

2034-43
D

**SCENARIOANALYSE LEIDSCHER RIJN CENTRUM
NOORD
RAPPORTAGE**

GEMEENTE UTRECHT

PROJECTBUREAU LEIDSCHER RIJN

juli 2008
073931444:B!



Samenvatting

Voor het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord (LRCN) is, in verband met functie-wijzigingen een bestemmingsplan herziening noodzakelijk. Bij een bestemmingsplanherziening is inzicht in de extern veiligheidsrisico's noodzakelijk. Hiervoor wordt gekeken welke risicobronnen invloed hebben op het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord. In het plangebied wordt ondermeer de Belle van Zuylen, een ca 262 meter hoge toren met kantoor- en woonfunctie, voorzien.

Om te kunnen beoordelen of er belemmeringen zijn vanuit externe veiligheid met betrekking tot de inrichting van het gebied is in eerste instantie een wettelijk verplichte kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd [17]. Daarnaast is een kwalitatieve analyse uitgevoerd (deze rapportage) gericht op de voor Nederlandse begrippen uitzonderlijke hoogte van de Belle van Zuylen. In het voorgeschreven model voor risicoanalyse wordt in principe geen rekening gehouden met uitzonderlijke hoogte van gebouwen. Daarom zijn aanvullend op de risicoanalyse de mogelijke ongevalsscenario's kwalitatief beschouwd. In deze beschouwing gaat het dus vooral om de bijzondere effecten op de hoogbouw die mogelijk niet voldoende zijn belicht in de uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse. Dit is een analyse die niet verplicht is, maar wel meer inzicht op de externe veiligheidsrisico's voor het plangebied oplevert.

Over zowel de rijksweg A2 als over de spoorlijn Utrecht – Woerden worden de volgende gevaarlijke stoffen vervoerd:

- brandbare vloeistoffen;
- toxische vloeistoffen;
- brandbare gassen.

Voor weg en spoor kunnen zich in principe dezelfde scenario's afspelen. Zij het dat spoorketelwagens veelal grotere hoeveelheden bevatten dan tankauto's. Daarnaast zal bij een ongeval op de weg in principe slechts één tankauto met gevaarlijke stoffen betrokken zijn. Bij een goederentrein is de kans groter dat meerdere ketelwagens bij een ongeval betrokken raken.

Toekomstige invulling plangebied en relatie met transportstromen

Er zijn twee stedenbouwkundige plannen (SP) bekend voor de invulling van het plangebied:

1. De voorgenomen inrichting;
2. De geoptimaliseerde inrichting.

In dit onderzoek is alleen de situatie met de geoptimaliseerde inrichting beschouwd. Bij de geoptimaliseerde inrichting ligt de Belle van Zuylen verder van de transportassen dan bij de voorgenomen inrichting op een afstand van circa 180 meter. De geoptimaliseerde inrichting wordt door de gemeente als het meest haalbare alternatief beschouwd.

Verder is van belang dat de prognoses voor vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor aangeven dat het vervoer van gevaarlijke stoffen uiterlijk in 2020 tot nagenoeg nul zal zijn afgenomen. De daling van de hoeveelheid vervoer over het spoor zal naar verwachting al in

2009 aanvangen omdat dit samenhangt met de volledige ingebruikname van de Betuweroute. Aangezien (een deel van) de bebouwing naar verwachting in 2015 zal worden opgeleverd is er dus sprake van een overgangssituatie. In 2020 zullen de risico's met betrekking tot het spoor nagenoeg zijn verdwenen.

Effect weersomstandigheden en randvoorwaarden analyse

Weersomstandigheden spelen een belangrijke rol bij het effect van met name het toxische wolk scenario, maar ook bij een plasbrand. Weerklasse D5 (meest voorkomend in Nederland) wordt gekenmerkt door een windsnelheid van 3-5 m/s (circa windkracht 3 Beaufort) die zorgt voor relatief snelle menging van de toxische dampen met de overige lucht. Weerklasse F1,5 komt veel minder frequent voor en wordt gekenmerkt door stabiel weer met een windsnelheid van 1-2 m/s (circa windkracht 1 a 2 Beaufort). Door de lagere windsnelheid treedt er veel minder snel vermenging op van de toxische damp met de overige lucht. Hierdoor zal de wolk minder snel verdunnen tot een niet-letale dosis.

Ook de windrichting speelt een belangrijke rol aangezien de effecten van met name het toxische wolk scenario's zich in de richting van de wind zullen verplaatsen.

In alle gevallen is in deze rapportage uitgegaan van de grootst mogelijke uitstroming en het weertype met het grootste effect. Grootst mogelijke uitstroming wil zeggen die uitstroming die maximaal plaatsvindt in relatie tot de hoeveelheden die normaal gesproken per spoor of tankauto worden vervoerd. Dit is een 'worst case' benadering.

Ongevalsscenario's en de effecten

De volgende scenario's en bijbehorende effecten kunnen zich voordoen:

Stofcategorie	Scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer categorie
Brandbare vloeistoffen	plasbrand	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers en schade aan eerste rij gebouwen bij het spoor door effecten op grotere hoogte.	geen	2
Toxische vloeistoffen	toxische wolk	Veel (dodelijke) slachtoffers als gevolg van inhalatie. Geen schade aan gebouwen.	mogelijk (dodelijke) slachtoffers	5
Brandbare gassen	fakkel	Slachtoffers en beperkte schade aan gebouwen m.n. bij spoor	geen	1
	wolkbrand	(dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan eerste rij gebouwen	geen	4
	gaswolk-explosie	(dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen m.n. bij spoor	mogelijke schade aan Belle	4
	BLEVE	Veel (dodelijke) slachtoffers (cat 4) en schade aan gebouwen	schade aan Belle	4

Op basis van genoemde scenarioanalyses komen wij tot de volgende conclusie ten aanzien van bijzondere effecten op de hoogbouw die mogelijk niet voldoende zijn belicht in de uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse.

Bijzondere letaliteitseffecten

Toxische stoffen hebben een dusdanig groot effectgebied dat, afhankelijk van de windrichting ook de Belle van Zuylen binnen het effectgebied zou kunnen komen te liggen. Dit geeft echter geen bijzondere effecten bij de Belle. De meeste toxische gassen zijn namelijk óf zwaarder dan lucht óf van vergelijkbare massa. Hierdoor zal een wolk zich, anders dan door dispersie, niet omhoog verspreiden en dus op slechts beperkte hoogte een nog letale concentratie hebben. Dit effect is in combinatie met de kans dus meegenomen in de kwantitatieve risicoanalyse.

Ten aanzien van de scenario's met toxische stoffen moet verder bedacht worden dat de kans op een dergelijk scenario voor de rijksweg A2 bijzonder klein is, gezien de hoeveelheid die wordt vervoerd in combinatie met de windrichting. Voor de overgangssituatie bij het spoor is de kans groter dat een dergelijk scenario zich voordoet zolang de overgangssituatie bestaat tenminste.

Voor de brandbare gasscenario's gelden wel bijzondere letale effecten voor de hoogbouw. Het betreft dan het BLEVE scenario waarbij een gaswolk op grotere hoogte een veel grotere effectafstand kent dan op maaiveld. Ook zijn er bijzondere effecten als het gaat om de schade aan gebouwen. Op dat scenario wordt hieronder nader in gegaan.

Schade aan gebouwen

Op basis van de verschillende uitgevoerde scenarioanalyses kan geconcludeerd worden dat brandbare gassen potentieel veel schade kunnen toebrengen aan het plangebied. De effecten op zo'n 170 meter hoogte hebben namelijk op die hoogte een groter bereik dan op maaiveld niveau. De overige scenario's met uitzondering van een plasbrand op het spoor, brengen naar verwachting geen grote schade toe aan de gebouwen. Omdat voor de categorie brandbare gassen de schade groot is, bevelen wij aan om in de bouwplan ontwikkeling aanvullende berekeningen uit te laten voeren die meer inzicht geven in warmtestraling en drukeffecten als gevolg van ongevallen met deze stofcategorie. Aanvullende berekeningen zullen aan moeten tonen of specifieke constructieve maatregelen al dan niet aan de orde zijn.

Aantal slachtoffers

De slachtofferindicatie zoals is uitgevoerd aan de hand van de Leidraad Maatrap is een globale schatting van het mogelijke aantal slachtoffers wat valt bij een ongeval met gevaarlijke stoffen op de weg of het spoor. Factoren als het tijdstip van het incident, weertype en exacte locatie kan het verschil maken tussen 10 of 1000 slachtoffers. Mede om deze reden is alleen aangegeven in welke categorie het aantal slachtoffers moet worden gezocht op een schaal van 0 tot 5. Concrete aantallen worden niet genoemd om dat de methodiek niet geschikt is voor een beperkt aantal risicobronnen, maar bedoeld is voor een regionale inventarisatie van een groot aantal risicobronnen. Uiteraard geeft de slachtoffercategorie van respectievelijk 4 voor een BLEVE en 5 voor een toxische wolk wel een idee van de omvang van de ramp.

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel	7
1.3 Leeswijzer	7
2 Beleid, wet- en regelgeving	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Beleid	8
2.3 Regelgeving	9
3 Scenarioanalyse	10
3.1 Inleiding	10
3.2 Werkwijze	11
3.3 Wat is het effect van deze stoffen	13
3.3.1 Brandbare vloeistoffen	14
3.3.2 Toxische vloeistoffen	17
3.3.3 Brandbare gassen	20
3.4 Conclusie	28
Bijlage 1 Referenties	30
Bijlage 2 (Beperkt) kwetsbare bestemmingen	31
Colofon	32

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

AANLEIDING

Voor het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord (LRCN) is een bijzondere invulling voorzien. Het betreft ondermeer een hoge toren, de Belle van Zuylen, met een kantoor- en woonfunctie. Het vigerende bestemmingsplan, Leidsche Rijn Utrecht 1999, maakt de ontwikkeling van LRCN niet zonder meer mogelijk. Het vigerende bestemmingsplan voorziet in de bestemming "Bedrijfsdoeleinden" en voorziet daarmee niet in een woonfunctie. Daarom is een bestemmingsplanherziening noodzakelijk.

Op grond van de Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen en het Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen is, bij een bestemmingsplanherziening, inzicht in de extern veiligheidsrisico's noodzakelijk. Hiervoor wordt gekeken welke risicobronnen invloed hebben op het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord.

In dit onderzoek wordt bekeken of er belemmeringen zijn vanuit externe veiligheid met betrekking tot de inrichting van het gebied. Hiertoe is in eerste instantie een verplichte kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd [17]. Daarnaast is een kwalitatieve analyse uitgevoerd vanwege de bijzondere situatie die zich voordoet in het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord. Die bijzondere situatie heeft betrekking op de ontwikkeling van de Belle van Zuylen van 262 meter hoog. In het voorgeschreven model voor risicoanalyse wordt in principe geen rekening gehouden met uitzonderlijke hoogte van gebouwen. Effecten op grote hoogte worden in het horizontaal vlak meegenomen. Daarom zijn aanvullend op de risicoanalyse de mogelijke ongevalsscenario's kwalitatief beschouwd. Dit is een analyse die niet wettelijk verplicht is, maar wel meer inzicht op de externe veiligheidsrisico's voor het plangebied moet opleveren. Deze rapportage beschrijft de uitgevoerde kwalitatieve analyse.

Toekomstige invulling plangebied en relatie met transportstromen

Er zijn twee stedenbouwkundige plannen (SP) bekend voor de invulling van het plangebied:

1. De voorgenomen inrichting;
2. De geoptimaliseerde inrichting.

In dit onderzoek is alleen de situatie met de geoptimaliseerde inrichting beschouwd. Bij de geoptimaliseerde inrichting ligt de Belle verder van de transportassen dan bij de voorgenomen inrichting op een afstand van ca 180 meter. De geoptimaliseerde inrichting wordt door de gemeente als het meest haalbare alternatief beschouwd. Bij de beschouwing van de effecten is rekening gehouden met dit alternatief. Verder geldt dat de prognoses voor vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor aangeven dat het vervoer van gevaarlijke stoffen uiterlijk in 2020 tot nagenoeg nul zal zijn afgenomen. De daling van de

hoeveelheid vervoer over het spoor zal naar verwachting al in 2009 aanvangen omdat dit samenhangt met de volledige ingebruikname van de Betuweroute. Aangezien (een deel van) de bebouwing naar verwachting in 2015 zal worden opgeleverd is er dus sprake van een overgangssituatie. In 2020 zullen de risico's met betrekking tot het spoor nagenoeg zijn verdwenen.

1.2

DOEL

Het doel van deze studie is het door middel van scenario-analyse kwalitatief inzichtelijk maken van alle effecten in het kader van de externe veiligheid, op het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord. Daarbij is in het bijzonder gekeken naar effecten op de hoogbouw van de Belle van Zuylen conform de geoptimaliseerde inrichting van het plangebied.

1.3

LEESWIJZER

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt het beleid en de wet- en regelgeving weergegeven. In hoofdstuk 3 wordt de scenarioanalyse beschreven.

HOOFDSTUK

2

Beleid, wet- en regelgeving

2.1

INLEIDING

Benadrukt wordt dat deze scenarioanalyse geen wettelijke verplichting kent. Dit hoofdstuk betreft dan ook een samenvatting van de onderdelen die wel een wettelijke grondslag kennen en direct gerelateerd zijn aan deze scenarioanalyse. Het betreft de van toepassing zijnde wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid. Daarnaast wordt kort ingegaan op de relevante beleidsontwikkelingen.

Deze rapportage richt zich met name op het verkrijgen van aanvullend inzicht in het zogenaamde groepsrisico. Het groepsrisico is een maat voor het risico op dodelijke slachtoffers die gerelateerd is aan de maatschappelijke impact die een ramp met een aanzienlijk aantal slachtoffers heeft. De effecten die in deze rapportage worden beschreven gaan nog een stap verder en beschrijven ook het aantal gewonden en de mogelijke schade die kan optreden. Dit is relevant voor de verantwoording van dat groepsrisico.

2.2

BELEID

In november 2005 heeft het Ministerie van Verkeer & Waterstaat de Nota Vervoer Gevaarlijke Stoffen (NVGS) [4] uitgebracht. De nota is opgesteld met als doel een toekomstvast oplossing voor de borging van veiligheid bij toenemende ruimtelijke ontwikkelingen en toenemende transporten van gevaarlijke stoffen te bieden.

Deze toekomstvastheid van het beleid komt tot uiting in de vorming van het zogenaamde Basisnet (Spoor I van de nota) voor de modaliteiten spoor, weg en water dat is gericht op de vermindering van de spanning tussen vervoersbelangen enerzijds, en op belangen op het terrein van ruimtelijke ordening anderzijds. Die vermindering moet plaatsvinden door vaststelling van gebruiksruimtes en veiligheidszones en de wettelijke verankering daarvan. In de uitwerking van het Basisnet dient een beschrijving te worden meegenomen van de knelpunten die ermee weggenomen worden en de instrumenten voor de handhaving.

De gemeente Utrecht hanteert geen aanvullend beleid ten opzichte van het rijksbeleid. Daarentegen heeft de provincie Utrecht wel de ambitie om binnen de PR10⁸ contour van het plaatsgebonden risico geen kwetsbare bestemmingen te vestigen, zoals blijkt uit het provinciaal milieubeleidsplan 2004- 2008.

2.3

REGELGEVING

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is de Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (RNVGS) [1] van toepassing. De circulaire is van toepassing op bestemmingsplanprocedures in het kader van de Wet op de Ruimtelijke Ordening. Deze Circulaire sluit zoveel als mogelijk aan op het BEVI [2].

HOOFDSTUK 3 Scenarioanalyse

3.1

INLEIDING

Vanwege de bijzondere hoogte van één van de gebouwen binnen het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord (Belle van Zuylen) zijn aanvullend op de risicoanalyse de mogelijke ongevalsscenario's kwalitatief beschouwd. Het voorgeschreven rekenmodel (RBM II) modelleert effecten op grotere hoogte in het horizontale vlak. Daarbij wordt aangenomen dat effectafstanden op maaiveldniveau een zelfde waarde hebben op grotere hoogte. Dit is een versimpeling van de werkelijkheid die normaal gesproken een verwaarloosbaar effect heeft. Gekeken is of dat in kwalitatieve zin ook geldt voor het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord of dat wellicht aanvullend gerekend moet worden om risico's voor de hoogbouw goed in kaart te brengen.

Over zowel de rijksweg A2 als over de spoorlijn Utrecht – Woerden worden de volgende gevaarlijke stoffen vervoerd:

- brandbare vloeistoffen;
- toxische vloeistoffen;
- brandbare gassen.

In dit hoofdstuk wordt een kwalitatieve beschouwing gegeven van de effecten op de omgeving van een ongeval met gevaarlijke stoffen op de weg of het spoor. In dit onderzoek is bij het weergeven van effecten uitgegaan van de geoptimaliseerde inrichting van het plangebied conform het stedenbouwkundig plan.

3.2

WERKWIJZE

Voor de scenarioanalyse is geen rekening gehouden met de kans dat een ongeval daadwerkelijk op kan treden. Er wordt voor de verschillende categorieën van stoffen steeds beschreven welke ongevalsscenario's op zouden kunnen treden, ook al is de kans van optreden nog zo klein. Voor brandbare gassen kan bijvoorbeeld een fakkel of een wolkbrand optreden. Dit is afhankelijk van de wijze waarop het gas vrijkomt. Dit is weer gekoppeld aan een kans. Die kans speelt geen rol in de beschrijving van de effecten.

Daarnaast zijn effecten van ongevalsscenario's steeds afhankelijk van verschillende factoren. Daarbij gaat het ondermeer om de hoeveelheid vrijgekomen stof, de plaats van het ongeval in relatie tot de omgeving, de windrichting (vooral bij toxische stoffen). Steeds is uitgegaan van het meest ongunstige scenario, de zogenaamde 'worst case' benadering. Deze worst case wordt vervolgens kwalitatief beschouwd in relatie tot de verschillende deelaspecten. Als de wind bijvoorbeeld meestal uit een gunstige richting waait wordt dit wel genoemd.

Deze omschrijving vindt plaats met behulp van het achtergronddocument RBMII [18]. De effectafstanden worden in verband gebracht met de geoptimaliseerde inrichting zoals omschreven in het stedenbouwkundig plan. Effectafstanden worden in deze rapportage uitgedrukt in de afstand van de bron tot de 1%-letaliteitsgrens. Dat is de afstand waarop 1% van de aanwezige blootgestelde personen komt te overlijden als direct gevolg van het ongeval.

Steeds wordt de 'impact' van een ongevalsscenario beschreven in termen van slachtoffers en schade aan gebouwen in het gebied en speciaal de effecten op de Belle van Zuylen. In tabelvorm ziet dat er als volgt uit:

Tabel 3.1

Voorbeeldtabel beschrijving effecten

	scenario	Effect op gebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg Stofcat 1	Scenario 1.a	Groot	Klein	5
	Scenario 1.b	Gemiddeld	geen	3

In deze beschouwing van de verschillende scenario's gaat het vooral om de bijzondere effecten op de hoogbouw die mogelijk niet voldoende zijn belicht in de uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse.

Stofcategorieën

Omdat er zeer veel gevaarlijke stoffen zijn met elk hun specifieke gevaarlijke eigenschappen wordt in de risicoberekeningsmethodiek een categorisering van stoffen gehanteerd. Elke categorie van stoffen heeft vergelijkbare gevaarseigenschappen. De volgende categorieën worden onderscheiden:

Tabel 3.2

Relevante stofcategorieën

Stof categorie spoor	Soort stof	Voorbeeld stof
A	brandbare gassen	LPG
C3	zeer brandbare vloeistoffen	Benzine
D3	giftige vloeistoffen	Acrylnitril
D4	zeer giftige vloeistoffen	Chloor
Stof categorie weg		
GF3	zeer brandbaar gas	LPG
LF1	brandbare vloeistof	Diesel
LF2	zeer brandbare vloeistof	Benzine
LT1	giftige vloeistof	Acrylnitril
LT3	zeer giftige vloeistof	Chloor

Slachtoffercategorie

Met behulp van de methodiek zoals wordt gebruikt in de Leidraad Maatramp (LMR) is getracht om aan verschillende (ongevals)scenario's een slachtoffercategorie te koppelen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de werkwijze zoals is beschreven in hoofdstuk 9 van de Leidraad Maatramp (LMR) [19]. Hierbij vormen de effectafstanden van het scenario, de bezettingsgraad van de omgeving en het aantal meters bebouwing dat binnen de effectafstand valt gezamenlijk de slachtoffercategorie.

Opgemerkt wordt dat de LMR niet ten volle is benut omdat slechts een slachtoffercategorie is toebedeeld aan de verschillende scenario's, de koppeling met een bepaalde maatrampclassificatie (I t/m V) is niet gemaakt. De reden hiervoor is dat de LMR is bedoeld om toe te passen voor een volledige, regionale, inventarisatie van alle objecten die een risico vormen binnen de regio. Dat betekent dat de LMR in deze situatie niet optimaal kan worden toegepast. Het is echter de enige methode om een indicatie te krijgen van het aantal potentiële slachtoffers. Er zijn in totaal 6 slachtoffercategorieën te onderscheiden (0-5). Deze klassen verhouden zich tot een ongeval¹ waarbij een zeer beperkt aantal slachtoffers valt (categorie 0) tot een ongeval² waarbij zeer veel slachtoffers vallen (categorie 5). In dit onderzoek wordt volstaan met het noemen van de slachtoffercategorie. Deze geldt dus als indicatie voor het aantal slachtoffers.

¹ Een ongeval met een beperkt aantal slachtoffers kan wel grote materiele schade of ontwrichting van de samenleving betekenen.

² Een ongeval met zeer veel slachtoffer kan qua materiele schade zeer beperkt blijven. Bijvoorbeeld een toxische wolk.

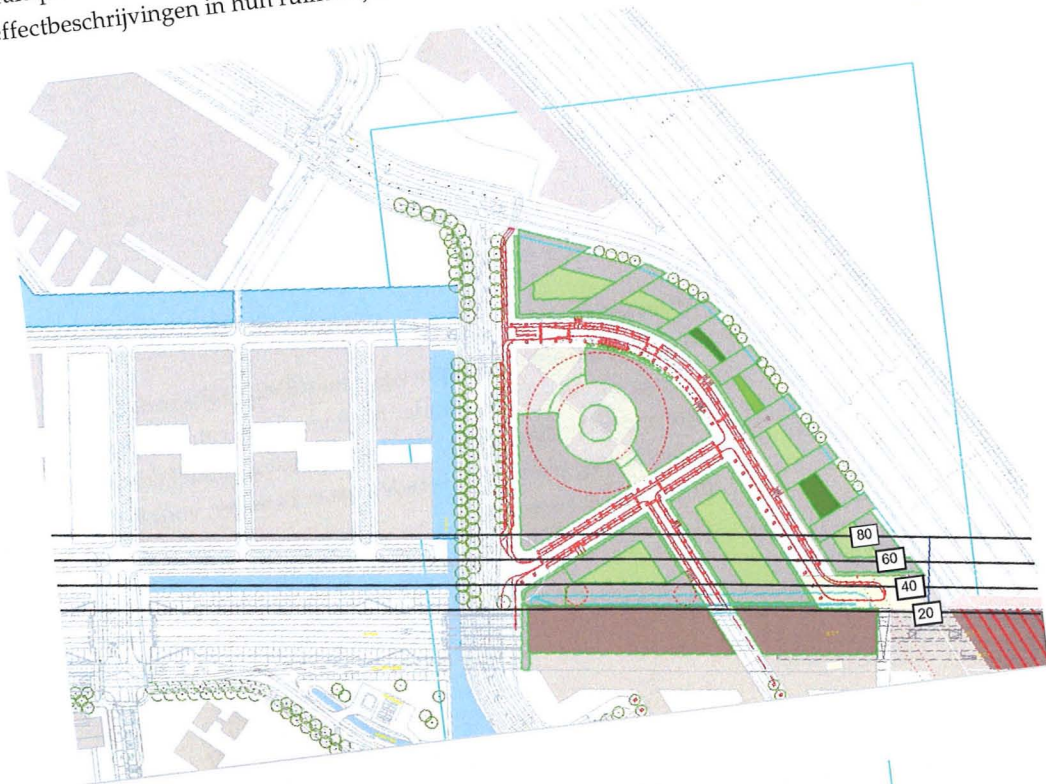
3.3

WAT IS HET EFFECT VAN DEZE STOFFEN

In onderstaande figuren wordt aangegeven wat de afstanden zijn tot de as van de twee transportassen. Daarmee kunnen de verschillende afstanden die worden genoemd in de effectbeschrijvingen in hun ruimtelijke context worden geplaatst.

Figuur 3.1

Afstanden in meters tot het hart van de spoorlijn

**Figuur 3.2**

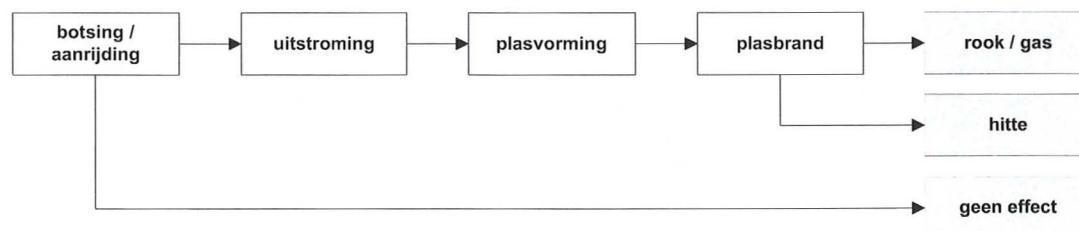
Afstanden in meters tot het hart van de A2



3.3.1

BRANDBARE VLOEISTOFFEN

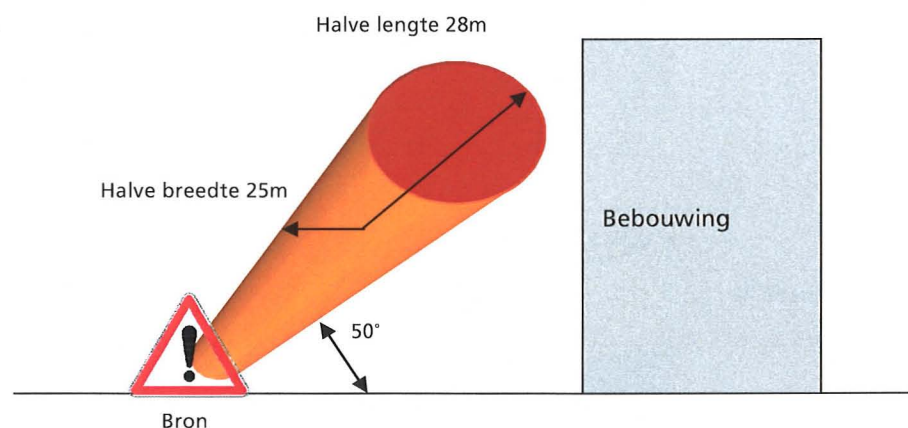
Voor brandbare vloeistoffen (op de weg stofcategorie LF1 en LF2 en op het spoor C3) zijn de onderstaande scenario's mogelijk:

**Effectafstanden**

Conform de effectenrapportage van RBMII [11] wordt dit scenario gemodelleerd met een scheve cilinder. Deze cilinder heeft een hoek van 50 graden³ en buigt af in de windrichting (zie onderstaande figuur). Een plas wordt gemodelleerd met een volledige uitstroming. Voor de weg is de straal van de plas is 23 meter, voor het spoor geldt een oppervlak van 600 m² (worst case scenario).

Afbeelding 3.1

Schematische weergave
plasbrand



In de onderstaande tabel zijn voor LF1 en LF2 de maten weergegeven van de scheve cilinder die de 1%-letaliteitsgrens weergeeft voor de snelweg.

Tabel 5.1

Maten van scheve cilinder voor
1%-letaliteitsgrens bij een
plasbrand, bij windklasse F1,5

Stofcategorie	Straal vd Plas	Middelpunt(m) ⁴	Halve lengte (m)	Halve breedte (m)
LF1	23 meter	5	28	26
LF2	23 meter	5	28	25

Uitgaande van deze gegevens kan de maximale 1%-letaliteitsgrens op hoogte worden berekend. Deze afstand is 58 meter⁵.

³ Voor stoffen in categorie LF1.

⁴ Als middelpunt geldt de afstand tussen de bron en het centrum van de plasbrand.

⁵ Berekend via $\cos(50) \cdot 2 \text{ maal de halve lengte} + \cos(50) \cdot \text{halve breedte} + \text{afstand bron tot centrum plasbrand}$
 $= \cos(50) \cdot 56 \text{ meter} + \cos(50) \cdot 26 + 5 = 58 \text{ meter}$

Voor spoor geldt voor stofcategorie C3 de 1%-letaliteitsgrens zoals weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5.2

Maten van scheve cilinder voor 1 %-letaliteit bij een plasbrand, bij windklasse F1,5

Stofcategorie	Plasoppervlak	Middelpunt(m)	Halve lengte (m)	Halve breedte (m)
C3	600m ²	6,37	20,88	17,40

Uitgaande van deze gegevens kan de maximale 1%-letaliteitsgrens op hoogte worden berekend. Deze afstand is 44 meter.

Windrichting

Voor zowel de A2 als de spoorlijn Utrecht - Woerden is met behulp van het paarse boek[16] gekeken wat de overheersende windrichting is. Voor de dagsituatie is de overheersende windrichting uit de range van windrichtingen tussen noord en zuid via west. (de westelijke windrichtingen) Voor de nacht is er nauwelijks onderscheid tussen de oostelijke en westelijke richtingen.

Tabel 5.3

Verdeling windrichting, weerstation Soesterberg [16]

Soesterberg	Dag (%)	Nacht (%)
Noord naar zuid, via oost(oostelijke winden)	39.2	48.3
Noord naar zuid, via west (westelijk winden)	60.8	51.7
West naar Oost via Noord (noordelijke winden)	48.0	41.3
West naar Oost via Zuid (zuidelijke winden)	52.1	58.6

Dit overzicht wordt gegeven omdat sommige scenario's, zoals een gemodelleerde vloeistofbrand zich als een scheve cilinder gedraagt, die afbuigt in de richting van de wind. Voor het plangebied Leidsche Rijn Centrum Noord wil dit zeggen dat in minder dan de helft van de gevallen, bij een ongeval op de weg, de wind richting het plangebied staat. Het plangebied ligt namelijk ten westen van de A2 dus ligt alleen benedenwinds bij oostelijke winden (dag/nacht, 39.2/48.3 %) Indien de wind in de richting van het plangebied waait, kan er schade aan de dichtstbijzijnde gebouwen optreden. De eerste bebouwing ligt op circa 60 meter van de as van de hoofdrijweg. Omdat brandbare vloeistoftransporten zich nagenoeg uitsluitend op de hoofdrijbaan bevinden, is het niet waarschijnlijk dat er veel gewonden vallen of grote schade optreedt aan de gebouwen van Leidsche Rijn Centrum Noord.

De spoorlijn ligt ten zuiden van het plangebied. De geplande bebouwing ligt op circa 25 meter van de as van de spoorlijn. In circa de helft van gevallen overdag staat de wind richting het plangebied. 's Nachts is dat nog wat vaker het geval, maar gebouwen met kantoorfuncties die dicht bij het spoor zijn gesitueerd zijn dan meestal leeg. Een deel van de woonbebouwing is ook nabij het spoor gelegen en ligt dus in de gevaren zone. De meeste woonbebouwing is verder van het spoor gelegen, buiten de effectafstand van dit scenario.

Impact

Het plasbrand scenario kan voor het spoor dus belangrijke effecten geven voor zowel bebouwing als het aantal slachtoffers. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat op maaiveld niveau de effecten beperkt zijn.

Voor een plasbrand op het spoor geldt een effectafstand van ca 20 meter (afhankelijk van de wind). Aangezien de eerste bebouwing op circa 25 meter van de as van het spoor staat valt

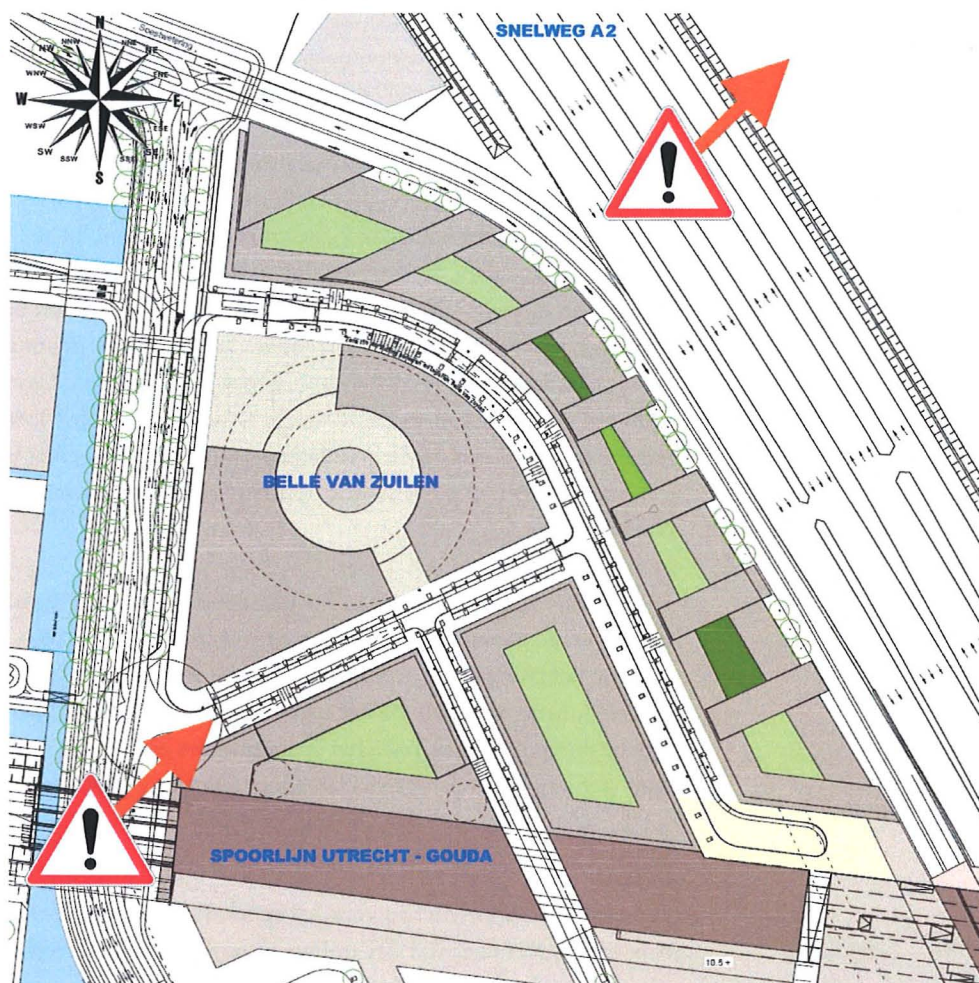
deze buiten de effectafstand. Echter doordat een plasbrand als een scheve cilinder moet worden gemodelleerd zie je dat de effectafstand op enige hoogte een maximale afstand van 58 meter heeft. Dit geeft een slachtoffercategorie 2.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (LF1, LF2)	Plasbrand scenario	klein	geen	n.v.t.
Spoor (C3)	Plasbrand scenario	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers en schade aan eerste rij gebouwen bij het spoor door effecten op grotere hoogte.	geen	2

Voor een schematische weergave van het effect van de windrichting in samenhang met een incident zie het onderstaande plaatje. Hierbij geven de oranje pijlen de overheersende windrichting aan.

Afbeelding 3.2

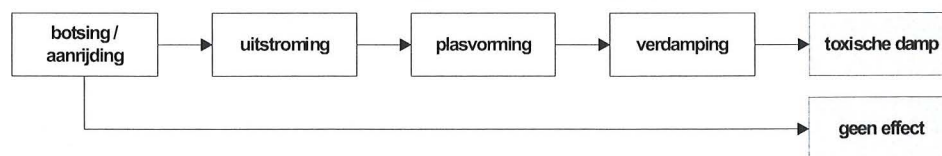
Schematische weergave
windrichting plangebied



3.3.2

TOXISCHE VLOEISTOFFEN

Voor de toxische vloeistoffen is het volgende scenario mogelijk:

**Weg**

In de effectenrapportage van RBMII is het scenario's bij een grote uitstroming (de straal van de plas is 23 meter in het worst case scenario) weergegeven. In de onderstaande tabel zijn de effectafstanden voor 1%-letaliteit voor binnen en buiten weergegeven en, voor stoffen in categorie LT1 weergegeven. Aangenomen wordt dat men in een gebouw minder gevaar loopt dan in de buitenlucht. Dit is mede afhankelijk van de wijze waarop de ventilatiesystemen zijn ingeregeld.

De in deze scenarioanalyse gegeven weerklassen kunnen als volgt worden omschreven in relatie tot het scenario:

Weerklasse D5 betekent een windsnelheid van 3-5 m/s (circa windkracht 3 Beaufort) die zorgt voor relatief snelle menging van de toxische dampen met de overige lucht. Hierdoor wordt de toxische damp vrij snel verdunt tot een niet-letale dosis. Tot op veel grotere afstand kunnen wel andere effecten als irritatie van luchtwegen of ogen optreden.

Weerklasse F1,5 betekent een windsnelheid van 1-2 m/s (circa windkracht 1 a 2 Beaufort). Door de lagere windsnelheid treedt er veel minder snel vermenging op van de toxische damp met de overige lucht, de wolk zal minder snel verdunnen tot een niet-letale dosis.

Voor stoffen in de categorie LT1 zijn de afstanden van de bron tot de 1%-letaliteitsgrens weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5.4

1 %-letaliteit, voor
stofcategorie LT1

Weerklasse	1% letaliteitsgrens (m) bij een plastraal van 23m	
	Binnenshuis	Buitenshuis
D5 (meest voorkomend in Nederland)	50	75
F1,5 (stabiel weer)	211	340

Voor stoffen in de categorie LT3 zijn de afstanden van de bron tot de 1%-letaliteitsgrens weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5.5

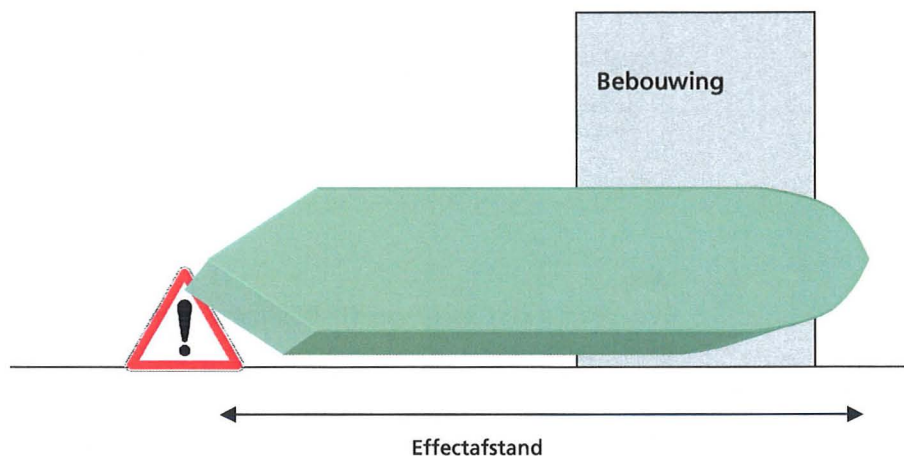
1 %- letaliteit voor
stofcategorie LT3

Weerklasse	1% letaliteitsgrens (m) bij een plastraal van 23m	
	Binnenshuis	Buitenshuis
D5 (meest voorkomend in Nederland)	802	1067
F1,5 (stabiel weer)	3045	4458

Met name de stoffen in categorie LT3 kunnen een zeer grote impact hebben op de omgeving.

Afbeelding 3.3

Schematische weergave van een toxische wolk

**Spoor**

In de effectenrapportage van RBMII is het scenario's bij een grote uitstroming (oppervlakte plas is 600m²) weergegeven. In de onderstaande tabel zijn de afstanden van de bron tot de 1%-letaliteitsgrens voor stoffen in categorie D3 weergegeven.

Dit zijn afstanden vanaf de bron van het ongeval.

Tabel 5.6

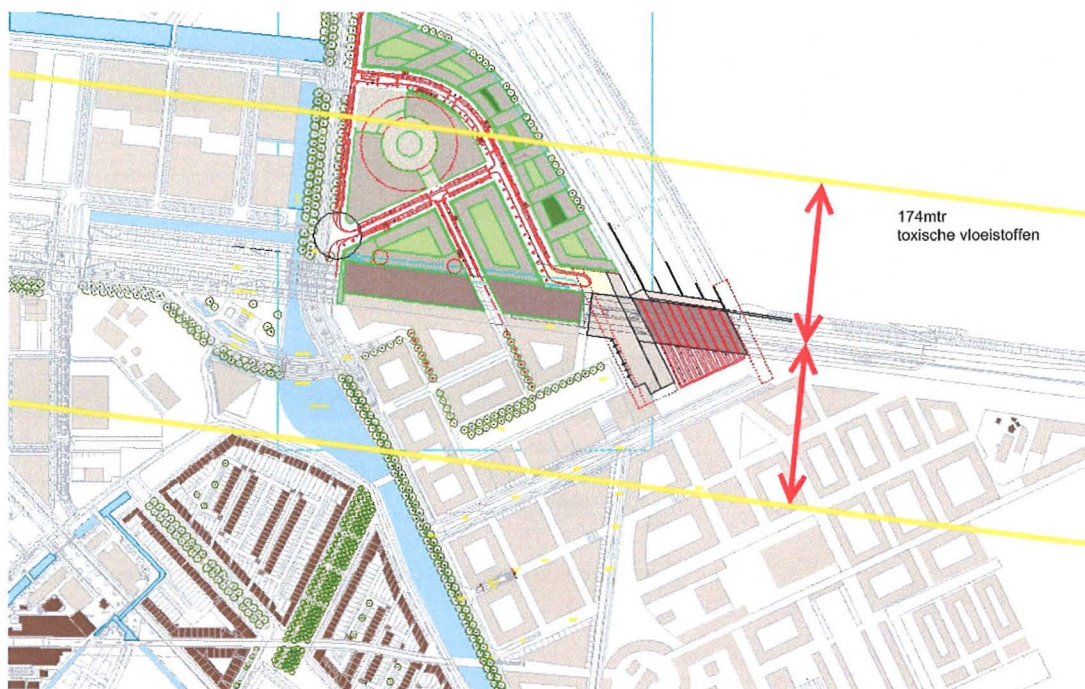
1 %-letaliteit, voor stofcategorie D3

Weerklasse	Opp=600 m ²	
	Binnen	Buiten
D5 (meest voorkomend in Nederland)	30	45
F1,5 (stabiel weer)	95	174

Figuur 3.3

Worst case effect afstand bij een ongeval met D3

In figuur 3.3 is te zien hoe het effectgebied het plangebied overlapt.



Voor stoffen in de categorie D4 zijn de afstanden van de bron tot de 1%-letaliteitsgrens weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5.7

1 %- letaliteit voor
stofcategorie D4

Weerklasse	Opp=600 m ²	
	Binnen	Buiten
D5 (meest voorkomend in Nederland)	120	602
F1,5 (stabiel weer)	1719	2288

Met name de stoffen in categorie D4 kunnen een zeer grote impact hebben op de wijde omgeving.

Windrichting

Bij de omvang van de toxische wolk speelt de wind een grote rol. Net als bij brandbare vloeistoffen ontstaat er een soort ellips/cilinder, die meegevoerd wordt in de overheersende windrichting. Toxische stoffen zijn veelal zwaarder of net zo zwaar als de lucht en zullen zich dus over het grondoppervlak verplaatsen en slechts in beperkte mate opstijgen. Toxische stoffen hebben een grote effectafstand (afhankelijk van de windsnelheid).

Impact

Een toxische wolk brengt geen schade toe aan gebouwen, alleen aan mensen buiten of binnen deze gebouwen. Afhankelijk van de windrichting en windsnelheid ten tijde van een dergelijk ongeval kan het plangebied Leidsche Rijn Noord hiervan grote effecten ondervinden.

Een toxische wolk bij stofcategorie LT3 heeft de grootste effectafstand, te weten 4458 meter. Wetend dat de Belle op een afstand van circa 180 meter van de weg ligt betekent dit dat, afhankelijk van de windrichting, het scenario effect kan hebben op het gehele plangebied. Uitgaande van de LMR komt een ongeval met een giftige stof op de weg uit op een slachtoffercategorie 5. Een toxische wolk na een ongeval met stofcategorie LT1 geeft maximaal een slachtoffercategorie 3. Omdat er op de rijksweg A2 weinig vervoer in deze categorie plaatsvindt, in combinatie met de kans op een ongeval, is de verwachting dat dit scenario hier optreedt zeer klein. Op het spoor is deze kans aanmerkelijk groter.

Op het spoor heeft een toxische wolk bij stofcategorie D4 de grootste effectafstand, te weten 2288 meter. Het scenario kan dus, afhankelijk van de windrichting, effect hebben op het gehele plangebied. Uitgaande van de LMR komt een ongeval met een giftige stof op het spoor uit op een slachtoffercategorie 5. Een toxische wolk na een ongeval met stofcategorie D3 geeft maximaal een slachtoffercategorie 3.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (LT1, LT3)	Toxische wolk scenario	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers als gevolg van inhalatie. Geen schade aan gebouwen.	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers	5
Spoor (D3, D4)	Toxische wolk scenario	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers als gevolg van inhalatie. Geen schade aan gebouwen.	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers	5

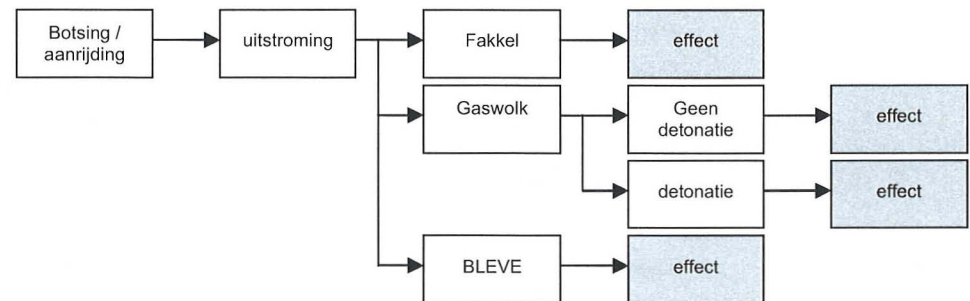
3.3.3

BRANDBARE GASSEN

Op basis van de effectbeschrijving uit RBMII is er een aantal scenario's voor brandbare gassen te weten:

- een fakkel;
- een wolkbrand;
- een gaswolkexplosie;
- BLEVE (koud en warm); alleen bij instantaan vrijkomen.

In de hiernavolgende gebeurtenisboom is aangegeven welke effecten kunnen optreden.



Een continue uitstroming (gat 50 mm (weg) en 75 mm (spoor))

En continue uitstroming kan leiden tot een fakkel, een wolkbrand of een gaswolkexplosie.

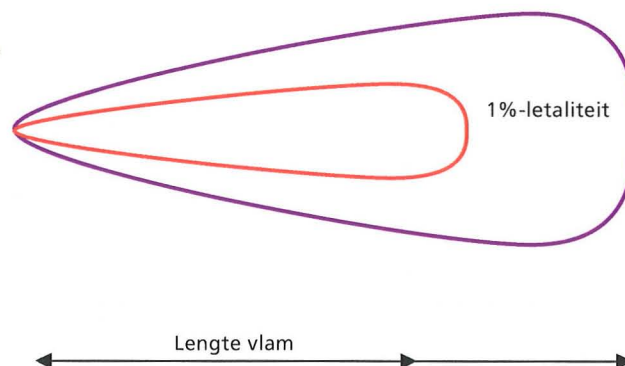
Deze hebben voor de continue uitstroming de volgende effecten.

Fakkelbrand weg

De lengte van de vlam bedraagt circa 58 meter en wordt gemodelleerd als een ellips in RBMII. Het middelpunt van deze ellips ligt op 29 meter van de bron. De 1%-letaliteitsgrens is een ellips met een halve lengte van 43 meter en een halve breedte van 40 meter. Voor een fakkelbrand ligt de 1%-letaliteitsgrens dan op circa 72 meter⁶ van de bron.

Afbeelding 3.4

Schematische weergave
fakkelbrand



Impact

Indien een fakkelbrand ontstaat aan de rand van de snelweg en de gebouwen dicht bij de snelweg staan, kunnen deze gebouwen schade ondervinden. Indien de fakkel verticaal gericht is, is tot circa 40 meter (breedte fakkel) een effect waarneembaar op de bebouwing (met name brandschade). De eerste gebouwen van Leidsche Rijn Centrum Noord komen te

⁶ Middelpunt ellips+ halve lengte. $29 + 43 = 72$ meter.

staan op circa 60 meter van de as van de hoofdrijbaan. Bij een dergelijke brand ondervindt met name de eerste rij gebouwen schade. Er zijn geen bijzondere effecten op de hoogbouw te verwachten.

Fakkelbrand spoor

De lengte van de vlam bedraagt circa 77 meter en wordt gemodelleerd als een ellips in RBMII. Het middelpunt van deze ellips ligt op 39 meter. De 1%-letaliteitsgrens is dan een ellips met een halve lengte van 56 meter en een halve breedte van 52 meter. Voor een fakkelbrand ligt de 1%-letaliteitsgrens dan op circa 95 meter.

Impact

Indien een fakkelbrand ontstaat aan de rand van het spoor en de gebouwen dicht bij het spoor staan, kunnen deze gebouwen schade ondervinden. Indien de fakkel verticaal gericht is, is tot circa 52 meter (breedte fakkel) een effect waarneembaar op de bebouwing. De eerste gebouwen van Leidsche Rijn Centrum Noord komen te staan op circa 25 meter van de as van de spoorlijn. Bij een dergelijke brand ondervindt vooral de eerste rij gebouwen schade en zullen er mogelijk ook slachtoffers vallen. Er zijn geen bijzondere effecten op de hoogbouw te verwachten.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	Fakkel-brand	Mogelijk slachtoffers en beperkte schade aan gebouwen	geen	1
Spoor (A)	Fakkel-brand	slachtoffers en enige schade aan gebouwen	geen	1

Dispersiewolk/ wolkbrand

Voor een wolkbrand geldt dat iedereen die aanwezig is binnen de wolk overlijdt. Conform RBMII horen hier onderstaande effectafstanden bij.

Tabel 5.8

Wolkbrandbreedte, kleine uitstroming

Afstand centrum [m] ⁷	Weg - Wolkbreedte [m]		Spoor - Wolkbreedte [m]	
	D5	F1,5	D5	F1,5
10	5	5	7	7
20	7	7	10	10
30	8	8	12	12
40	9	8	13	13
50	9		14	
60			15	
70			15	
80			15	
90			15	

Impact

De wolkbreedte wordt weergegeven op maaiveld. Indien aangenomen wordt dat de wolk bolvormig is, overlijdt iedereen die zich binnen de wolk bevindt. Daarbuiten niet. Dit scenario heeft geen groot effect op de nabijgelegen bebouwing. Dit scenario heeft geen effecten op het plangebied. Er zijn dus ook geen bijzondere effecten op de hoogbouw te verwachten.

⁷ Dit betreft de afstand tussen de bron en het centrum van de wolk.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	Wolkbrand	geen	geen	n.v.t.
Spoor (A)	Wolkbrand	geen	geen	n.v.t.

Gaswolkexplosie (continue uitstroming)

Bij een gaswolkexplosie overlijden alle aanwezigen binnen het gebied waar 0.3 atm overdruk is. Voor een kleine uitstroming is de straal van deze contour 60 meter (weg) en 85 meter (spoor).

Bij 0.1 atm overdruk overlijden personen die binnen verblijven niet. Voor de mensen die buiten verblijven, is de kans op overlijden 0.025. De straal van de contour bij 0.1 atm overdruk is 121 meter (weg) en 170 meter (spoor) bij een kleine uitstroming.

Impact

Verschillende deelgebieden van het plan Leidsche Rijn Centrum Noord liggen binnen de effectafstanden van een gaswolkexplosie op de weg of het spoor. Uitgaande van de worst case benadering kunnen gebouwen tot 121 meter (weg) en 170 meter (spoor) schade ondervinden van een dergelijk scenario. Dit zijn voor Leidsche Rijn Centrum Noord alle deelgebieden behalve de Belle van Zuylen. Het effect van dit scenario en de kans erop is dus goed meegenomen in de kwantitatieve analyse.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	Gaswolk explosie (cont)	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers en schade aan gebouwen	geen	2
Spoor (A)	Gaswolk explosie (cont)	(dodelijke) slachtoffers en schade aan gebouwen	geen	3

Instantane uitstroming

En instantane uitstroming kan leiden tot een BLEVE, een gaswolkexplosie of een dispersie wolk. Deze hebben voor de instantane uitstroming de volgende effecten.

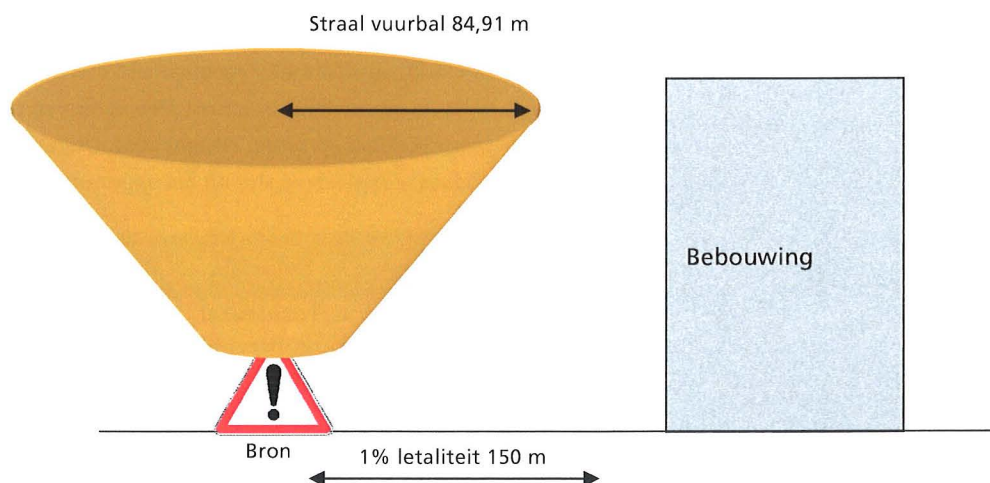
BLEVE

Voor de BLEVE⁸ is het belangrijk op te merken dat de effecten die RBM II rapporteert de effecten op maaiveld-niveau betreffen. Dit verklaart waarom de afstand tot 35 kW/m^2 (100% letaliteit) voor de weg op 59 meter ligt en dus kleiner is dan de straal van de vuurbal (85 m). Overigens is het zo dat RBM II naast het criterium van 35 kW/m^2 voor 100% letaliteit tevens het criterium hanteert dat onder de vuurbal een letaliteitspercentage geldt van 100%. RBM II rekent dus met 100% letaliteit tot een afstand van 85 m voor de weg.

Bovenstaande afstanden zijn echter nog steeds op het maaiveld. Kijken we 3-dimensionaal dan zien we dat het centrum van de vuurbal ligt op een hoogte van 2 keer de straal, ofwel 170 m. Bovendien weten we dat de afstand op maaiveldniveau tot 35 kW/m^2 gelijk is aan 59 m. Met de stelling van pythagoras kan dan worden berekend dat de afstand van het centrum van de vuurbal tot de 35 kW/m^2 contour gelijk is aan ca. 180 m. Via hetzelfde sommetje kan deze afstand ook voor het spoor worden bereken. Bij het spoor bevindt de 35 kW/m^2 grens zich op 90 meter van de bron en de straal van de vuurbal is 109 m. Daaruit volgt dat het centrum van de vuurbal zich bevindt op 218 m hoogte (2 keer de straal). Op die hoogte is de afstand van het centrum van de vuurbal tot de 35 kW/m^2 grens ca 236m.

Afbeelding 3.5

Schematische weergave BLEVE, (werkelijkheid betreft een soort paddestoel)



Op de bovenstaande berekening kan worden voortgeborduurd om te berekenen waar de Belle wordt 'doorsneden' door de bolvormige 35 kW/m^2 grens. Daarvoor kan wederom met de stelling van pythagoras worden gerekend. Twee afstanden zijn daarbij van belang: de afstand van de Belle van Zuylen tot de transportassen van 180m en de afstand van de 35 kW/m^2 grens tot het centrum van de vuurbal van 236m (bij spoor). Via pythagoras kan worden afgeleid dat de Belle wordt doorsneden op 150 meter boven en onder het centrum van de vuurbal. Het centrum van de vuurbal ligt bij spoor op 218 meter. Dat wil dus zeggen dat de Belle al op $218 - 150 = 68\text{m}$ boven de grond wordt 'doorsneden' door de 35 kW/m^2 grens. De bovenste ca 200 meter liggen dus binnen die grens. Dat zijn zo'n 70 verdiepingen

⁸ Een BLEVE is een Boiling Liquid Vapour Explosion. Dit wil zeggen dat als een tankwagen LPG verhit wordt, er drukopbouw in de tank plaatsvindt en deze kan exploderen als gevolg van directe ontsteking.

met een bruto vloeroppervlak van gemiddeld 500m² (schatting). Dat betekent dat 35000 m² bvo binnen de grens ligt. Uitgaande van 30 m²/persoon, wat een gebruikelijk kengetal is bij kantoren, zouden er ruim 1100 personen binnen deze grens verblijven. Van de Belle is bekend dat er een belangrijk deel een woonfunctie krijgt waardoor de omrekenfactor van voor kantoren een hoge inschatting is. Niettemin is helder dat bij dit scenario, afhankelijk van de invulling van de Belle, om en nabij de 1000 personen te maken krijgen met een warmte effect van de 35 kW/m². Zij zullen echter in de Belle verblijven. Het warmte effect in de toren zal aanmerkelijk minder zijn als de constructie van hittewerende materialen is voorzien.

Op maaiveldniveau gelden hele andere effectafstanden. Voor een BLEVE op de rijksweg geldt een 1%-letaliteitsgrens van 150 meter en voor het spoor ligt deze grens op 238 meter. Dit is dus niet te vergelijken met de 100% letaliteit indien men onbeschermd wordt blootgesteld aan 35 kW/m².

Impact

Er is bij een BLEVE dus een duidelijk verschil tussen de effecten op enige hoogte en de effecten op maaiveldniveau. Op hoogte zijn de effectafstanden in het horizontale vlak het grootst op ca 200 m te weten respectievelijk 236 en 180 meter voor de 35 kW/m² grens. Binnen die afstand op die hoogte geldt een 100% letaliteit indien men niet wordt beschermd (door een constructie). Op die hoogte zal alleen de Belle van Zuylen een belangrijk effect ondervinden. Op maaiveld niveau zullen echter nabij het spoor en de weg ook veel dodelijke slachtoffers vallen als gevolg van warmtestraling en drukeffecten.

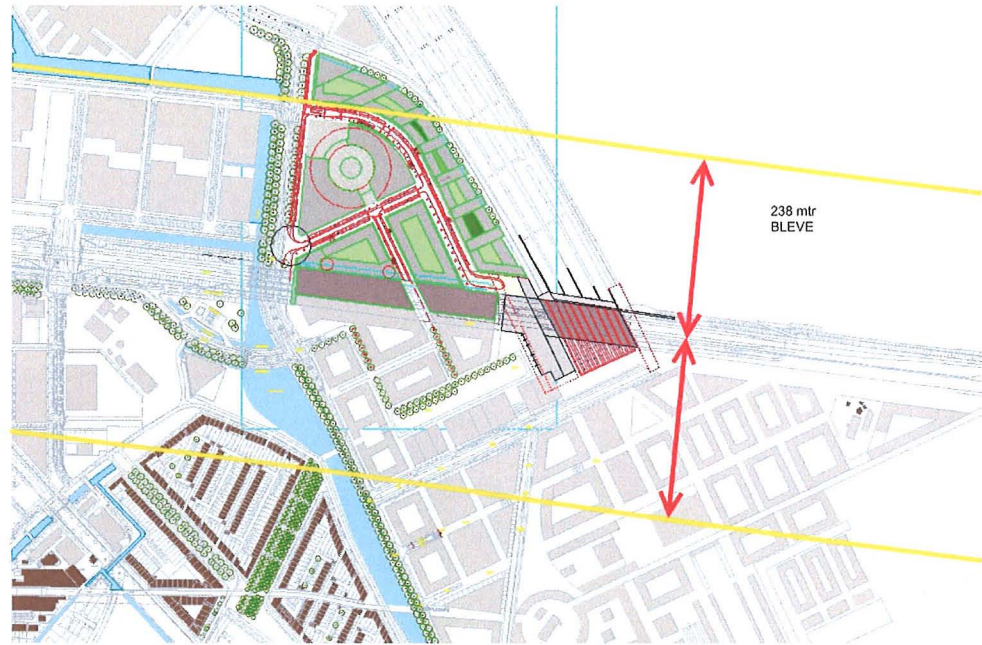
Gezien de effectafstand van 238 meter op maaiveld niveau en de effecten op hoogte en wetend dat de Belle op een afstand van circa 180 meter van de spoor ligt betekent dit dat het scenario een belangrijk effect op groter hoogte kent. Uitgaande van de LMR komt een ongeval met brandbase/explosieve stof op het spoor uit op een slachtoffercategorie 4.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	BLEVE	Veel (dodelijke) slachtoffers (cat 4) en schade aan gebouwen	Mogelijke schade aan Belle	4
Spoor (A)	BLEVE	Veel (dodelijke) slachtoffers (cat 4) en schade aan gebouwen	Schade aan Belle	4

In figuur 3.4 is te zien hoe het effectgebied op maaiveldniveau overlapt met het plangebied.

Figuur 3.4

1% letaliteitsgrens bij een BLEVE op het spoor



Gaswolkexplosie (instantaan vrijkomen)

Bij een gaswolkexplosie overlijden alle aanwezigen binnen het gebied waar 0.3 atm overdruk is. Bij instantane uitstroming is de straal van deze wolk 126 meter (weg) en 163 meter (spoor).

Bij 0.1 atm overdruk, overlijden personen die binnen verblijven niet. Voor de mensen die buiten verblijven, is de kans op overlijden 0.025. De straal van de wolk bij 0.1 atm overdruk is 252 meter (weg) en 325 (spoor) bij instantaan falen.

Impact

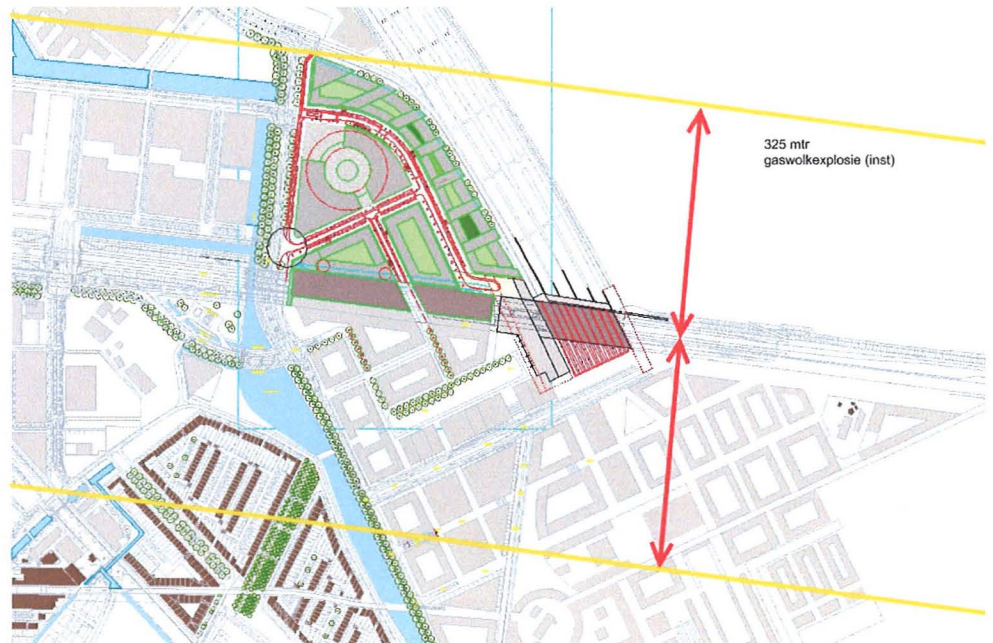
Verschillende deelgebieden van het plan Leidsche Rijn Centrum Noord liggen binnen de effectafstanden van een gaswolkexplosie op de weg of het spoor. Uitgaande van de worst case benadering kunnen gebouwen tot 252 meter (weg) en 325 meter (spoor) schade ondervinden van een dergelijk scenario en kunnen bovendien veel slachtoffers vallen. Dit zijn voor Leidsche Rijn Centrum Noord alle deelgebieden.

	scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	Gaswolk explosie (inst.)	Veel (dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen	Mogelijke schade aan Belle	4
Spoor (A)	Gaswolk explosie (inst.)	Veel (dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen	Mogelijke schade aan Belle	4

In figuur 3.5 is te zien hoe het effectgebied van een gaswolkexplosie overlapt met het plangebied.

Figuur 3.5

Effectgebied gaswolkexplosie
(instantaan vrijkomen) op het
spoor



Dispersiewolk/ wolkbrand (instantaan vrijkomen)

Voor een wolkbrand geldt dat iedereen aanwezig binnen de wolk overlijdt. Conform RBMII horen hier onderstaande effectafstanden bij.

Tabel 5.9

Wolkbreedte bij instantane
uitstroming

Afstand centrum [m]	Weg - Wolkbreedte [m]		Spoor - Wolkbreedte [m]	
	D5	F1,5	D5	F1,5
10	71	116	87	146
20	98	149	120	192
30	117	159	144	215
40	131		163	223
50	142		179	
60			192	

Impact

De wolkbreedte wordt weergegeven op maaiveld. Indien aangenomen wordt, dat de wolk rond is, overlijdt iedereen die zich binnen de wolk bevindt (zowel binnen als buiten een gebouw). Daarbuiten niet. Gezien de breedte van de wolk heeft deze wolk bij ontsteking wel effecten op de omgeving. De Belle zal alleen bij een ongeval op het spoor schade ondervinden.

scenario		Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer cat
Weg (GF3)	Dispersiewolk	(dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen	geen	3
Spoor (A)	Dispersiewolk	Veel (dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen	Mogelijke schade aan Belle	4

In de hiernavolgende sub-paragraaf is met betrekking tot drukeffecten weergegeven wat de gevolgen kunnen zijn voor alle hierboven beschreven scenario's met een instantaan vrijkomen van brandbaar gas. Hierbij treden belangrijke drukeffecten op.

Impact: Drukeffecten

Instantane uitstroming van brandbare gassen waarbij tevens een ontstekingsbron aanwezig is, heeft voor Leidsche Rijn Centrum Noord (grote) effecten op de omgeving. Dit omdat in het plangebied de afstand tot het hart van de weg circa 60 meter is. De afstand van de bebouwing tot het hart van het spoor is slechts 25 meter. Op basis van genoemde afstanden betekent dit dat er veel slachtoffers zijn en de kans aanwezig is dat gebouwen bezwijken. Dit hangt natuurlijk wel af van de precieze locatie van het ongeval ten opzichte van de bebouwing. Voor het inschatten van schade aan de gebouwen is gebruik gemaakt van PGS1.

Als gevolg van een gasexplosie kunnen met name drukgolven optreden. Bij een drukgolf duurt het enige tijd voordat de maximale druk optreedt. Een drukgolf kan een gebouw passeren, er tegen "aanbotsen" of om het gebouw heengaan. De mate waarin een gebouw "vervorming" kan opvangen geeft aan welke schade op kan treden. De mate van vervorming of mate van drukgolven waar een gebouw tegen bestand is, hangt samen met de constructie, de stijfheid, materiaalgebruik en dergelijke. Conform PGS1 [3] zijn er een viertal schadeniveaus.

Tabel 5.12

Schadeniveaus als gevolg van drukgolven

Schade niveau	Piek overdruk [kPa]	
Totale destructie	> 83	Leidt tot sloop van het gebouw
Zware schade	> 35	Leidt tot sloop van het gebouw
Matige schade	> 17	Schade mogelijk aan de draagconstructie, maar kan gerepareerd worden
Lichte schade	> 3.5	Schade aan ruiten, meubilair en muren/daken, maar niet aan de constructie

Nu is er geen kant-en-klaar antwoord voor Leidsche Rijn Noord. In het gebied is gemengde bebouwing aanwezig, met laag- en hoogbouw. In PGS1 is er een voorbeeld uitgewerkt op basis van een explosie bij een gebouw van meer dan vier verdiepingen⁹. Dit voorbeeld geeft aan dat bij een belasting op de lange zijde dit gebouw bezwijkt. Bij een tweede voorbeeld, vindt er een gasexplosie plaats. Op enkele honderden meters is er een gemengde wijk, met laag- en hoogbouw. Deze wijk ondervindt op basis van PGS1 alleen lichte schade.

Het bezwijken van een gebouw hangt af van de drukgolf die optreedt, hoe deze op het gebouw komt, maar ook van de constructie van het gebouw. Voor Leidsche Rijn en Belle van Zuylen kan op basis van deze kwalitatieve beschrijving niet uitgesloten worden dat er ernstige schade optreedt aan de constructie.

⁹ Gebruik makend van een drukimpulssdiagram i.c.m. een een-massa-veersysteem.

3.4

CONCLUSIE

Op basis van genoemde scenarioanalyses komen wij tot de volgende conclusie ten aanzien van bijzondere effecten op de hoogbouw die mogelijk niet voldoende zijn belicht in de uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse.

In onderstaande tabel zijn effecten van de eerder beschreven scenario's samengevat. Per scenario zijn steeds de meest ongunstige effecten weergegeven.

Stofcategorie	Scenario	Effect op plangebied	Effect op Belle	Slachtoffer categorie
Brandbare vloeistoffen	plasbrand	Mogelijk (dodelijke) slachtoffers en schade aan eerste rij gebouwen bij het spoor door effecten op grotere hoogte.	geen	2
Toxische vloeistoffen	toxische wolk	Veel (dodelijke) slachtoffers als gevolg van inhalatie. Geen schade aan gebouwen.	mogelijk (dodelijke) slachtoffers	5
Brandbare gassen	fakkel	Slachtoffers en beperkte schade aan gebouwen m.n. bij spoor	geen	1
	wolkbrand	(dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan eerste rij gebouwen	geen	4
	gaswolk-explosie	(dodelijke) slachtoffers en mogelijk schade aan gebouwen m.n. bij spoor	mogelijke schade aan Belle	4
	BLEVE	Veel (dodelijke) slachtoffers (cat 4) en schade aan gebouwen	schade aan Belle	4

Bijzondere letaliteitseffecten

Het plasbrandsценario heeft een onvoldoende groot effectgebied om de Belle van Zuylen te bereiken waardoor bijzondere effecten op de hoogbouw niet te verwachten zijn. Toxische stoffen daarentegen hebben een dusdanig groot effectgebied dat, afhankelijk van de windrichting ook de toren binnen het effectgebied zou kunnen komen te liggen. Dit geeft wederom echter geen bijzondere effecten.

Voor de LT3-stofgroep ligt de Belle van Zuylen ruimschoots binnen het effectgebied. Voor de LT1-stofgroep geldt bij weerklasse D5 een beperktere afstand van circa 50 meter binnen. Voor deze stofcategorie kan niet uitgesloten worden dat een wolk zich op grotere hoogte verder verspreidt en dus in de buurt van de Belle van Zuylen zou kunnen komen. Echter de meeste toxische gassen zijn óf zwaarder dan lucht óf van vergelijkbare massa. Hierdoor zal een wolk zich vrijwel niet omhoog verspreiden. Indien de ventilatiesystemen dus een hoog gelegen luchtinlaat hebben zal dit in de regel een positief effect hebben. Overigens dienen ventilatiesystemen te worden stilgelegd in geval van een toxische wolk scenario.

Ten aanzien van de scenario's met toxische stoffen moet verder bedacht worden dat de kans op een dergelijk scenario voor de rijksweg A2 bijzonder klein is, gezien de hoeveelheid die wordt vervoerd in combinatie met de windrichting. Voor de overgangssituatie bij het spoor is de kans groter dat een dergelijk scenario zich voordoet zolang de overgangssituatie bestaat tenminste. Wij achten bijzondere effecten op de hoogbouw ten aanzien van de toxische stofscenario's dan ook verwaarloosbaar klein.

Voor de brandbare gasscenario's gelden wel bijzondere letale effecten voor de hoogbouw. Het betreft dan met name de BLEVE waarbij een gaswolk op grotere hoogte een veel grotere effectafstand kent dan op maaiveld. Ook zijn er bijzondere effecten als het gaat om de schade aan gebouwen. Op dat scenario wordt hieronder nader in gegaan.

Schade aan gebouwen

Op basis van de verschillende uitgevoerde scenarioanalyses kan geconcludeerd worden dat alleen brandbare gassen potentieel veel schade toebrengen aan het plangebied. De overige categorieën brengen naar verwachting geen grote schade toe aan de gebouwen. Omdat voor de categorie brandbare gassen de schade groot is, bevelen wij aan om in de bouwplan ontwikkeling aanvullende berekeningen uit te laten voeren die meer inzicht geven in warmtestraling en drukeffecten als gevolg van ongevallen met deze stofcategorie. Aanvullende berekeningen zullen aan moeten tonen of specifieke constructieve maatregelen al dan niet aan de orde zijn.

Aantal slachtoffers

De slachtofferindicatie zoals is uitgevoerd aan de hand van de Leidraad Maatrap (paragraaf 3.3), is een zeer globale schatting van het mogelijke aantal slachtoffers wat valt bij een ongeval op de weg of het spoor. Factoren als het tijdstip van het incident, weertype en exacte locatie kan het verschil maken tussen 10 of 1000 slachtoffers. Mede om deze reden is (slechts) aangegeven in welke categorie het aantal slachtoffers moet worden gezocht op een schaal van 0 tot 5. Concrete aantallen worden niet genoemd om dat de methodiek niet geschikt is voor een beperkt aantal risicobronnen, maar bedoeld is voor een regionale inventarisatie van een groot aantal risicobronnen. Uiteraard geeft de slachtoffercategorisering van respectievelijk 4 en 5 wel een idee van de omvang van een incident ter hoogte van het plangebied.

BIJLAGE 1

Referenties

1	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen, Ministerie VROM, Staatscourant mei 2004
2	Interne mededeling aan projectbureau Leidsche Rijn Centrum Noord, 31 januari 2008
3	PGS1, Het groene boek, Methoden voor het bepalen van mogelijke schade, Ministerie van VROM, 2005
4	Circulaire Risico Normering Vervoer Gevaarlijke Stoffen, Tweede Kamer, Staatscourant augustus 2004
5	Leidsche Rijn Centrum Noord Startnotitie M.E.R., ARCADIS, december 2007
6	Tabel spoorvervoer "meldplichtige" stoffen alle vervoerders 2006, ProRail, april 2007
7	Marktverwachting vervoer gevaarlijke stoffen per spoor, ProRail, september 2007
8	Toekomstverkenning vervoer gevaarlijke stoffen over de weg 2007, Rijkswaterstaat AVV en Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, mei 2007
9	Handreiking verantwoording groepsrisico, november 2007
10	Inventarisatie toepassingsmogelijkheden RBMII voor berekeningen t.b.v. van het basisnet, definitieve eindrapportage november 2007. Rijkswaterstaat Bouwdienst, afdeling Veiligheid
11	Risicoanalyse A2 interne en externe veiligheid Bouwdienst Rijkswaterstaat, februari 2002.
12	Telplanmethodiek voor het vervoer van gevaarlijke stoffen op de weg, augustus 2005. Rijkswaterstaat Dienst verkeer en scheepvaart (voorheen AVV)
13	Aanbieding rapport 'Analyse telresultaten vervoer gevaarlijke stoffen over de weg', februari 2008
14	Concept stedenbouwkundig plan Leidsche Rijn Centrum Noord, December 2007, projectbureau Leidsche Rijn
15	Handreiking verantwoording groepsrisico, januari 2008
16	Paarse boek, PGS3\CPR18, guidelines for quantitative risk assessment
17	Risicoanalyse Leidsche Rijn Centrum Noord, Arcadis mei 2008
18	Achtergronddocument RBMII, VenW 2004
19	Leidraad Maatrap, Bzk 2001

BIJLAGE 2

(Beperkt) kwetsbare bestemmingen

Kwetsbaar object

- a. Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld bij beperkt kwetsbare objecten, onder a.
- b. Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 - 1°. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 - 2°. scholen;
 - 3°. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
- c. Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 - 1°. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object;
 - 2°. complexen waarin meer dan vijf winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
- d. Kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Beperkt kwetsbaar object

- a.
 - 1°. Verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare;
 - 2°. dienst- en bedrijfswoningen van derden.
- b. Kantoorgebouwen, voor zover zij niet onder Kwetsbaar, onder c, vallen.
- c. Hotels en restaurants, voor zover zij niet onder Kwetsbaar, onder c, vallen.
- d. Winkels, voor zover zij niet onder Kwetsbaar, onder c, vallen.
- e. Sporthallen, zwembaden en speeltuinen.
- f. Sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet onder Kwetsbaar, onder d, vallen.
- g. Bedrijfsgebouwen, voor zover zij niet onder Kwetsbaar, onder c, vallen.
- h. Objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn.
- i. Objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

COLOFON

SCENARIOANALYSE LEIDSCHER RIJN CENTRUM
NOORD

RAPPORTAGE

OPDRACHTGEVER:

GEMEENTE UTRECHT
PROJECTBUREAU LEIDSCHER RIJN

STATUS:

Definitief
Versie 1.0

AUTEUR:

Mevrouw drs. M.M.A.G. Lubbers
De heer ing. P.J. de Kok

GECONTROLEERD DOOR:

De heer drs. J.W.J. Oostra

VRIJGEGEVEN DOOR:

De heer drs. J.W.J. Oostra

juli 2008

073931444:B!

ARCADIS NEDERLAND BV
Piet Mondriaanlaan 26
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Tel 033 4771 000
Fax 033 4772 000
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens
uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder
schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit
dit document worden veelevoudigd en/of openbaar
worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale
reproductie of anderszins.

