschreven methodiek in het Rekenprotocol Spoor vrije baan vervoer.

In de onderstaande tabel zijn de specificaties van de scenario's weergegeven.

Tabel 3.2 Specificaties scenario's

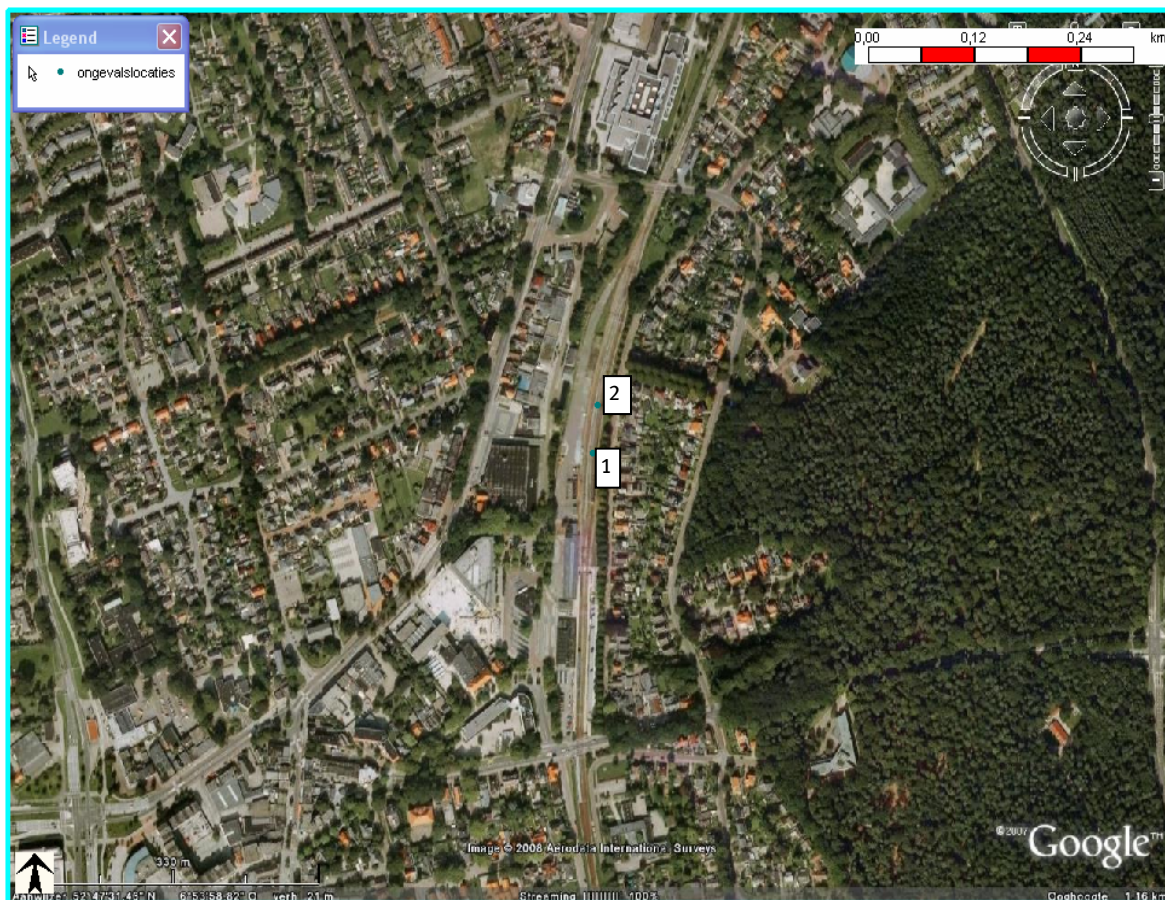
Ongevalselocatie	Scenario	Basisfaalfrequentie [wagen/r]
1	Locwisselen	$1 \cdot 10^{-6}$
2	Intrinsiek falen (stationnement)	$5 \cdot 10^{-7}$
2	warme BLEVE tijdens stationnement	$5 \cdot 10^{-7}$
2	warme BLEVE eenzijdig ongeval	$2,75 \cdot 10^{-5}$

De bovenstaande basisfrequenties moeten nog gecorrigeerd worden voor de volgende vervolgekansen:

- Kans op lekkage;
- Uitstroomkans;
- Kans op contact;
- Kans op langdurige brand;
- Ontstekingskans.

Voor een gedetailleerd overzicht van de opbouw van de faalfrequenties wordt verwezen naar bijlage 1.

In de onderstaande figuur is de ligging van de ongevalslocaties weergegeven.



Figuur 3.1 Overzicht ongevalslocaties

3.2 Bevolking

3.2.1 Invloedsgebied

In onderstaande tabel zijn de invloedsgebieden gegeven per stofcategorie:

Tabel 3.3 Overzicht van invloedsgebieden per stofcategorie (cursief betreft stoffen aanwezig op emplacement Emmen)

Categorie	Beschrijving	Voorbeeldstof	Invloedsgebied
A	<i>brandbaar gas</i>	<i>propan</i>	<i>300</i>
B2	<i>toxisch gas</i>	<i>ammoniak</i>	<i>1500</i>
B3	zeer toxisch gas	chloor	5000
C3	<i>zeer brandbare vloeistof</i>	<i>benzine</i>	<i>30</i>
D3	toxische vloeistof	acrylnitril	250
D4	<i>zeer toxische vloeistof</i>	<i>acroleïne</i>	<i>3000</i>

Op basis van bovenstaande tabel is een invloedsgebied van toepassing van 3.000 meter. Aangezien het aantal transporten met D4 (invloedsgebied 3.000 m) maar ook B2 (invloedsgebied 1.500 m) erg laag is, is de verwachting dat de gevoeligheid van het groepsrisico voor bevolking al op een veel kleinere afstand laag is. Gebruikelijk is de bevolking tot de 10^{-8} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour gedetailleerd te inventariseren en tot en met de 10^{-9} /jaar-contour of de rand van het invloedsgebied globaal.

Op basis van verkennende berekeningen blijkt dat bovengenoemde vuistregel nog verder aangescherpt kan worden: in dit project is gebleken dat accurate groepsrisicoresultaten worden verkregen wanneer bevolking wordt geselecteerd die zich binnen de 10^{-8} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour bevindt. Bevolking op grotere afstand heeft geen invloed meer op de hoogte van het groepsrisico. Overigens wordt opgemerkt dat de ingevoerde bevolkingsvlakken op veel punten zelfs voorbij de 10^{-9} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour liggen¹.

3.2.2 *Bevolkingsgegevens*

De bevolkingsgegevens zijn door de gemeente Emmen verstrekt, d.d. 14 april 2008. Hierbij is een bevolkingskaart aangeleverd waarop met behulp van kleuren de bestemming is aangegeven. Ten aanzien van woonbebouwing zijn tevens de huisnummers aangegeven. Aan de hand van deze kaart is de onderstaande bevolkingsverdeling aangemaakt, waarbij voor woonbebouwing 2,4 personen per woning is aangehouden (conform PGS 1, deel 6). Omdat op emplacement Emmen alleen activiteiten met gevaarlijke stoffen gedurende de nacht plaatsvinden, zijn alleen de woningen weergegeven: want alleen in woningen zijn 's nachts mensen aanwezig. Ten aanzien van het centrum geldt dat er één keer per week een koopavond is. Echter, vanwege de korte aanwezigheidsduur van de mensen in de avondperiode en vanwege het feit dat er één keer per week handelingen plaatsvinden, zijn de activiteiten in het centrum niet meegenomen.

1. Wanneer bevolking wordt ingevoerd op een afstand groter dan de 10^{-8} /jaar-contour, dan heeft deze geen invloed meer op het groepsrisico: het model bepaalt zelf met welk gewicht de bevolking meetelt in het groepsrisico. Dit betekent dat het niet fout is om bevolking tot voorbij genoemde contour in te voeren.

Tabel 3.4 Overzicht bevolkingsinvoer

Vaknummer	Aantal woningen	Personen nacht
1	21	50,4
2	57	136,8
3	32	76,8
4	61	146,4
5	31	74,4
6	22	52,8
7	27	64,8
8	9	21,6
9	76	182,4
10	36	86,4
11	69	165,6
12	60	144
13	28	67,4

N.B.: Aangezien het emplacement alleen gedurende de nacht in gebruik is, wordt hier volstaan met het weergeven van de nachtsituatie. Dit betekent dat er alleen wonenden zijn geïnventariseerd.

In de onderstaande figuur worden de bevolkingsvlakken weergegeven.



Figuur 3.2 Overzicht bevolkingsvlakken

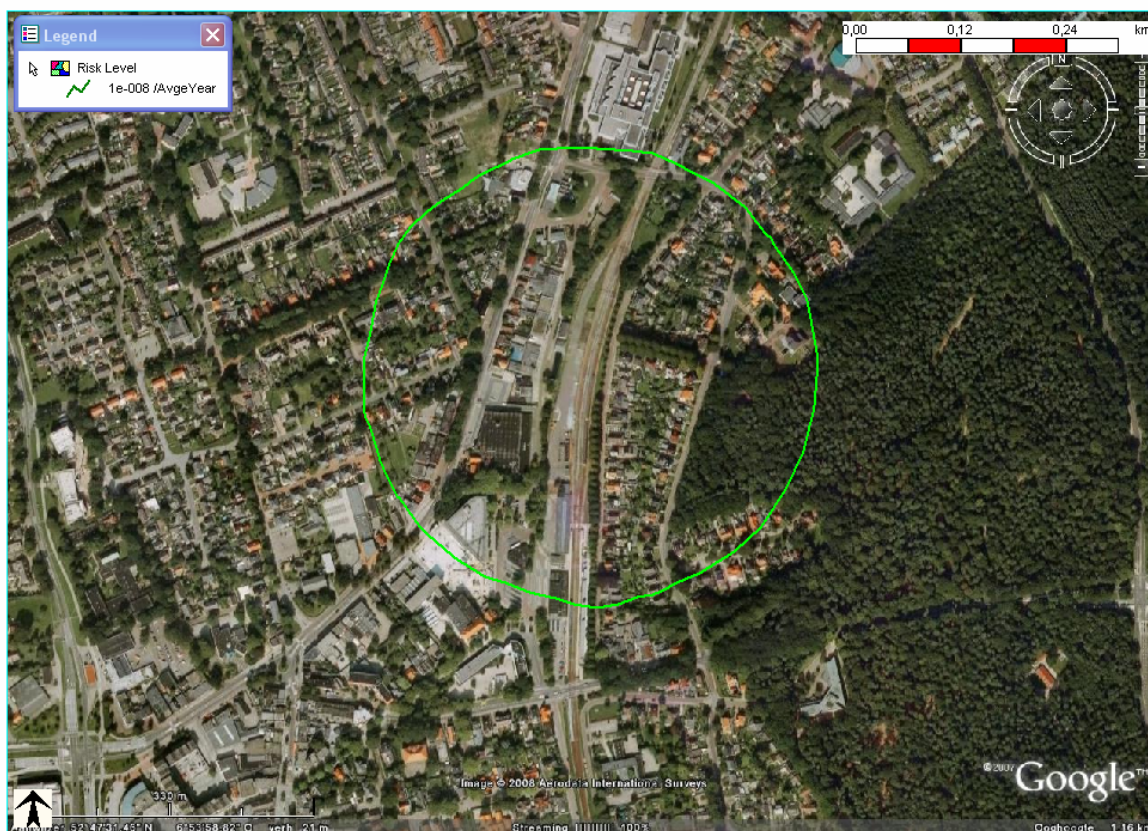
3.3 Modelling

De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL versie 6.53.1. Ten behoeve van de meteodata is gekozen voor weerstation Eelde.

4 Resultaten

4.1 Plaatsgebonden risico

In de onderstaande figuur wordt het berekende plaatsgebonden risico weergegeven.

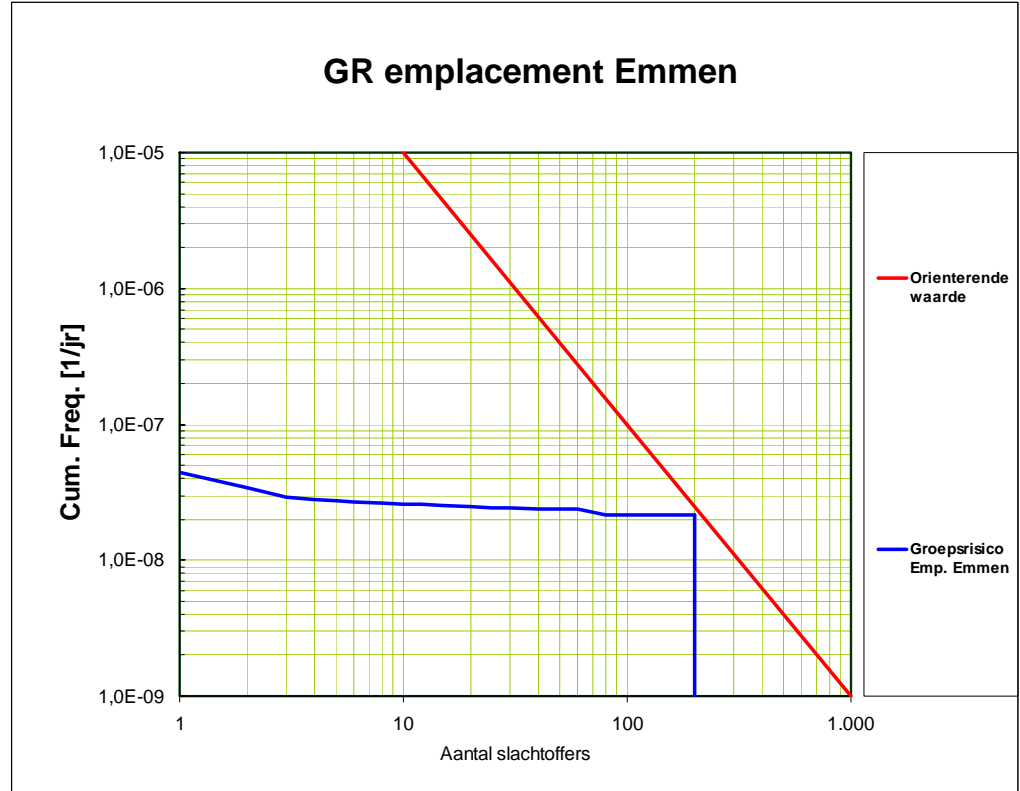


Figuur 4.1 Het berekende plaatsgebonden risico met de 10^{-8} -contour (groen)

Er wordt alleen een 10^{-8} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour berekend: een 10^{-6} /jaar- en een 10^{-7} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour blijken niet aanwezig te zijn. Het plaatsgebonden risico blijft dus kleiner dan 10^{-7} per jaar. De getoonde contour is net niet helemaal rond (beetje ovaal). Van de twee ongevalspunten is ongevalspunt nr. 2 bepalend voor het risico in de omgeving: het betreft voornamelijk BLEVE-scenario's en intrinsiek falen. De 10^{-8} /jaar-contour wordt voor 94% bepaald door warme BLEVE eenzijdig ongeval, 2,5% intrinsiek falen ammoniak, 1,5% intrinsiek falen acroleïne. Hieruit blijkt dat de warme BLEVE veruit het belangrijkste scenario is. De bij dit scenario behorend invloedsgebied is 300 meter. Dit betekent dat bevolking binnen 300 meter vrijwel geheel bepalend is voor het risico (ook groepsrisico).

4.2 Groepsrisico

In de onderstaande figuur wordt het berekende groepsrisico weergegeven.



Figuur 4.2 Het berekende groepsrisico

De figuur laat zien dat de groepsrisicocurve de oriëntatiewaarde nadert bij circa 200 slachtoffers. Echter, de oriëntatiewaarde wordt niet overschreden. De kleinste afstand tussen GR-curve en oriëntatiewaarde is klein.

5 Conclusie

Ten aanzien van het plaatsgebonden risico kan geconcludeerd worden dat alleen een 10^{-8} /jaar-plaatsgebondenrisicocontour wordt berekend. De normen voor plaatsgebonden risico zijn geformuleerd voor een plaatsgebondenrisiconiveau van 10^{-6} /jaar. Aangezien een dergelijk risiconiveau niet voorkomt op of rond het emplacement als gevolg van het emplacement is deze norm niet van toepassing. Of met andere woorden: er wordt voldaan aan het gestelde in het Bevi (Besluit externe veiligheid inrichtingen).

Ten aanzien van het groepsrisico kan geconcludeerd worden dat de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico niet wordt overschreden. Wel wordt de oriëntatiewaarde dicht benaderd.

Bijlage 1: Overzicht faalfrequenties

				<i>Aantal treinen</i>	<i>Fractie</i>
BG	A propaan (C3)	50	100% bont	3,8	1
TG	B2 NH ₃	50	100% bont	3,8	1
ZTG	B3 chloor	0	100% bont	0	1
ZBV	C3 benzine	500	100% bont	38,5	1
TV	D3 ACN	0	100% bont	0	1
ZTV	D4 HF	50	100% bont	3,8	1

Fractie is voor locwisselen de de trefkans; voor A, B2 en D4 geldt 50/650 en voor C3 geldt 500/650

BG C3 Propaan

<i>Nummer</i>	<i>Scenario</i>	<i>Aandeel</i>	<i>Fbasis</i>	<i>Pvervolg</i>	<i>Puitstroom</i>	<i>Fractie of # wagens</i>	<i>Faalkans</i>
1	locwisselen continu	100%	1,00E-06	0,0005	0,6	0,077	2,31E-11
	locwisselen instantaan	100%	1,00E-06	0,0005	0,4	0,077	1,54E-11
2	IF	100%	5,00E-07	1,14E-04	1	50	2,85E-09
3	BLB intrinsiek falen	100%		Opmerking 1			5,59E-11
4	BLB eenzijdig ongeval	100%		Opmerking 2			2,15E-08

TG NH3

1	locwisselen continu	100%	1,00E-06	0,0005	0,4	0,077	1,54E-11
	locwisselen instantaan	100%	1,00E-06	0,0005	0,6	0,077	2,31E-11
2	IF	100%	5,00E-07	1,14E-04	1	50	2,85E-09
3	BLB intrinsiek falen	100%		Opmerking 1			5,59E-11
4	BLB eenzijdig ongeval	100%		Opmerking 2			2,15E-08

ZTV HF

1	locwisselen continu	100%	1,00E-06	0,0005	0,4	0,077	1,54E-11
	locwisselen instantaan	100%	1,00E-06	0,0005	0,6	0,077	2,31E-11
2	IF	100%	5,00E-07	1,14E-04	1	50	2,85E-09



ZBV Benzine

<i>Nummer</i>	<i>Scenario</i>	<i>Aandeel</i>	<i>Fbasis</i>	<i>Pvervolg</i>	<i>Puitstroom</i>	<i>Fractie of # wagens</i>	<i>Faalkans</i>
1	locwisselen continu	100%	1,00E-06	0,0005	0,4	0,77	1,54E-10
	locwisselen instantaan	100%	1,00E-06	0,0005	0,6	0,77	2,31E-10
2	IF	100%	5,00E-07	1,14E-04	1	500	2,85E-08

Opmerking 1: F eenzijdig ongeval * Pvervolg * Pcontact * kans op langdurige brand * ontstekingskans

Opmerking 2: F intrinsiek falen * Pcontact * kans op langdurige brand * ontstekingskans

Bijlage 2: Invloedsgebied 3.000 m (D4)

