



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Externe veiligheid DPO K2-leiding
nabij recreatieparken De Boeg en De Loef
Lopikerkapel, gemeente Lopik

Project : 122195
Datum : 23 mei 2012
Auteur : ing. A.M. op den Dries
Review : ir. J. Heitink

Opdrachtgever:
Dienst Pijpleiding Organisatie
t.a.v. C. van der Woord
Postbus 90822
2509 LV Den Haag

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Ongevalsscenario's K2-leiding.....	3
2.3. Parameters	6
2.4. Aanwezig rond de inrichting	6
3. Plaatsgebonden risico	9
4. Groepsrisico	10
5. Effectafstand	12
6. Conclusie	13
Referenties	14

1. Inleiding

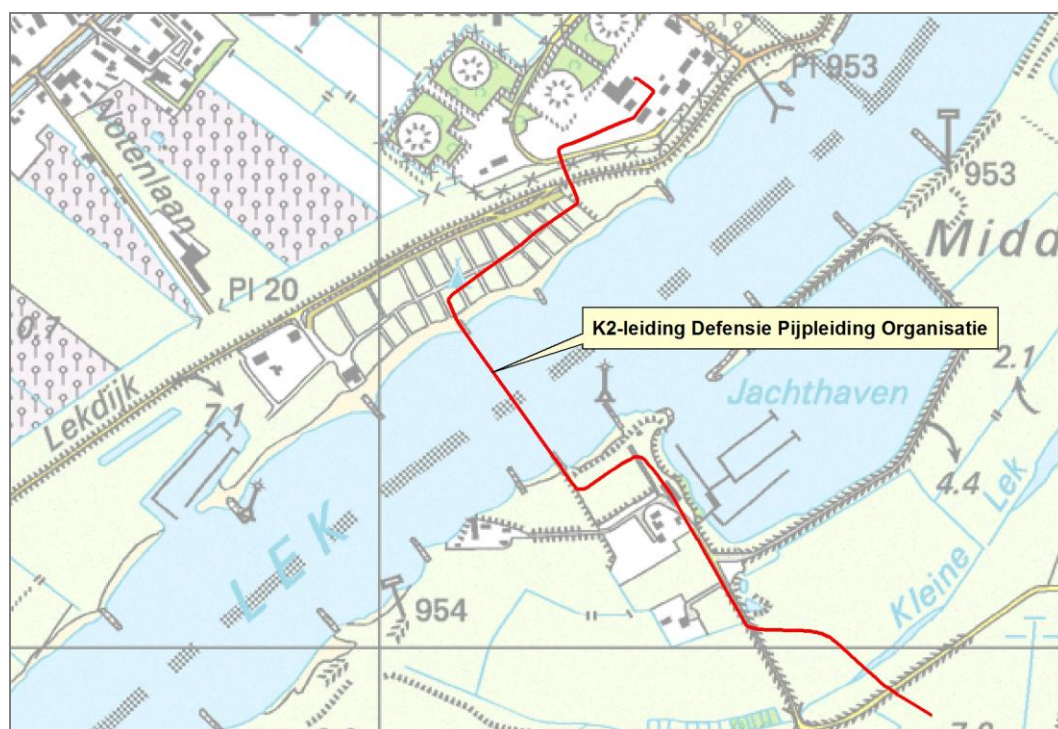
Defensie Pijpleiding Organisatie (DPO) wenst inzicht in het externe veiligheidsrisico van hun K2-leiding bij de locatie Recreatiepark De Boeg en Recreatiepark De Loef. Het vervoer van gevaarlijke stoffen door deze leiding valt onder het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BEVB) [1]. Voor deze leiding wordt onderzocht welk extern veiligheidsrisico de leiding veroorzaakt. Deze risicoanalyse is opgesteld om het invloedsgebied, de grootte van het groepsrisico en de positie van de plaatsgebonden risicocontouren voor de huidige situatie vast te stellen.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 toont het plaatsgebonden risico. In hoofdstuk 4 wordt inzicht gegeven in het groepsrisico veroorzaakt door de leiding. Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de effectafstand van de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie.

2. Gegevens risicoberekening

2.1. Inleiding

De ondergrondse K2-leiding heeft een diameter van 6 inch en een maximale werkdruk van 80 bar. De doorzet is 85 m³ per uur. Het deel dat in deze studie in beschouwing is genomen loopt vanaf het DPO pompstation nabij Lopikerkapel circa 1660 meter tot aan de Middelwaard. De totale lengte van de leiding, tussen de pomp bij Lopikerkapel en het distributiemanifold nabij Best, is 68 km. Figuur 1 toont het beschouwde leidingdeel en de directe omgeving.



Figuur 1. DPO K2-leiding bij recreatiepark De Boeg te Lopikerkapel

Sinds de invoering van het besluit externe veiligheid buisleidingen is er een rekenmethodiek waarmee risicoberekeningen kunnen worden uitgevoerd voor buisleidingen met gevaarlijke stoffen. Er is een specifiek deel met een rekenmethodiek voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen [2]. De risicoberekeningen moeten worden uitgevoerd met Safeti-NL. De berekening van de risico's wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in deze rekenmethodiek.

2.2. Ongevalscenario's K2-leiding

Voor de kans per jaar op breuk van deze ondergrondse leiding wordt generiek $1.5 \cdot 10^{-4}$ /km-jr voorgeschreven. De kans op breuk is verder ook afhankelijk van de diepteligging

van de leiding en kan hiervoor worden aangepast. Dit is gedaan voor deze leiding bij het deel dat onder het recreatiepark doorloopt. Tabel 1 toont de aangepaste faalkansen op breuk¹, figuur 2 toont de ligging van de leidingdelen waarvoor de faalkans is aangepast.

Leiding deel	Diepte leiding t.o.v. het maaiveld [m]	Gebruikte faalkans breuk [/km-jr]	Lengte leidingdeel [m]
3	2.31	$6.99 \cdot 10^{-5}$	100
4	2.74	$6.84 \cdot 10^{-5}$	100
5	2.51	$6.90 \cdot 10^{-5}$	100
6	3.23	$6.78 \cdot 10^{-5}$	100

Tabel 1. Aangepaste faalkansen



Figuur 2. Leidingdelen met aangepaste faalkansen

De gevolgen van een lek worden verondersteld zodanig klein te zijn dat deze geen substantiële risicobijdrage leveren [2].

De hoeveelheid brandbare vloeistof die uitstroomt uit een breuk wordt bepaald door de vloeistof die vrijkomt binnen de sluittijd van de pomp en door de uitstroming tengevolge

¹ De formule die hoort bij de reductie van de kans op leidingbreuk door graafschade is $e^{2.4(0.84-z)}$. De reductiefactor voor de totale kans op leiding breuk wordt berekend met $0.45 + 0.55 * e^{2.4(0.84-z)}$.

van de expansie van de samengedrukte vloeistof. Met deze totale uitstroom van K2-vloeistof wordt vervolgens de grootte van de plas berekend die hierdoor ontstaat².

In hoofdstuk 4 van de rekenmethodiek is opgenomen dat bij een leidingdiameter van 8 inch de afslagtijd van de pomp 10 s bedraagt. Bij een leidingdiameter van 4 inch bedraagt de afslagtijd van de pomp 5 s. Afgerond zal bij een leidingdiameter van 6 inch de pomp dus na 8 s afslaan. Omdat de doorzet 85 m³ per uur is komt hier dus 0.19 m³ vloeistof uit. De uitstroming tengevolge van de expansie van de vloeistof wordt berekend met een compressibiliteit van 0.88 10⁻⁹ m²/N en een leidinglengte van 68 km. De volume toename van het product door expansie is dan 8.71 m³. Deze wordt berekend met de volgende formule:

$$V_e = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot L \cdot P \cdot C_e$$

Met:

V_e	Volume toename van het product	[m ³]
D	Inwendige diameter van de buisleiding	[m]
L	Leidinglengte tussen popen of pomp en het einde van de leiding	[m]
P	Druk ter plaatse van het lek	[Pa]
C_e	Compressibiliteit van het product	[m ² /N]

De grootte van de plasbrand wordt berekend met een plashoogte van 0.05 m. Hierdoor wordt de diameter van de plas 15.06 m. Voor de toelichting op bovenstaande berekeningen wordt verwezen naar de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [2].

De kans op directe ontsteking is 0.01. De kans op vertraagde ontsteking is 0. Om deze kansen goed in Safeti-NL te verwerken is het nodig de kans op een breuk van de leiding te vermenigvuldigen met de kans op directe ontsteking en vervolgens de verkregen kans toe te kennen aan het scenario plasbrand. Er wordt dus alleen het scenario plasbrand meegenomen met kans 1.5 10⁻⁶ /km-jr. Ook de afwijkende faalkansen worden vermenigvuldigd met de kans op directe ontsteking.

Voor de ruimte tussen de ongevallocaties wordt 5 m aangehouden.

Scenario	Frequentie [/km-jr]	Bronsterkte [m ³]	Plasbrand grootte [m]	Toelichting
Leidingbreuk 6 inch	1.5 10 ⁻⁶ tot 6.8 10 ⁻⁷	8.9	15.06	Plasbrand grootte is de diameter van de plas. Frequentie is inclusief de aanpassing voor ontsteking.

Tabel 2. Bronsterkte K2-leiding

² Het totale vrijgekomen volume vloeistof wordt geacht bij te dragen aan de vorming van een vloeistofplas met een diepte van 5 cm. Dit geldt ook als de vloeistof of een deel daarvan verneveld raakt in een spuiters. Voor de ongevalbestrijders is een vloeistofnevel een zeer gevaarlijk verschijnsel dat in de bestrijding van het ongeval speciale aandacht vraagt. Het ontstekingsgedrag van een nevel is verschillend van damp en neveldruppels hechten zich aan kleding en andere oppervlakken, zoals muren en begroeiing. Bovendien speelt de wind een rol in de verspreiding. Bij onverhoopte ontsteking ontstaat dan mogelijk een atypische snelle brandvoortplanting.

2.3. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Soesterberg worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Een ruwheidslengte van 0.3 m is gehanteerd.

2.4. Aanwezig rond de inrichting

Voor de berekening van het groepsrisico is de bebouwing buiten de recreatieparken gemodelleerd met de Populator voor een gebied tot 30 meter langs de leiding. Dit is ongeveer gelijk aan de grootst mogelijke afstand tot 1% letaliteit (zie hoofdstuk 5). De gegevens over aanwezigheid van personen op het recreatiepark zijn afgeleid uit de ondergrond zoals getoond in figuur 2.

Figuur 3 toont de ligging van de leiding onder de recreatieparken met om de leiding een gebied met een afstand van circa 30 m vanaf de leiding. De figuur toont de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. In dit figuur wordt tevens de belemmeringstrook van 5 m getoond (art 14, BEVB).

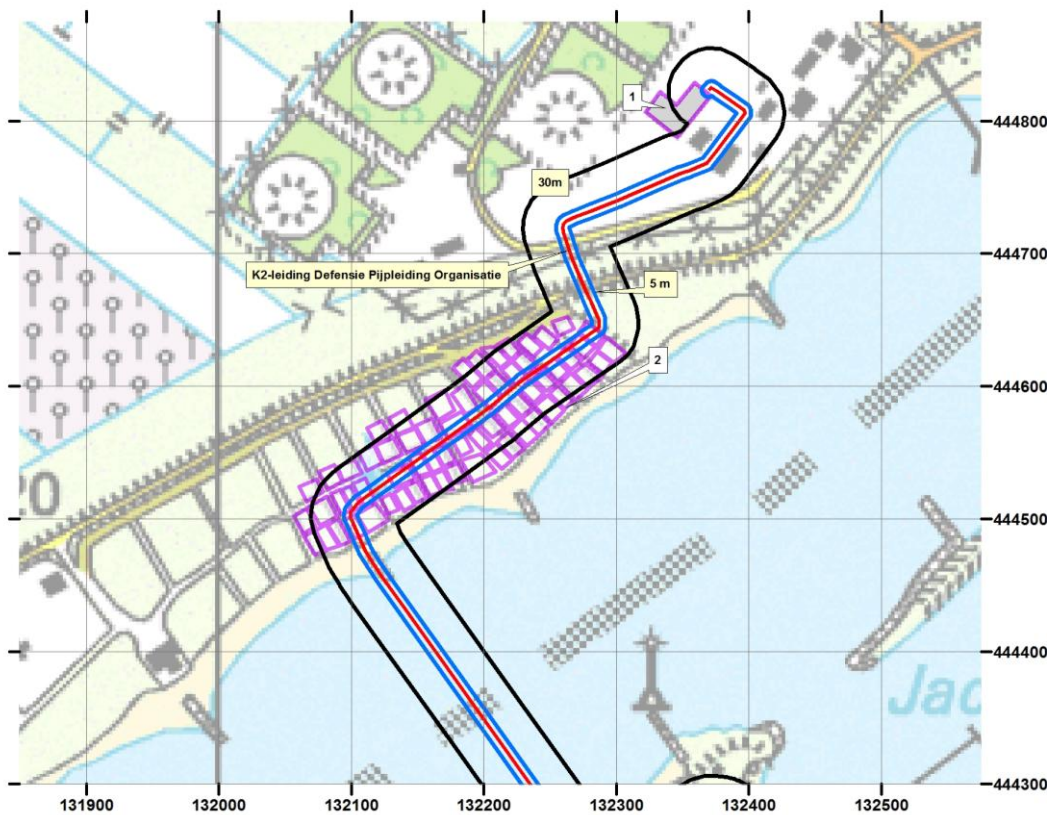
Figuur 4 toont het gebied ten zuiden van de Lek. Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.

In het gebied tot ten noorden van de recreatieparken ligt het DPO pompstation Lopikerkapel. De risico's van deze inrichting maken geen onderdeel uit van de studie.

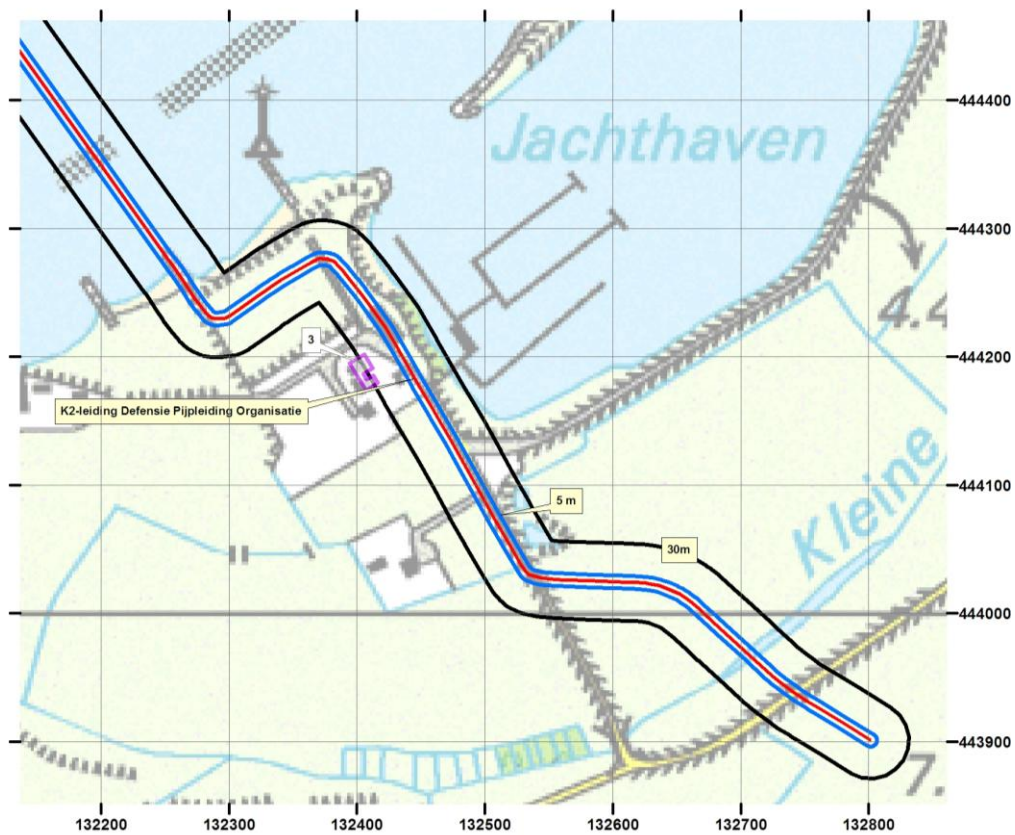
De gegevens voor de aanwezigheid van personen zijn samengevat in tabel 3. In de berekening wordt onderscheid gemaakt tussen dag (8:00 tot 18:30 uur) en nacht (18:30 tot 8:00 uur) op werkdagen en in het weekend. Er is aangenomen dat de stacaravans permanent bezet zijn met een dichtheid van 2.4 personen per caravan (woning, in Handreiking verantwoording groepsrisico [4]). Op werkdagen overdag wordt aangenomen dat 50% van de personen aanwezig zijn.

Label	Werkdag		Weekend		Bron
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	
1	19.5	1.5	1.5	1.5	Populator [3]
2	1.2	2.4	2.4	2.4	Handreiking verantwoording groepsrisico [4]
3	5.5	6.4	6.4	6.4	Populator [3]

Tabel 3. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico



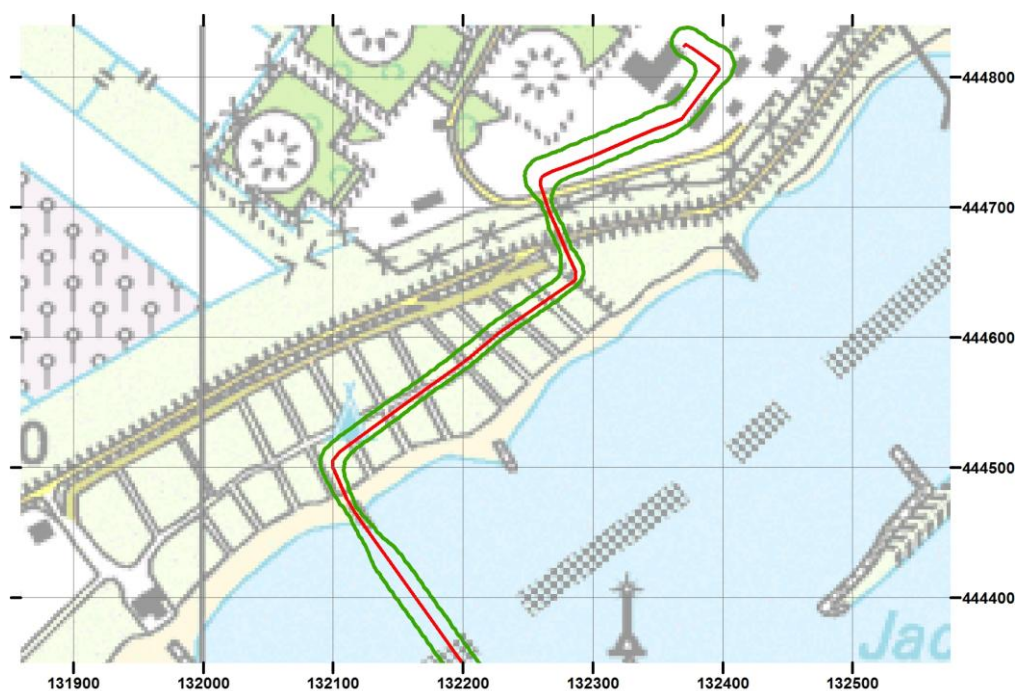
Figuur 3. Recreatieparken 'De Boeg' en 'De Loef' met leiding en invloedsgebied



Figuur 4. Gebied ten zuiden van de Lek met leiding en invloedsgebied

3. Plaatsgebonden risico

Figuur 5 toont het plaatsgebonden risico. Er is geen contour voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr gevonden voor het beschouwde deel van de leiding. Wel is er een contour voor de waarde $1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr. Deze contour ligt circa 14 m van de leiding af.



Figuur 5. Plaatsgebonden risicocontouren

— $1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr

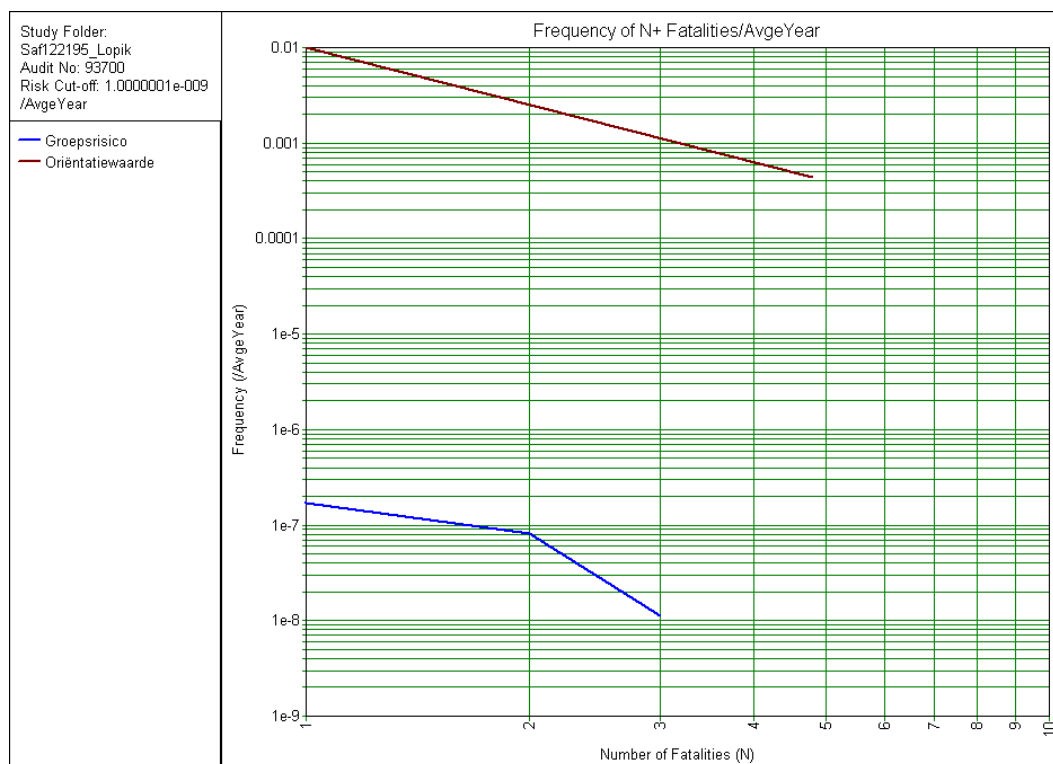
In figuur 3 en 4 is de ligging van de belemmeringstrook (art. 14, BEVB) getoond. Deze ligt 5 m van de leiding en binnen deze strook mogen geen gebouwen staan. Deze strook is vastgesteld ten behoeve van het onderhoud van de buisleiding. Er staan meerdere stacaravans binnen deze strook van 5 meter.

4. Groepsrisico

Het groepsrisico voor leidingen is gedefinieerd als groepsrisico per kilometer leidingtracé. Omdat Safeti-NL niet automatisch de hoogste kilometer van het buisleidingtracé kan vinden zijn er verschillende berekeningen uitgevoerd om te bepalen bij welke kilometer leiding het groepsrisico ongeveer het hoogste is. Het groepsrisico van deze 'hoogste' kilometer is getoond in figuur 6. Figuur 7 toont de ligging van de kilometer.

In het Bevb staat het volgende over het groepsrisico: "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 berekende maximaal aantal slachtoffers is drie. Omdat er maximaal minder dan 3 slachtoffers kunnen vallen is er dus, conform art. 1 van het Bevb, formeel geen groepsrisico voor de K2-leiding op deze locatie.



Figuur 6. Groepsrisico hoogste kilometer



Figuur 7. Ligging kilometer leiding met hoogste groepsrisico

5. Effectafstand

De effectafstanden tot 1% letaliteit van het ongevalsscenario breuk wordt getoond in tabel 4. Voor de frequentie en de bronsterkte van het scenario wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Scenario	Afstand D-9 [m]	Afstand D-5 [m]	Afstand F-1.5 [m]
Breuk 6 inch leiding	29	27	21

Tabel 4. Afstand tot 1% letaliteit van het ongevalsscenario

6. Conclusie

Een kwantitatieve risicoanalyse is opgesteld voor de K2-leiding van Defensie Pijpleiding Organisatie voor het leidingdeel bij recreatieparken De Boeg en De Loef te Lopikerkapel.

Er is geen plaatsgebonden risicocontour berekend voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr. Wel is er een contour voor de waarde $1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr. Deze contour ligt ongeveer 14 m van de leiding af.

Het berekende maximaal aantal slachtoffers is drie. Omdat er maximaal minder dan 3 slachtoffers kunnen vallen is er dus, conform art. 1 van het Bevb, formeel geen groepsrisico voor de K2-leiding op deze locatie.

Referenties

1. VROM 2010 Besluit externe veiligheid buisleidingen
Staatsblad 2010, 686
2. RIVM 2010 Handleiding Risicoberekeningen BevB, Module C
Buisleidingen met aardolieproducten
(versie 1.0 gedateerd 20 december 2010)
3. VROM 2010 <http://www.populatiebestandgr.vrom.nl>
4. VROM 2007 Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico
(versie 1.0 november 2007)