



Risicoberekeningen spoorvervoer Wierden

Uitbreiding Albert Heijn Anjelierstraat 3

projectnr. 217962 100273 - HB28

revisie 02

8 april 2010

Save
Postbus 321
7400 AH Deventer

Opdrachtgever

Brunsman Onroerend Goed BV
Stegeboersweg 6
7642 NP Wierden

datum vrijgave

8 april 2010

beschrijving revisie 02

definitief met aanpassing op verzoek gemeente

goedkeuring

RvR

vrijgave

NR

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Externe veiligheid	3
3	Uitgangspunten	5
3.1	Vervoer	5
3.1.1	Trajectgegevens	5
3.1.2	Vervoerscijfers	6
3.2	Bevolking	7
3.2.1	Huidige bevolkingssituatie	7
3.2.2	Plansituatie	9
4	Resultaten	10
4.1	Plaatsgebonden risico	10
4.2	Groepsrisico	11
5	Conclusie	12
5.1	Plaatsgebonden risico	12
5.2	Groepsrisico	12
Bijlage 1 :	Referenties	13
Bijlage 2 :	Frequentieberekening van warme BLEVE	14

1 Inleiding

Brunsmans Onroerend Goed BV heeft het plan de vestiging van Albert Heijn aan de Anjelierstraat 3 te Wierden uit te breiden. Het betreft een uitbreiding van de huidige locatie naast het spoortraject Almelo-Deventer. Voor de wijziging is een aanpassing van het bestemmingsplan nodig. Gelet hierop en gelet op het feit dat over het spoor vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvinden moeten de effecten van de uitbreiding op de externe veiligheid worden onderzocht. Weghorst Architectuur heeft namens Brunsmans Oranjewoud/Save gevraagd dit onderzoek uit te voeren. In dit rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek.

Figuur 1.1 bevat een weergave van de plangebieden ten opzichte van het spoor.



Figuur 1.1 Plangebied ten opzichte van het spoor

2 Externe veiligheid

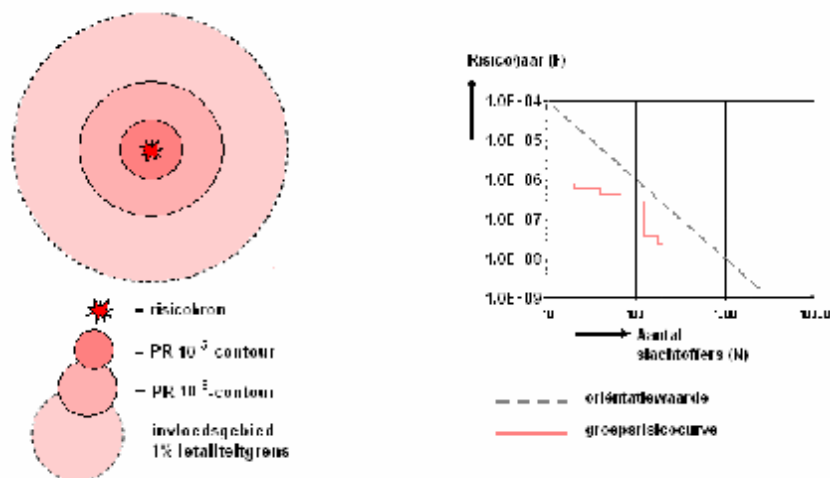
Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Het huidige beleid voor transportmodaliteiten staat beschreven in de circulaire 'Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen' (cRvgs¹). Binnen het beleidskader voor externe veiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt.

Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die de hele tijd op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. Binnen de 10^{-6} /jaarcontour (welke als wettelijk harde norm fungeert) mogen geen nieuwe kwetsbare objecten geprojecteerd worden. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de 10^{-6} /jaarcontour niet als grenswaarde, maar als een richtwaarde.

Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico (GR) is een maat voor de kans dat bij een ongeval een groep slachtoffers valt met een bepaalde omvang. Het GR is daarmee een maat voor de maatschappelijke ontwrichting bij een calamiteit. Het GR wordt bepaald binnen het invloedsgebied van een risicovolle activiteit. Dit invloedsgebied wordt begrensd door de 1%-letaliteitsgrens (tenzij anders bepaald): de afstand waarop nog 1% van de blootgestelde mensen in de omgeving komt te overlijden bij een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het GR kan niet 'op de kaart' worden weergegeven, maar wordt weergegeven in een grafiek waar de kans (f) afgezet wordt tegen het aantal slachtoffers (N): de fN-curve.



Figuur 2.1 Weergave plaatsgebondenrisicocontouren, invloedsgebied en groepsrisicografiek met oriëntatiewaarde voor transport

1. Inclusief wijziging cRvgs van januari 2010.

Basisnet voor het vervoer van gevaarlijke stoffen

Vervoer van gevaarlijke stoffen vindt plaats via het spoor, over de weg en het water. Knelpunt hierbij is dat er geen plafond bestaat voor de omvang en samenstelling van dit vervoer. Theoretisch kan het vervoer ongelimiteerd toenemen, met dan eveneens ongelimiteerde gevolgen voor de ruimtelijke ordening. De overheid is voornemens een zogeheten Basisnet vast te stellen met routes die worden aangewezen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Het beleid achter het landelijke Basisnet is dat een plafond vastgesteld wordt voor dit vervoer van gevaarlijke stoffen. Ook worden randvoorwaarden aan de ruimtelijke ordening gesteld. Omdat het ontwikkelen van instrumenten voor dit beleid bijzonder complex is, en de gevolgen voor vervoerders en de ruimtelijke ordening ingrijpend kunnen zijn, vindt nog veel discussie plaats en loopt de vaststelling van het Basisnet achter op schema. Binnen het onderhavige project is voor zover mogelijk geanticipeerd op de komst van het Basisnet.

Nieuwe ontwikkelingen: 'Btev en PAG'

De circulaire 'Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen' wordt op termijn vervangen door een 'Besluit transportroutes externe veiligheid' (Btev). In het (concept) Btev wordt het begrip plasbrandaandachtsgebied (PAG) als toetsingscriterium geïntroduceerd. Het PAG impliceert dat in een zone van 30 meter naast het spoor de consequenties van een plasbrand in beeld moeten worden gebracht, alsmede de mogelijkheden om de gevolgen hiervan weg te nemen dan wel te verminderen. Praktisch zou dit kunnen betekenen dat bepaalde nieuwe (gevoelige) functies binnen het PAG worden uitgesloten. Het PAG moet als toetsingscriterium nog verder worden uitgewerkt en heeft vooralsnog geen formele en/of juridische status.

De gemeente Wierden heeft aangegeven te overwegen in haar externe veiligheidsbeleid het PAG te hanteren als zijnde een gebied waarbinnen geen gevoelige kwetsbare objecten/functies aanwezig mogen zijn. Hierbij moet worden gedacht aan bijvoorbeeld kinderdagverblijven/-opvang. De functie van magazijn valt niet onder gevoelige en kwetsbaar object/functie.

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten betreffende de externeveiligheidsberekening ten gevolge van het vervoer van gevaarlijke stoffen gegeven. Deze bestaan uit de bepaling van het onderzochte vervoerstraject, de kenmerken van het onderzochte traject, de inventarisatie van de vervoerscijfers, de reikwijdte van het onderzoeksgebied en de inventarisatie van de personendichtheden.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het RBMII-rekenpakket, versie 1.3 build 247. Het RBMII-rekenpakket voldoet aan het gestelde in PGS 3. Het RBM-programma is ontwikkeld voor de evaluatie van de externe veiligheid ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen.

3.1 Vervoer

3.1.1 Trajectgegevens

De ligging van het onderzochte traject is zo gedefinieerd dat het plangebied in het midden van het traject ligt. De onderzochte trajectlengte bestaat uit de lengte van het plangebied, vermeerderd met 500 meter aan weerszijden van het plangebied. Dit resulteert in een onderzochte trajectlengte van ongeveer 1.250 meter.

Het traject bevat wissels en 2 gelijkvloerse spoorwegovergangen. Bij aanwezigheid van wissels en overwegen is een toeslag vereist. Deze toeslag is onafhankelijk van de baanvaksnelheid en moet dus na correctie voor de baanvaksnelheid bij de faalfrequentie worden opgeteld. Het traject waarvoor de toeslag geldt, loopt van 500 m voor de overweg/wissel tot 500 m na de overweg/wissel. De toeslag voor wissels bedraagt $3,3 \cdot 10^{-8}$ voor de aanwezigheid van wissels ongeacht het aantal. De correctie voor overwegen bedraagt $0,8 \cdot 10^{-8}$ per kilometerbaan per overgang. Indien in een trajectdeel twee of meer overwegen liggen, dan wordt voor dat deel deze correctie dus twee of meer keer bij de faalfrequentie opgeteld.

Vanwege de aanwezigheid van 2 gelijkvloerse overwegen is het gedefinieerde traject opgedeeld in 3 gedeeltes. Voor het gehele traject geldt een baanvaksnelheid van > 40 km/uur en de toeslag voor wissels.

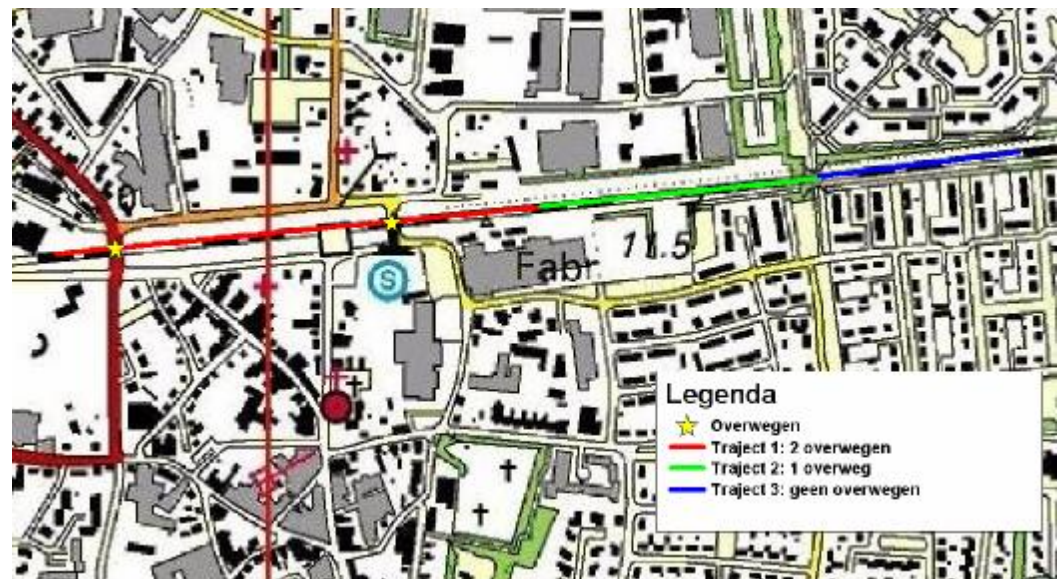
Tabel 3.1 Overzicht trajectgegevens

Naam	Lengte [m]	Wissels	Overwegen	Frequentie ¹⁾ [jr ⁻¹]
Trajectdeel 1, (rood)	590	ja	2	$7,67 \cdot 10^{-8}$
Trajectdeel 2, (groen)	410	ja	1	$6,87 \cdot 10^{-8}$
Trajectdeel 3, (blauw)	255	ja	0	$6,07 \cdot 10^{-8}$

1) De faalfrequentie is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- basisfaalfrequentie van $2,2 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer;
- hoge baanvaksnelheid factor van 1,26;
- wisseltoeslag van $3,3 \cdot 10^{-8}$ voor aanwezigheid van wissels;
- overwegtoeslag $0,8 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer per overweg vanwege de aanwezigheid van 1 overweg.

In figuur 3.1 wordt een weergave gegeven van de ligging per trajectdeel.



Figuur 3.1 Ingevoerde trajecten

3.1.2 Vervoerscijfers

De gehanteerde vervoerscijfers zijn afkomstig uit Marktverwachting vervoer gevaarlijke stoffen per spoor, Een verwachting voor de middellange termijn van ProRail van september 2007 [1]. In dit document wordt het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor voor het jaar 2020 geprognosticeerd. Deze cijfers zijn ook bekend als de Prognosecijfers 2007. In dit onderzoek is gebruikgemaakt van het scenario 'Maximumtransit'. In tabel 3.2 is een overzicht gegeven van de vervoerscijfers.

Tabel 3.2 Overzicht vervoerscijfers

Stofcategorie		Blok	Bont
A	brandbaar gas		3.300
B2	toxisch gas		380
B3	zeer toxisch gas	200	
C3	zeer brandbare vloeistof		2.670
D3	toxische vloeistof		230
D4	zeer toxische vloeistof		150

Overige uitgangspunten:

- verhouding vervoer dag/nacht chloor: 0% resp. 100%;
- verhouding vervoer dag/nacht overig: 33% resp. 67% (defaultwaarde);
- verhouding vervoer werkweek/weekend 71,4% resp. 28,6% (defaultwaarde);
- De meteorologische gegevens van Twente zijn gebruikt.

Ten aanzien van de berekeningen met prognosecijfers 2007 is het scenario Warme BLEVE van toepassing vanwege de combinatie brandbaar/toxisch gas (A en B2) en brandbare vloeistoffen (C3) in bonte treinen. In het rekenprogramma RBM II moet een factor voor het aantal C3-wagens worden ingevuld ten behoeve van dit scenario. De berekening voor deze factor is uitgevoerd conform het rekenprotocol [2] en bedraagt voor A en B2 3,2. Een belangrijke parameter voor deze factor is het aantal bonte treinen (zie ook bijlage 2).

3.2 Bevolking

3.2.1 Huidige bevolkingssituatie

Voor het spoor traject door Wierden heeft Oranjewoud/Save in 2008 [3] en 2006 [4] onderzoeken uitgevoerd naar de externe veiligheid van het spoor. De bevolking voor de huidige situatie is overgenomen uit deze onderzoeken. De volgende aanpak is in 2008 en 2006 gehanteerd:

Voor het groepsrisico is het noodzakelijk de in de omgeving van het spoor aanwezige bevolking in kaart te brengen. De afstand tot het spoor tot waar de bevolking in kaart gebracht dient te worden, wordt bepaald door de grootste 1%-letaliteitsafstand van de stoffen die over het spoor worden vervoerd. De grootste 1%-letaliteitsafstand is 5 km voor chloor. Dit betekent dat bevolking tot en met 5 km vanaf het spoor gerekend in het model gebracht dient te worden.

De gegevens tot 5 kilometer ingevoerd in RBMII bevolkingsvlakken zijn verkregen op de volgende wijze:

- bestemmingplankaarten van de kern Wierden afkomstig van de gemeente Wierden;
- nadere vragen aan de gemeente Wierden betreffende het aantal aanwezige mensen op specifieke locaties;

- op grotere afstand van de kern Wierden zijn bevolkingsvlakken ingevuld met forfaitaire bevolkingsdichtheden (volgens PGS 1 deel 6);
- de bestemmingsplankaarten zijn als volgt gehanteerd:
 - daar waar woningen zijn opgenomen (met de bestemming wonen) is het aantal woningen geteld. Het aantal woningen vermenigvuldigd met 2,4 geeft het aantal aanwezige personen in de nacht. Het aantal aanwezige personen vermenigvuldigd met 0,5 geeft het aantal aanwezige personen in de dag²;
 - daar waar bedrijven zijn opgenomen is uitgegaan van een gemiddelde personendichtheid overdag van 40 personen per hectare. Er is vanuit gegaan dat in de bedrijven ook 's nachts mensen aanwezig zijn: 20% van het aantal dat in de dag aanwezig is. Kantoorbestemmingen en maatschappelijke bestemmingen zijn behandeld als bedrijfsbestemmingen;
 - bijzondere objecten, zoals woontorens, woongebouwen, wijkcentra, tennishallen, zwembaden, sportcentra en scholen zijn voorzien van specifiek op dit object betrekking hebbende bevolkingsgegevens. Deze zijn verkregen van de gemeente Wierden.
 - Vriezeveen, Nijverdal en Almelo zijn ingevoerd met als bevolkingsdichtheden 25 mensen per ha.

Bovenstaande aannames zijn overeenkomstig het vermelde in publicatie PGS 1 deel 6: Aanwezigheidsgegevens, december 2003 [5].

Albert Heijn

De bevolkingsaantallen voor de Albert Heijn (AH) aan de Anjelierstraat 3 zijn ten behoeve van dit onderzoek herzien en opnieuw ingevoerd in de huidige bevolkingssituatie. Op basis van een detailtekening is het bedrijfsvloeroppervlakte (b.v.o.) van de AH bepaald en zijn de volgende kengetallen afkomstig uit de "Handreiking verantwoording groepsrisico" [6] gehanteerd:

- winkelgedeelte: 1 werknemer (bezoeker) per 30 m² b.v.o.;
- magazijn/bedrijfskantine: 1 werknemer per 100 m² b.v.o.

Er is vanuit gegaan dat in de AH ook in de avond mensen aanwezig kunnen zijn, te weten 20% van het aantal dat in de dag aanwezig is. In tabel 3.3 een overzicht van de daadwerkelijk ingevoerde aanwezigheidsgegevens voor de huidige bevolkingssituatie.

Tabel 3.3 Aanwezigheidsgegevens AH huidige situatie

Bedrijfsdeelte	b.v.o.	Personen dag
Winkel	1.175 m ²	39,2
Magazijn	225 m ²	2,3
Kantine (verdieping)	240 m ²	2,4
Totaal		44 dag/9 dag

2. In het onderzoek van 2008 is nog uitgegaan van 70% aanwezigheid in de dag voor woningen. Dit is voor dit onderzoek aangepast naar 50%, conform de PGS 3.

3.2.2 Plansituatie

De plansituatie is gebaseerd op het huidige bevolkingssituatie waarbij voor de AH de personen aantallen zijn aangepast vanwege de uitbreiding. De AH aan de Anjelierstraat 3 te Wierden wordt uitgebreid door aan de achterzijde van het gebouw, aan de spoorzijde een nieuw magazijn gedeelte te realiseren. Het huidige magazijn wordt in de toekomst bij de winkel getrokken. Het nieuwe magazijn heeft een oppervlakte van ongeveer 430 m³. Het winkel gedeelte komt niet dichterbij het spoor. Tabel 3.4 geeft de aanwezigheidsgegevens voor de plansituatie weer. Opgemerkt moet worden dat na uitbreiding de AH een b.v.o. heeft van meer dan 2.000 m². Dit betekent dat het object, conform Bevi, als kwetsbaar object moet worden beschouwd.

Tabel 3.4 Aanwezigheidsgegevens AH huidige situatie

Bedrijfsdeel	b.v.o.	Personen dag
Winkel	1.400 m ²	46,7
Magazijn	430 m ²	4,3
Kantine (verdieping)	240 m ²	2,4
Totaal		54 dag/11 dag

4 Resultaten

De berekeningen voor het spoor- en wegvervoer zijn uitgevoerd met het RBMII-rekenpakket, versie 1.3 build 247.

4.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico voor het spoortraject door Wierden is weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1 Plaatsgebonden risico doorgaand vervoer Wierden (traject Almelo-Deventer)
groene contour = 10^{-7} per jaar
blauwe contour = 10^{-8} per jaar

Het plaatsgebonden risico is onafhankelijk van de bevolking daarom. wordt volstaan met het weergeven van één figuur. Uit de berekeningen blijkt dat geen 10^{-6} jr⁻¹-risicocontour buiten de spoorbanen wordt berekend. Het 10^{-6} jr⁻¹-risicocontour is in figuur 4.1 zichtbaar op het spoor aangegeven als rode stippen (zie figuur 4.1). Binnen de 10^{-6} jr⁻¹-risicocontour zijn geen objecten aanwezig, wat betekent dat aan de normstelling van het plaatsgebonden risico wordt voldaan.

Tabel 4.1 Maximale reikwijdte plaatsgebondenrisicocontouren (afgerond)

Plaatsgebondenrisicocontour	Afstand in meters (max.)
10^{-6} /jaar	n.v.t.
10^{-7} /jaar	230
10^{-8} /jaar	310

4.2 Groepsrisico

De groepsrisicoberekeningen zijn uitgevoerd voor 2 bevolkingssituaties:

- huidige bevolkingssituatie;
- toekomstige bevolkingssituatie (= huidige situatie + nieuwe invulling AH).

In figuur 4.1 is het groepsrisico van de huidige en toekomstige situatie over de meest risicovolle kilometer weergegeven.



Figuur 4.1: Groepsrisico Huidige situatie + Plansituatie AH
Huidige situatie = groene lijn
Plansituatie AH = rode lijn

Zowel in de huidige als de toekomstige bevolkingssituatie wordt de oriëntatiewaarde door het groepsrisico overschreden. Verder blijkt uit de berekeningen dat de uitbreiding van de AH voor een zeer beperkte toename van het groepsrisico zorgt.

Overschrijdingsfactor	
Huidige situatie	5,60 bij 1.020 slachtoffers
Plansituatie uitbreiding AH	5,65 bij 1.020 slachtoffers

De toename komt voor rekening van het magazijn dat aan de spoorzijde wordt gerealiseerd. Dit betreft de voor externe veiligheid meest gunstige variant van de indeling van Albert Heijn.

5 Conclusie

5.1 Plaatsgebonden risico

Uit de berekeningen blijkt dat ter hoogte van Albert Heijn aan de Anjelierstraat geen 10^{-6}jr^{-1} -risicocontour buiten het spoor wordt berekend. Aan de normstelling van het plaatsgebonden risico wordt voldaan omdat geen kwetsbare objecten binnen de 10^{-6}jr^{-1} -contour liggen.

5.2 Groepsrisico

Het groepsrisico als gevolg van het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor ligt in de huidige situatie en in de toekomstige situatie boven de oriëntatiewaarde.

Vergelijking van de huidige met de toekomstige situatie laat zien dat door de uitbreiding van de AH te Wierden het groepsrisico beperkt toeneemt. Vanwege overschrijding van de oriëntatiewaarde en de beperkte toename van het groepsrisico is een invulling van de verantwoordingsplicht noodzakelijk.

Bijlage 1 : Referenties

- [1] ProRail, Marktverwachting vervoer gevaarlijke stoffen per spoor, Een verwachting voor de middellange termijn, september 2007
- [2] Save-rapport, Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Deventer, april 2006
- [3] Save-rapport DB63, Externeveiligheidsberekeningen doorgaand spoor Wierden, Vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor, gemeente Wierden, februari 2008
- [4] Save-rapport X34, Externeveiligheidsberekeningen doorgaand spoor Wierden, Vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor, gemeente Wierden, oktober 2006
- [5] VROM-document, Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1 Deel 6: Aanwezigheidsgegevens. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=22297>. december 2003
- [6] Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico, Ministerie van VROM, november 2007

Bijlage 2 : Frequentieberekening van warme BLEVE

Toelichting

In RBM II wordt het risico van een warme BLEVE gemodelleerd met behulp van de parameter "aantal C3-wagens"³. De parameter kan alleen worden ingevoerd wanneer sprake is van gecombineerd vervoer (bonte treinen) brandbaar gas en brandbare vloeistoffen. Deze waarde betreft de verhouding tussen een warme en koude BLEVE en wordt conform het rekenprotocol berekend met de volgende relatie:

$$\text{Lage snelheid: } < 40 \text{ km/hr} \quad 19,5 * \frac{\overline{N}_{bvl}}{\overline{N}_{bg}} * P(\text{contact})$$

$$\text{Hoge snelheid: } > 40 \text{ km/hr} \quad 39 * \frac{\overline{N}_{bvl}}{\overline{N}_{bg}} * P(\text{contact})$$

$\overline{N}_{bvl}$ = gemiddeld aantal wagens brandbare vloeistof in een bonte trein voor een baanvak;

$\overline{N}_{bg}$ = gemiddeld aantal wagens brandbaar gas in een bonte trein voor een baanvak;

P_{contact} = De kans op het naast elkaar (komen te) staan van een wagen met brandbaar gas en een wagen met brandbare vloeistof in dezelfde trein.

Waarin:

$$\overline{N}_{bg} = \frac{N_{bg}(\text{bont})}{N_{\text{bont}} \times (100 / GS)} N_{\text{tot}}$$

$$\overline{N}_{bvl} = \frac{N_{bvl}(\text{bont})}{N_{\text{bont}} \times (100 / GS)} N_{\text{tot}}$$

N_{tot} = gemiddelde aantal wagens in een trein (= 20 wagens). Deze factor is nodig om weer het gemiddelde aantal wagens met gevaarlijke stof per trein te berekenen;

$N_{bvl(\text{bont})} N_{bg(\text{bont})}$ = totaal aantal wagens brandbare vloeistof of brandbaar gas in bonte treinen voor een baanvak;

GS = percentage vervoer van voor externe veiligheid relevante gevaarlijke stoffen (=10%)⁴.

3. Standaardwaarde is 2.

4. 10% GS is gebaseerd op de "second opinion Basisnet Spoor" van het RIVM d.d. 13 maart 2003. 10% is het landelijk gemiddelde.

Invoergegevens				
Aantal wagons (bont)	A	3.300	Ntot	20
	B2	380	GS	10%
	C3	2.670		
	D3	230		
	D4	150		
	Nbg	0,1		
	Nbvl	0,8		

P-contact	
<i>Pa:</i> $P_z = 1,00E-01$ $P_{bg} = 5,94E-03$ $P_a = 5,94E-04 \quad (= P_z * P_{bg})$	
<i>Pb:</i> $P_m = 9,00E-01$ $P_1 = 5,94E-03$ $P_{r-nl} = 6,24E-03$ $P_b = 1,10E-02 \quad (= P_m * (P_1 + P_{r-nl}) \quad (= P_m * (P_1 + P_{r-nl}))$	
P3 =	0,01

	Invoeren in RBMII
<40km/hr (19,5 nbvl/Nbg*p-contact)	1,6
>40km/hr (39 nbvl/Nbg*p-contact)	3,2

Calculatie volgens het Rekenprotocol spoor [2].