

Rapport

Kwantitatieve Risicoanalyse Gastransportleiding A-515 Tuincentrum De Bosrand *- op basis van werkelijke diepteligging -*

74101519 - GCS 13.R.53524

Kwantitatieve Risicoanalyse
Gastransportleiding A-515
Tuincentrum De Bosrand
- op basis van werkelijke diepteligging -

Groningen, 14 maart 2013

Auteur M.H. Plieger

In opdracht van Bonekamp Advies Twello, namens tuincentrum de Bosrand.

19 blz. 0 bijl.
MHP

M.H. Plieger
14 maart 2013

beoordeeld :
goedgekeurd :

M.T. Middel
R. van Elteren

19 maart 2013
20 maart 2013

Copyright © 2011, KEMA Nederland B.V., Groningen, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

SAMENVATTING

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor de gastransportleiding A-515 van N.V. Nederlandse Gasunie. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met geplande verbouwplannen van tuincentrum De Bosrand in de nabijheid van deze leiding. Dit rapport is een herziening van een eerder uitgevoerde risicoanalyse [6] in verband met de gewijzigde modellering van de dekking van het half-half gelegen gedeelte van gastransportleiding A-515; voor de dekking is nu gebruik gemaakt van de meetwaarden langs het tracé en niet, zoals voorheen, van een conservatieve, generieke waarde.

De A-515 is over een gedeelte van het traject aangelegd in een zogenaamde 'half-halfligging'. Dit houdt in dat de bovenkant van de leiding hoger ligt dan het omringende maaiveld, en is afgedekt met een kleilaag (terp).

Deze half-halfligging van de A-515 doet zich voor over een aantal kilometer in de nabijheid van tuincentrum De Bosrand. Vanwege deze bijzondere ligging schat Gasunie in dat bij een leidingbreuk een horizontale uitstroom van het gas niet kan worden uitgesloten. Het van overheidswege voor het maken van kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) van aardgasleidingen voorgeschreven programma CAROLA is naar de mening van Gasunie niet geschikt voor deze situatie omdat CAROLA alleen kan rekenen met de effecten van een verticale uitstroom van aardgas. De mogelijkheid van horizontale uitstroom van aardgas heeft tot gevolg dat zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico hoger is dan in een vergelijkbare situatie waar alleen verticale uitstroom mogelijk is.

De berekeningen voor deze QRA zijn met toestemming van Gasunie uitgevoerd met PIPESAFE. In tegenstelling tot CAROLA is het met PIPESAFE wel mogelijk om de risico's te berekenen die ontstaan bij een calamiteit aan een leiding waarbij het gas horizontaal uitstroomt. Het CAROLA rekenpakket is afgeleid van het niet-openbare pakket PIPESAFE maar heeft niet dezelfde volledige functionaliteit. Het RIVM heeft bij de invoering van CAROLA aangetoond dat risicoberekeningen met CAROLA en PIPESAFE aan ondergrondse aardgasleidingen vergelijkbaar zijn [5].

De berekeningen wijzen uit:

Plaatsgebonden risico A-515

Uit de plaatsgebonden risicoberekeningen blijkt dat het tuincentrum in de toekomstige situatie niet binnen de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour van gastransportleiding A-515 ligt. Hierdoor voldoet het tuincentrum aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen [1] gestelde grens-/richtwaarde dat het, als (beperkt) kwetsbaar object, zich niet binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar van gastransportleiding A-515 bevindt.

Groepsrisico A-515

Het groepsrisico van het beschouwde gedeelte van de leiding A-515, voor de situatie na uitbreiding van het tuincentrum en voor de bestaande situatie, is vergeleken met de oriëntatiewaarde voor buisleidingen, zijnde $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers. De verhouding tussen de oriëntatiewaarde en de FN-curve wordt gekenmerkt door de overschrijdingsfactor, die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd (overschrijdingsfactor < 1) dan wel wordt overschreden (overschrijdingsfactor > 1). De overschrijdingsfactor van het groepsrisico bevindt zich in beide situaties beneden de oriëntatiewaarde, waarmee de leiding voldoet aan de richtwaarde zoals gesteld in het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

Tabel 1: Conclusie groepsrisico

	Toekomstige situatie	Huidige situatie
Aantal slachtoffers (N) [aantal]	330	263
Frequentie (F) [per jaar]	$4,7 \cdot 10^{-8}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$
Overschrijdingsfactor	0,51	0,34

INHOUD

	Pagina
SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	7
2 UITGANGSPUNTEN	8
2.1 LEIDINGGEGEVENS	8
2.2 UITGANGSPUNTEN BIJ DE BEREKENINGEN	9
2.3 BEVOLKINGSGEGEVENS	11
2.3.1 <i>Bestaande bevolking</i>	11
2.3.2 <i>Nieuwbouwplannen tuincentrum De Bosrand</i>	12
3 RESULTATEN	14
3.1 PLAATSGEBONDEN RISICO.....	14
3.2 GROEPSRISICO	15
3.2.1 <i>Procedure GR-berekening</i>	15
3.2.2 <i>Resultaten GR-berekeningen A-515, toekomstige situatie</i>	16
3.2.3 <i>Resultaten GR-berekeningen A-515, huidige situatie</i>	17
4 CONCLUSIES.....	18
4.1 CONCLUSIE PLAATSGEBONDEN RISICO	18
4.2 CONCLUSIE GROEPSRISICO	18
REFERENTIES	19

1 INLEIDING

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor de gastransportleiding A-515 van N.V. Nederlandse Gasunie. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met geplande verbouwplannen van tuincentrum De Bosrand in de nabijheid van de leiding. Dit rapport is een herziening van een eerder uitgevoerde risicoanalyse [6] in verband met wijzigingen in de modellering van de gronddekking van het half-half gelegen gedeelte van gastransportleiding A-515.

De A-515 is over een gedeelte van het traject aangelegd in een zogenaamde 'half-halfligging'. Dit houdt in dat de bovenkant van de leiding hoger ligt dan het omringende maaiveld, en is afgedekt met een kleilaag (terp).

Deze half-halfligging van de A-515 doet zich voor over een aantal kilometer in de nabijheid van tuincentrum De Bosrand. Vanwege deze bijzondere ligging wordt bij een leidingbreuk horizontale uitstroom van het gas niet uitgesloten. Het van overheidswege voor het maken van kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) van aardgasleidingen voorgeschreven programma CAROLA is naar de mening van Gasunie niet geschikt voor deze situatie omdat CAROLA alleen kan rekenen met de effecten van een verticale uitstroom van aardgas. De mogelijkheid van horizontale uitstroom van aardgas heeft tot gevolg dat zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico hoger is dan in een vergelijkbare situatie waar alleen verticale uitstroom mogelijk is.

De berekeningen voor deze QRA zijn in opdracht van Gasunie uitgevoerd met PIPESAFE. In tegenstelling tot CAROLA is het met PIPESAFE wel mogelijk om de risico's te berekenen die ontstaan bij een calamiteit aan een leiding waarbij het gas horizontaal uitstroomt.

Het CAROLA rekenpakket is afgeleid van het niet-openbare pakket PIPESAFE maar heeft niet dezelfde volledige functionaliteit. RIVM heeft aangetoond dat risicoberekeningen met CAROLA en PIPESAFE aan ondergrondse aardgasleidingen vergelijkbaar zijn [5].

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Leidinggegevens

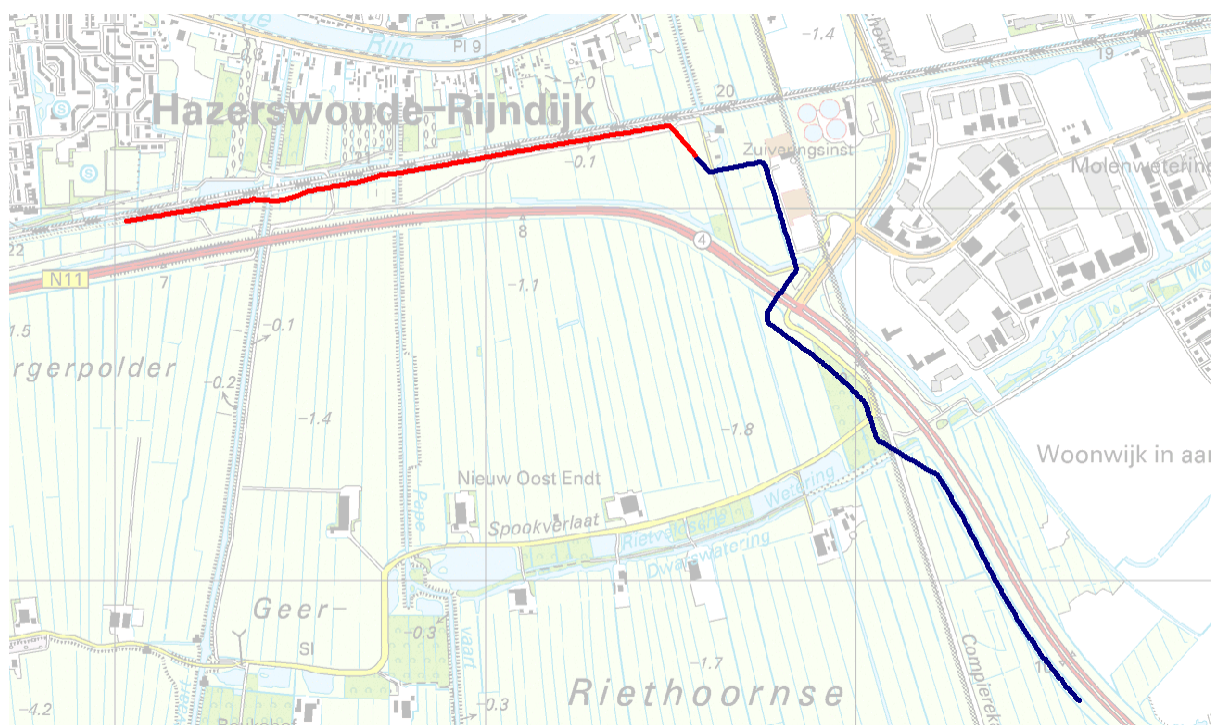
In deze risicostudie is de geprojecteerde gastransportleiding A-515 van N.V. Nederlandse Gasunie bestudeerd. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de door Gasunie verschaftte ontwerpgegevens. De leidingparameters die voor de in dit rapport gepresenteerde berekeningen van belang zijn, zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Typische leidingparameters

Parameter	A-515 (ondergronds)	A-515 (half-half)
Gevaarlijke stof [-]	Aardgas	Aardgas
Diameter [mm]	914	914
Minimale wanddikte [mm]	11.18	11.18
Staalsoort [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]	386 / 414	386
Ontwerpdruk [barg]	66.2	66.2

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met het gedeelte van gastransportleiding A-515 dat binnen de afstand van het invloedsgebied (600 meter voor de half-half constructie en 440 meter voor het ondergronds gelegen gedeelte) tot het tuincentrum ligt met hierbij aan weerszijden nog een kilometer leiding. Deze selectie houdt dus in dat het invloedsgebied van elke beschouwde kilometer het tuincentrum raakt of dit (gedeeltelijk) bevat. De ligging van dit beschouwde gedeelte van de A-515 is weergegeven op een noordgerichte topografische kaart in Figuur 1.

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met de bedrijfsspecifieke parameters van Gasunie en er is gebruik gemaakt van de windroos van weerstation Valkenburg.



Figuur 1 Ligging van het beschouwde leidingdeel van de A-515 op een topografische kaart. Het ondergronds gelegen gedeelte van de A-515 is weergegeven in het donkerblauw en het in half-half constructie gelegen gedeelte in het rood.

2.2 Uitgangspunten bij de berekeningen

Bij een breuk van een ondergrondse hogedrukleiding zal een krater rond de breuk ontstaan. Door deze krater zal de uitstroom van het gas in verticale richting plaatsvinden. Het in half-half constructie gelegen gedeelte van gastransportleiding A-515 ligt iets hoger dan het maaiveld, met een terp van klei er overheen. Bij een breuk van deze leiding zal naar verwachting geen krater gevormd worden. Hiermee staat voor deze leiding niet vast dat het uitstromende gas de opwaartse richting zal kiezen: het is ook mogelijk dat de uitstroming zal plaatsvinden in horizontale richting of schuin omhoog.

Bij horizontale uitstroming zal het effect reiken tot grotere afstand van de leiding dan bij verticale uitstroming. De effectafstanden (100% en 1% letaliteit), zoals berekend met PIPESAFE, zijn voor beide uitstroomrichtingen weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 3 Vergelijking effectafstanden: ondergronds vs. bovengronds

	100% letaliteitsgrens	1% letaliteitsgrens
Ondergronds, verticale uitstroom, 36", 66,2 bar	185 m	440 m
Bovengronds, horizontale uitstroom, 36", 66,2 bar	405 m	600 m

De risicoberekeningen in dit rapport zijn conservatief uitgevoerd met de aanname dat de tweezijdige uitstroom bij een breuk van de leiding altijd in horizontale richting zal plaatsvinden. Voor de uitstroomrichting in het horizontale vlak worden 12 richtingen toegepast met een uniforme kansverdeling. Voor de risicoberekening is gebruikgemaakt van de windroos van Valkenburg. De mogelijkheid van een lek in de leiding wordt niet meegewogen: bij ondergrondse leidingen hebben lekken een verwaarloosbare invloed op het risico, zoals is aangetoond in [4].

De faalfrequentie is gebaseerd op schade door derden. Falen door corrosie wordt voldoende ondervangen in het zorgsysteem van Gasunie en de inspectie daarop door de overheid; met toestemming van het ministerie van I&M wordt falen door corrosie daarom niet meegenomen bij de bepaling van de faalfrequentie van de leidingen. De faalfrequentie als gevolg van schade door derden is gecorrigeerd met een factor 8,4 (factor 2,5 als gevolg van een wettelijke grondroerdersregeling; factor 1,2 voor recent ingevoerde maatregelen en factor 2,8 voor een dalende trend in leidingbreuken). De methode is identiek aan de methode, zoals deze in CAROLA zou zijn toegepast.

De leidingstrook waarin de half-half leiding ligt is eigendom van Gasunie. Met uitzondering van de plaatsen waar overgangen voor landbouwverkeer zijn gemaakt en bij de slootkruisingen is het terrein waarop de half-half leiding ligt afgesloten met hekken en sloten. Zonder toestemming van Gasunie kan niemand grondwerkzaamheden op het terrein uitvoeren en grondroeren wordt altijd verboden (met uitzondering van werkzaamheden aan de leiding zelf die altijd in opdracht van en met toezicht door Gasunie worden verricht). Om deze reden is de faalfrequentie als gevolg van schade door derden met uitzondering van de in paragraaf 2.2.1 aangegeven locaties, naast de eerder genoemde reductiefactor van 8,4, ook nog gereduceerd met een factor 100, behorende bij een overeenkomst waarbij de grond uit gebruik wordt genomen met vergaande beperkingen [2].

In de risicoberekening is rekening gehouden met de uit casuïstiek verkregen diameter- en drukafhankelijke ontstekingskansen.

In Tabel 3 zijn de begin- en eindcoördinaten van de, indien aanwezig, boerenovergangen, reguliere overgangen en slootkruisingen weergegeven. In het bestudeerde gebied bevindt zich 1 boerenovergang, 1 reguliere overgang en 10 slootkruisingen. Voor deze locaties geldt *niet* de reductiefactor van 100, behorende bij een beheerovereenkomst waarbij de grond uit gebruik wordt genomen met vergaande beperkingen [2]. Wel wordt er vanwege de bijzondere ligging de maatregel “strikte begeleiding van werkzaamheden” toegepast (reductiefactor 2,5).

Tabel 4: Inventarisatie boerenovergang, reguliere overgang en slootkruising. Per overgang zijn de begin- en eindcoördinaten (RD) weergegeven.

Routekaart	Boerenovergang	Reguliere overgang	Slootkruising
A-515-KR-038	(102368.06 ; 460202.35) (102361.76 ; 460201.26)		(102496.23 ; 460224.50)
			(102496.23 ; 460224.50)
			(102385.66 ; 460205.60)
			(102378.27 ; 460204.52)
			(102127.16 ; 460161.29)
			(102118.90 ; 460159.77)
A-515-KR-039		(101582.51 ; 460058.54) (101579.03 ; 460057.45)	(101981.72 ; 460134.68)
			(101974.77 ; 460133.16)
			(101839.65 ; 460109.21)
			(101835.85 ; 460108.45)
			(101765.52 ; 460095.79)
			(101757.70 ; 460094.71)
			(101577.07 ; 460057.02)
			(101572.30 ; 460056.37)
A-515-KR-040			(101439.46 ; 460020.85)
			(101436.64 ; 460021.50)
			(101420.56 ; 460021.94)
			(101410.57 ; 460022.81)
			(101288.16 ; 460009.66)
			(101280.99 ; 460008.58)

2.3 Bevolkingsgegevens

Ten aanzien van het groepsrisico wordt een berekening gemaakt met de bestaande bevolking en met de bestaande bevolking plus de nieuwbouwplannen van het tuincentrum De Bosrand.

2.3.1 Bestaande bevolking

Voor de GR berekeningen van gastransportleiding A-515 zijn de bevolkingsgegevens afkomstig uit de database 'Populatiebestand GR' aangeleverd door Gasunie. Deze data is aangevuld met het bestemmingsplan Hazerswoude Rijndijk en de nieuwbouwplannen van tuincentrum De Bosrand zoals weergegeven in paragraaf 2.3.1. De bevolkingsdata is meegenomen voor het invloedsgebied (1% letaliteitsafstand) dat hoort bij horizontale uitstroming van aardgas (zie Tabel 2).

In de risicoberekeningen is uitgegaan van (conform de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [3]):

- Functie wonen:
 - aanwezigheid van 50% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 100% tijdens de nacht
- Functie werken:
 - aanwezigheid van 100% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 0% tijdens de nacht

In de huidige situatie is er, conform overige risicoberekeningen in de omgeving [7], gerekend met 261,7 aanwezigen gedurende de dag. In de toekomstige situatie is er gerekend met 458,8 aanwezigen gedurende de dag in het westelijke gebouw en 47,9 aanwezigen gedurende de dag in het oostelijke gebouw. Deze bevolkingsaantallen zijn gebaseerd op de betreffende grondoppervlaktes, vermenigvuldigd met bevolkingsdichtheden¹ van 1 persoon per 30m² en 1 persoon per 100m² voor respectievelijk “industrie, bedrijvigheid” en “kantoor/winkels”. Tijdens de nacht wordt aangenomen dat er geen personen aanwezig zijn.



Figuur 3. Overzicht planbeschrijving. De huidige situatie is weergegeven in de linker afbeelding in het blauw en de toekomstige situatie rechts in het rood.

¹ Zie tabel 16.2 uit Handreiking verantwoording groepsrisico [3].

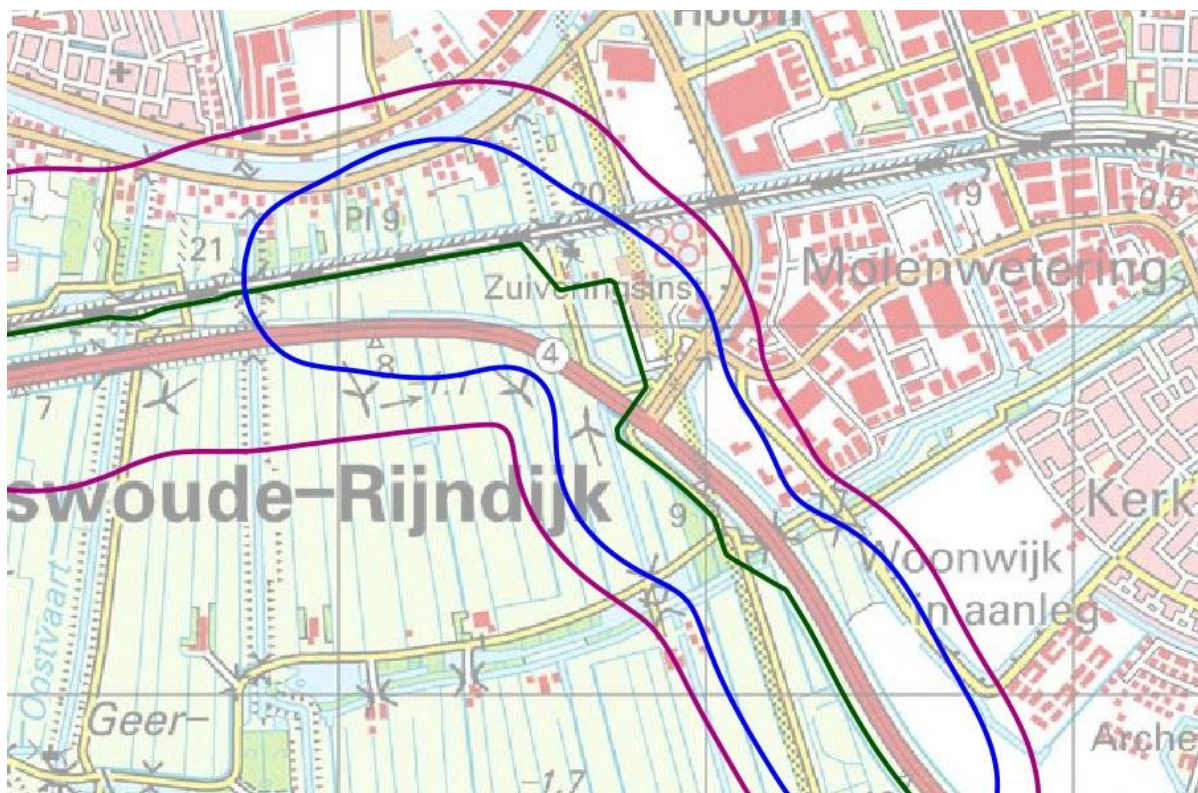
3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde berekeningen en analyses.

3.1 Plaatsgebonden risico

Voor de beschouwde leiding is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd. De risicoreducerende maatregelen zoals beschreven in paragraaf 2.2 en paragraaf 2.2.1 zijn in deze berekeningen meegenomen.

De resultaten van de plaatsgebonden risicoberekeningen zijn weergegeven in Figuur 4. De leiding is aangegeven in groen. In deze figuur worden de 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR-contouren weergegeven. Het PR is in het beschouwde gebied overal kleiner dan 10^{-6} per jaar.



Figuur 4 Plaatsgebonden risico van de gastransportleiding A-515. De contouren van het PR van 10^{-7} en 10^{-8} per jaar van de leiding worden respectievelijk weergegeven met blauwe en paarse contouren. Het PR is overal in dit gebied kleiner dan 10^{-6} per jaar.

3.2 Groepsrisico

3.2.1 Procedure GR-berekening

Het groepsrisico is een maat om de kans weer te geven dat een incident met dodelijke slachtoffers voorkomt. Het wordt in het Bevb [1] gedefinieerd als de "cumulatieve kansen per jaar per kilometer buisleiding dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een buisleiding en een ongewoon voorval met die buisleiding".

Het groepsrisico wordt berekend door rondom elk punt op de leiding een segment van een kilometer te kiezen, dat gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding wordt een FN-curve² berekend, welke wordt vergeleken met de oriëntatiewaarde³ van het groepsrisico. Uit de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde volgt de overschrijdingsfactor⁴. Vervolgens wordt voor alle punten op de leiding deze maximale overschrijdingsfactoren in een grafiek uiteengezet, waaruit het maximum voor de beschouwde leiding kan worden bepaald. Dit maximum wordt gerapporteerd als het groepsrisico.

De risicoreducerende maatregelen zoals beschreven in § 2.2 en § 2.2.1 zijn in deze berekeningen meegenomen.

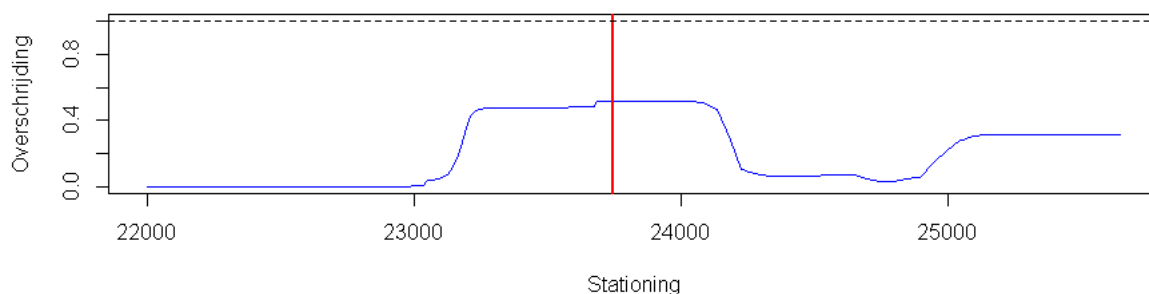
² De handreiking verantwoording groepsrisico [3] omschrijft: "Het groepsrisico wordt weergegeven als een curve in een grafiek met twee logaritmisch geschaalde assen, de zogenaamde FN-curve. Op de y-as wordt de cumulatieve frequentie F (per jaar) uitgezet en op de x-as het aantal te verwachten slachtoffers N. De curve geeft het verband tussen de omvang van de getroffen groep (N) en de kans (F) dat in één keer een groep van ten minste die omvang komt te overlijden".

³ Met de oriëntatiewaarde wordt in het Bevb [1] bedoeld "de lijn die de kans weergeeft op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-4} per jaar en de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-6} per jaar".

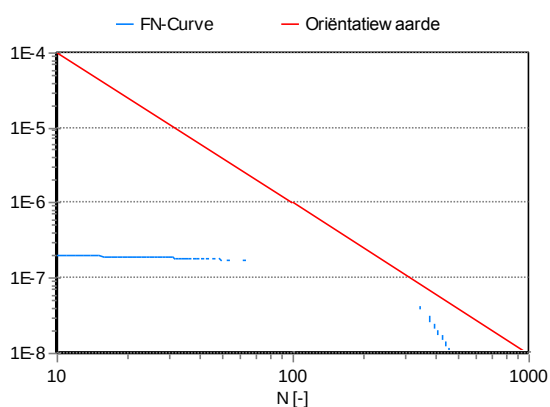
⁴ De overschrijdingsfactor is de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan één geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van één zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan één wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

3.2.2 Resultaten GR-berekeningen A-515, toekomstige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekeningen van het beschouwde gedeelte van de A-515 in de toekomstige situatie weergegeven.



Figuur 5 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-515. De verticale rode lijn toont het middelpunt van de kilometer waarover de FN-curve in Figuur 6 is berekend. De stationing neemt toe in oost-westrichting.

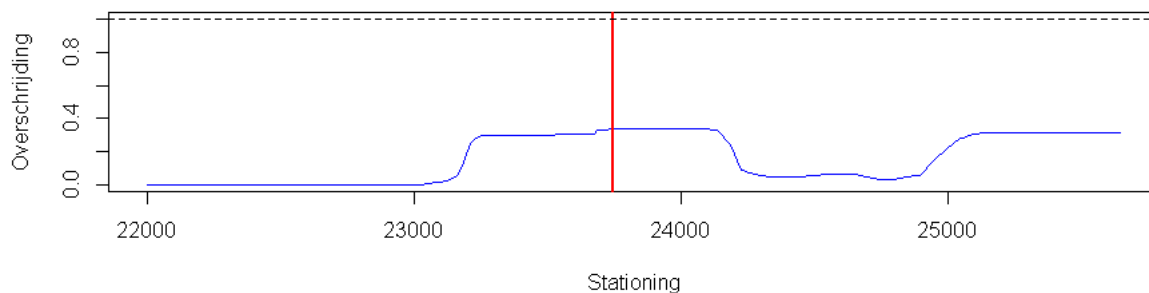


Figuur 6: FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0,51) van de A-515 in de nieuwe situatie. De ligging van deze kilometer is weergegeven in het rood in de afbeelding rechts.

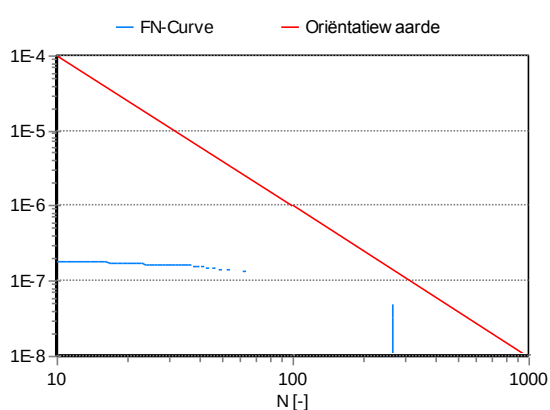
De maximale overschrijdingsfactor van 0,51 wordt gevonden bij 330 slachtoffers (N) en een frequentie van $4,7 \cdot 10^{-8}$ per jaar.

3.2.3 Resultaten GR-berekeningen A-515, huidige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekeningen van het beschouwde gedeelte van de A-515 in de huidige situatie weergegeven.



Figuur 7 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-515. De verticale rode lijn toont het middelpunt van de kilometer waarover de FN-curve in Figuur 8 is berekend. De stationing neemt toe in oost-westrichting.



Figuur 8: FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor (0,34) van de A-515. De ligging van deze kilometer is weergegeven in het rood in de afbeelding rechts; het is dezelfde kilometer als in Figuur 6.

De maximale overschrijdingsfactor van 0,34 wordt gevonden bij 263 slachtoffers (N) en een frequentie van $4,9 \cdot 10^{-8}$ per jaar.

4 CONCLUSIES

4.1 Conclusie plaatsgebonden risico

Uit de plaatsgebonden risicoberekeningen blijkt dat het tuincentrum in de toekomstige situatie niet binnen de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour van gastransportleiding A-515 ligt. Hierdoor voldoet het tuincentrum aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen [1] gestelde grens-/richtwaarde dat het, als (beperkt) kwetsbaar object, zich niet binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar van gastransportleiding A-515 bevindt.

4.2 Conclusie Groepsrisico

Het groepsrisico van het beschouwde gedeelte van de leiding A-515, voor de situatie na uitbreiding van het tuincentrum en voor de bestaande situatie, is vergeleken met de oriëntatiewaarde voor buisleidingen, zijnde $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers. De verhouding tussen de oriëntatiewaarde en de FN-curve wordt gekenmerkt door de overschrijdingsfactor, die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd (overschrijdingsfactor < 1) dan wel wordt overschreden (overschrijdingsfactor > 1). De overschrijdingsfactor van het groepsrisico bevindt zich in beide situaties beneden de oriëntatiewaarde, waarmee de leiding voldoet aan de richtwaarde zoals gesteld in het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

Tabel 5: Conclusie groepsrisico

	Toekomstige situatie	Huidige situatie
Aantal slachtoffers (N) [aantal]	330	263
Frequentie (F) [per jaar]	$4,7 \cdot 10^{-8}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$
Overschrijdingsfactor	0,51	0,34

REFERENTIES

- [1] Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen. Staatsblad 2010 nr. 686, 17 september 2010.
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265>.
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. RIVM. Versie 1.0, 20 december 2010.
<http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/Handleiding-Risicoberekeningen-Bevb-versie-1-0.pdf>.
- [3] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. I&M. Versie 1.0, november 2007.
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>.
- [4] J.L. Bos, G.R. Kuik: *Risicoanalyse aardgastransportinrichtingen*. Rapport DEI 2009.0384, versie 2.0.
- [5] Brief RIVM aan VROM, Oplevering rekenpakket CAROLA, kenmerk 012/10 CEV Vli/sij - 1631, 25 januari 2010
http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/RIVM_oplevering_rekenpakket_CAROLA.pdf
- [6] Kwantitatieve risicoanalyse gastransportleiding A-515 'Tuincentrum de Bosrand', M.H.Plieger, DNV KEMA. Kenmerk: 74101519-GCS 12.R.53179. 9 oktober 2012.
- [7] Risicoanalyse uitbreiding Tuincentrum De Bosrand, Onderzoek vanwege de uitbreiding nabij buisleiding W-517-01, de N11 en een LPG-tankstation, Prevent Adviesgroep B.V., 10 augustus 2012.